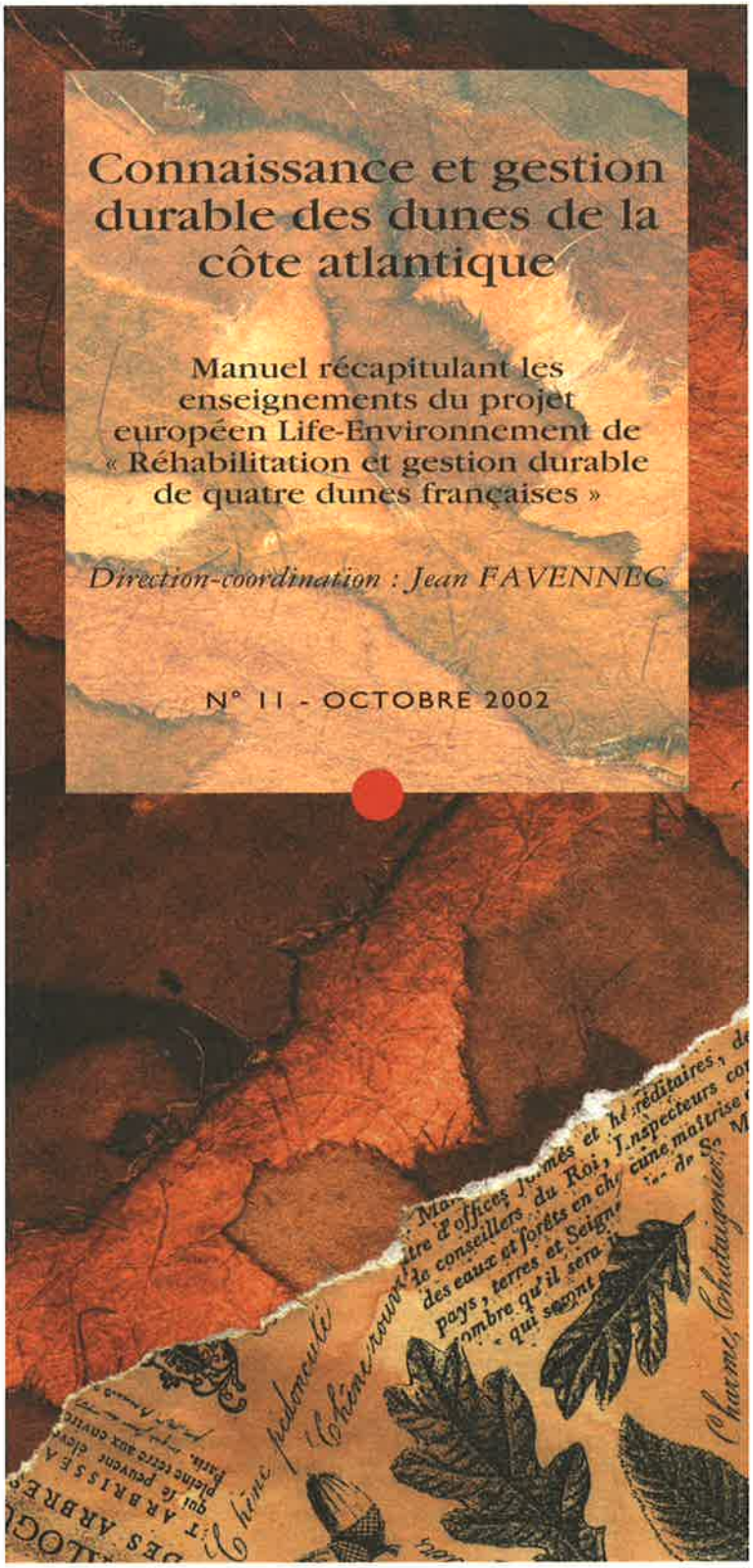
LES DOSSIERS FORESTIERS



OFFICE NATIONAL DES FORÊTS

CONNAISSANCE ET GESTION DURABLE

DES DUNES DE LA CÔTE ATLANTIQUE

MANUEL RÉCAPITULANT LES ENSEIGNEMENTS DU PROJET EUROPÉEN LIFE-ENVIRONNEMENT DE « RÉHABILITATION ET GESTION DURABLE DE QUATRE DUNES FRANÇAISES »

Direction-coordination : Jean FAVENNEC

Articles rédigés par :

Helena Granja
Marie-Claire Prat
Jean Favennec
Bernard Hallegouët
Catherine Yoni
Pierre Barrère
Françoise Rozé
Raphaël Jun
Patrick Dauphin
Hervé Thomas
Guy Estève
Christine Micheneau
Jean-Marc Thirion
François Veneau
Christian Lahondère
Patrick Lebon
Jean-Noël Salomon
Joachim Oyarzabal
Gilles Granereau
Pascal Jarret
Philippe Richard
Dah Dieng
Marc-Henri Duffaud
Guillaume Février
Sylvie Métayer
Loïc Gouguet.

LES DOSSIERS FORESTIERS n°11

Octobre 2002

Édité par **l'Office national des forêts**
2, avenue de Saint-Mandé - F - 75570 Paris cedex 12
www.onf.fr

LE MOT DE LA RÉDACTION

L'aventure a commencé en 1979 quand Jacques Leblan a convaincu les professeurs Barrère et Koechlin de l'Université de Bordeaux de réfléchir avec l'Office National des Forêts sur la gestion des dunes littorales qui étaient confiées à cet établissement.

Une aventure qui a bousculé certaines habitudes mais qui a passionné beaucoup de ceux qui on vu se définir progressivement un véritable génie écologique pour les dunes.
Puis Jean Favennec, un de ces passionnés, a fédéré les acquis de cette collaboration et l'expérience des forestiers en prenant la tête de la mission ONF-Littoral.

Avec lui, nous avons été persuadés que la démarche européenne était propice à l'élargissement et au renforcement de ce type d'évolution innovante. Nous avons alors vécu une autre aventure, celle de rentrer dans un programme européen.
Un premier programme NORSPA (LIFE Environnement 92) a abouti au colloque de Bordeaux en 1996, et maintenant, cette publication est le résultat d'un second programme LIFE Environnement 95.

Ce qui me réjouit le plus dans cet ouvrage, c'est de voir la conjonction de trois réussites.

Tout d'abord, la diversité des auteurs et des angles de vue illustre le succès des exigences de Bruxelles. Pour monter le dossier, il fallait afficher des collaborations. Au-delà de l'ouverture volontaire déjà réalisée, il a fallu s'associer à d'autres pays, d'autres régions, d'autres disciplines. Un peu artificiellement au début. Mais ce livre démontre que cette association a porté ses fruits.

Ensuite, il est frappant de constater que la plupart des articles de ce livre s'articulent, se répondent, comme les instruments dans un orchestre. C'est bien sûr la dune qui a écrit la partition et il faut remercier l'Union Européenne d'avoir financé le concert. Mais sans les qualités sobres de chef d'orchestre de Jean Favennec, tout ceci n'aurait pas pu aboutir.

Enfin, il y a réellement, dans ce manuel, des éléments pratiques de méthodes qui méritent d'être diffusés afin que d'autres acteurs, sur d'autres sites, bénéficient des études et de l'expériences que ce programme LIFE a permis.

En publiant cet ouvrage, l'Office National des Forêts est bien dans sa vocation de gestion durable des espaces naturels, au-delà des lisières.

Jean-Hugues BARTET
Ingénieur Général du Génie Rural,
des Eaux et des Forêts.

AVANT-PROPOS

Ce volume sur la connaissance et la gestion durable des dunes de la côte atlantique française vient à la suite de celui intitulé “Biodiversité et protection dunaire”, publié en 1997. Tous les deux consignent des résultats d’investigations obtenus dans le cadre de projets LIFE qui ont réuni des chercheurs venus d’horizons variés. La lecture des différents articles consacrés à des thèmes spécifiques conduit à des réflexions générales sur la nature des dunes littorales et sur les principes de leur gestion.

Il est d’abord important de souligner que, dans leur grande majorité, les dunes de la côte atlantique française, et la remarque est valable pour l’ensemble des côtes du nord-ouest de l’Europe, constituent fondamentalement un héritage. Elles ont atteint dans leur évolution un stade de maturité. Les formes mobiles qu’elles peuvent présenter aujourd’hui résultent dans la plupart des cas du remaniement d’un stock sableux accumulé en d’autres temps. Sur le littoral aquitain, les grands empilements dunaires, ceux des dunes dites anciennes, datent des deux ou trois millénaires qui ont suivi la fin de la grande transgression postglaciaire. La mer, tandis que son niveau remontait, avait repoussé devant elle des sédiments qui s’étaient déposés sur la plate-forme continentale émergée pendant la période froide. Lorsque ce niveau se stabilisa, il y a environ 5 000 ans, se formèrent d’amples plages, bien alimentées en sable que le vent remettait en mouvement avant de l’accumuler sous la forme de grandes dunes que l’on peut qualifier de primaires. L’étude des minéraux rares a montré que le sable de ces dunes ne provient pas des sables dits des Landes sur lesquelles elles se sont avancées, mais bien du tri, par les vagues, de sédiments venus de l’avant-côte. A cette époque, le rivage se situait beaucoup plus à l’Ouest que l’actuel. C’est dans les premiers siècles de l’ère chrétienne, probablement dès la période gallo-romaine, une fois épuisée la réserve en sable de l’avant-côte et sur un littoral caractérisé par une haute énergie marine et éolienne, que la houle et le vent commencèrent à attaquer la première génération de dunes, attaque qui se manifeste toujours aujourd’hui. En « cannibalisant » avec l’aide de la mer ses propres dépôts, le vent édifia de nouvelles dunes, dites modernes, de nature secondaire car provenant d’un remaniement de congénères plus anciennes qu’elles ont chevauchées en s’avançant vers l’intérieur des terres. Elles seraient encore vives et mobiles aujourd’hui si elles n’avaient pas fait l’objet d’une vaste entreprise de fixation intégrale au cours du XIXème siècle par un boisement systématique en pins maritimes. Pour l’essentiel, les dunes de Bretagne relèvent aussi d’un héritage. Il existe un accord pour penser qu’elles se sont formées lors d’une période de baisse temporaire, de l’ordre de 4 à 5 m, du niveau de la mer, intervenue vers 3000-2000 B.P. Le vent a pu alors balayer de gros volumes de sable sur des espaces qui étaient exondés. Leur submersion postérieure mit fin à son action et les dunes furent spontanément fixées par une pelouse. Les déplacements de sable signalés par la suite s’expliquent par des remaniements. Au Moyen Age, ils sont probablement dus à des actions humaines qui ont déstabilisé le couvert végétal. Au XVIIème et XVIIIème siècle, c’est la péjoration des conditions climatiques liées au Petit Age glaciaire, caractérisé par une multiplication des épisodes tempêtueux, qui est sans doute à mettre en cause.

Il y a longtemps que les dunes des côtes de l’Europe du nord-ouest ont été modifiées par des actions humaines, tant dans leur couvert végétal que dans leur modelé. Le pâturage des pelouses dunaires a introduit des changements dans leur composition floristique. Surtout, on s’est efforcé un peu partout de fixer les dunes mobiles. Sans doute leur déplacement pouvait-il menacer d’ensevelissement des habitations, des champs, des voies de communication. Au XVIIème siècle, des intendants recommandaient de planter de l’Oyat pour freiner l’avancée des sables sur les rivages du nord de la France. Plus tard, les étendues de sable vif ont été perçues comme le symbole de la misère des sociétés rurales qu’elles avoisinaient. D’où les travaux de fixation de grande ampleur qui suivirent en France la signature du décret impérial du 14 décembre 1810. Ainsi, la vaste forêt homogène de pins maritimes qui, depuis la fin du Second Empire, s’étend sur plus de 80 000 hectares de dunes modernes en arrière de la côte d’Aquitaine a-t-elle été substituée à un écosystème naturel de grandes dunes mobiles. Et pour protéger cette forêt de l’ensablement, une dune calibrée, répondant à un “profil idéal”, véritable rempart de sable, a même été édifiée tout le long du rivage à l’aide de palissades et de plantations d’Oyat. L’état de maturité des dunes dont on a parlé ne signifie pas immobilité. Si celle-ci domine aujourd’hui, elle est insolite et elle s’explique par les manipulations dont les dunes ont fait l’objet au cours du temps.

Actuellement, le regard que la société porte sur le milieu dunaire est en train de changer. On commence à voir dans la dynamique éolienne que l'on a longtemps essayé de brider la source d'une remarquable identité paysagère et d'une grande richesse floristique. Il est fort probable que, si elle avait lieu aujourd'hui, la gigantesque entreprise de fixation par boisement des dunes mobiles de la côte d'Aquitaine se heurterait à l'opposition d'associations de défense de la nature. Des manifestations seraient organisées, comme celles qui, il y a quelques années, ont exprimé une hostilité à la construction de barrages sur la Loire , menacée de perdre ainsi les caractères d'un fleuve "sauvage", le dernier en France. La preuve en est que dans les pays d'Europe où existent encore des champs de dunes mobiles, elles font l'objet d'une protection dans le cadre de parcs nationaux, comme en Espagne celui du Coto de Doñana ou en Pologne celui de Slowinski. On va même quelquefois plus loin. En Angleterre, dans la réserve naturelle d'Ainsdale, près de Southport, sur la côte de la mer d'Irlande, les arbres d'une forêt de pins noirs, plantés au début du XXème siècle, ont été abattus sur une quinzaine d'hectares pour tenter de redonner à des dunes une mobilité que le boisement leur avait fait perdre.

On constate avec satisfaction que ce nouvel état d'esprit commence à imprégner la gestion des dunes de la côte atlantique française. Ainsi, on a renoncé depuis une vingtaine d'années à maintenir le long de la côte d'Aquitaine et de Charente-Maritime un cordon dunaire parfaitement calibré par un recours périodique à des engins lourds de terrassement. Une certaine souplesse est maintenant laissée à son évolution sous l'effet des attaques conjuguées de la mer et du vent. On se limite, dans les secteurs en déficit sédimentaire, à accompagner son recul inéluctable en le contrôlant par des actions de rapiéçage qui relèvent du **génie écologique**. Il perd ainsi son aspect d'ouvrage de génie civil au profit d'un modelé différencié plus naturel et aussi plus favorable à la biodiversité. Un pas de plus en avant a été franchi par l'ONF près de Merlimont, sur le littoral du département du Pas-de-Calais, où, dans une réserve biologique domaniale de 450 hectares, les travaux de fixation de dunes sont arrêtés depuis 1996. Le résultat est une remise en mouvement du sable et la reviviscence de formes paraboliques jusqu'alors entravées dans leur développement.

Il convient de s'orienter résolument vers une gestion des milieux dunaires fondée, non sur le gel de sa dynamique, mais tout au contraire sur son maintien et même sa réhabilitation, partout où elle ne constitue pas un risque pour des établissements humains. Si le mouvement du sable peut être dû à des actions anthropiques, en particulier là où la végétation fixatrice a été détruite par suite d'une fréquentation trop forte, il faut savoir qu'il relève avant tout d'une évolution naturelle, en particulier en arrière de plages en cours d'érosion, comme c'est un cas très fréquent aujourd'hui. Il est normal qu'apparaissent des siffle-vent et des creux de déflation, qu'ils s'agrandissent en caoudeyres et qu'ils donnent naissance à des langues de sables mobiles et à des dunes paraboliques, celles-ci finissant en général par se stabiliser spontanément. Ces formes de remaniements qui ont l'avantage de renouveler les biotopes sont d'ailleurs appelées à être encore plus actives avec l'accélération de l'élévation du niveau de la mer attendue au cours du XXIème siècle. Parce qu'une connotation péjorative colle toujours, à tort, au mot érosion, on s'obstine encore trop souvent, fallacieusement et fréquemment de manière routinière, à s'opposer à elle sur beaucoup de littoraux où elle ne constitue en rien une menace pour les riverains. Non seulement de l'argent est inutilement dépensé, mais on perd en diversité morphologique et écologique, donc en valeur patrimoniale. Une gestion durable des environnements côtiers en général implique d'interférer au minimum avec leur mobilité intrinsèque qui est indispensable pour leur adaptation à un environnement changeant et pour le maintien de leur capacité de résilience. En préférant cette démarche de conservation dynamique à celle de préservation statique qui prévaut encore trop souvent aujourd'hui, on contribuera à la sauvegarde de la qualité paysagère et de la richesse biotique des milieux dunaires.

Roland PASKOFF
Professeur émérite à l'université Lumière
de Lyon

RESUME

Les dunes littorales sont par nature l'objet de constants changements sous l'action de la mer et du vent. Original et fragile, ce milieu recèle de nombreux « habitats » d'intérêt communautaire qu'il s'agit de conserver. Paysages très attractifs, il est soumis à une pression humaine croissante, notamment touristique.

Gestionnaire d'une grande partie des dunes littorales de la côte atlantique française, l'Office National des Forêts a mis en œuvre de 1996 à 2001 un projet Life-Environnement de « Réhabilitation et gestion durable de quatre dunes françaises ». S'appuyant sur quatre sites pilotes représentatifs, en collaboration avec de nombreux partenaires (scientifiques, élus, associations…), ce projet a permis, d'une part, la sauvegarde de sites remarquables intégrés dans le réseau Natura 2000 et, d'autre part, de proposer des enseignements généralisables sur les côtes meubles d'Europe.

Ces recommandations visent à allier conservation et accueil touristique raisonné. Elles concernent les plages, les dunes bordières non boisées et les forêts dunaires : rôle capital des avant-dunes en matière de lutte passive contre l'érosion marine, contrôle souple des dunes blanches, exclusion des boisements en dune grise, gestion forestière économe et peu interventionniste s'appuyant sur le dynamisme naturel des peuplements de chênes, tourisme durable concerté…

Un important volet de diffusion des résultats complète l'action. Il s'adresse à plusieurs types de public et comprend notamment un film vidéo qui met en parallèle les expériences française et portugaise et ce livre de « connaissance et gestion durable des dunes de la côte Atlantique ».

Mots clés : *dune littorale, plage, forêt dunaire, végétation dunaire, génie écologique, gestion durable, suivi, accueil du public.*

ABSTRACT

By their very nature, coastal dunes are a linear, frontier environment, subject to constant change by the action of the sea and winds. This unique, fragile environment is home to many "habitats" of community interest that need to be preserved. Dunes also form one of the most attractive of landscapes and are thus subjected to increasing anthropic pressure, particularly from tourism.

As the management body for a large part of the dunes on the French Atlantic Coast, the Office National des Forêts implemented a Life Environment project – "The Rehabilitation and Sustainable Management of Four French Dunes" – which ran from 1996 to 2001. Involving four representative pilot sites and run in collaboration with a number of partners (scientists, elected officials, associations, et al.), the project worked to safeguard four exceptional sites that have been incorporated into the Natura 2000 network and to offer management solutions that can be generalized to much of Europe's mobile coastal features.

The resulting recommendations aim to combine conservation with rational tourist use. They apply to non-wooded dunes and dune forests, emphasizing the capital role played by foredunes in passive resistance to marine erosion, the flexible control of white dunes, minimum intervention and the exclusion of woodland for grey dunes, low-key forest management based on the natural dynamism of oak stands, joint action for sustainable tourism, etc.

An important feature of the project was the dissemination of results. Communication on the project is aimed at several types of audiences and includes a video which shows the French and Portuguese experiences in parallel and this project summary book : "Knowledge and sustainable management of Atlantic coast dunes"

Key words : *Coastal dune, beach, dune forest, dune vegetation, "ecological engincering" sustainable management, monitoring, public amenity.*

NB: see the layman's report at the end (Annexe 1).

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE 12

1ÈRE PARTIE : LE FONCTIONNEMENT DES MILIEUX DUNAIRES LITTORAUX DE LA CÔTE ATLANTIQUE

Chapitre 1 : les plages des côtes sableuses

Typologie et dynamique des plages des côtes sableuses - *Helena Granja* 20

Transferts sableux, échanges entre plage et dune, bilan sédimentaire - *Marie-Claire Prat* 37

Chapitre 2 : les dunes littorales non boisées

Histoire des dunes littorales calibrées d'Aquitaine - *Jean Favennec* 57

Les dunes de Quiberon-Plouharnel : héritages et dynamique actuelle - *Bernard Hallegouet et Catherine Yoni* 65

Genèse des systèmes dunaires de la forêt des Combots d'Ansoine et de ses abords - *Pierre Barrère* 83

Paysages des dunes littorales non boisées de la côte atlantique - *Jean Favennec* 93

Les cartes écodynamiques - *Marie-Claire Prat et Pierre Barrère* 109

Dynamique, analyse et typologie des dunes grises - *Françoise Rozé* 122

Place des mousses et lichens dans le paysage des dunes grises : cas du sud landais - *Raphaël Jun* 128

Diversité de l'entomofaune dunaire atlantique - *Patrick Dauphin et Hervé Thomas* 136

Chapitre 3 : les dunes boisées

Un exemple d'analyse historique en forêt de salis et des combots d'ansoine (Charente-Maritime) - *Guy Estève* 153

Liaisons entre dynamique des peuplements forestiers et systèmes dunaires dans le massif des Combots d'Ansoine
Christine Micheneau 164

Particularités floristiques et faunistiques des dunes boisées, intérêt écologique des « milieux associés »
Jean-Marc Thirion, François Veneau, Christian Lahondère, Patrick Lebon 172

2ÈME PARTIE : GESTION « DURABLE » DES LITTORAUX MEUBLES DE LA CôTE ATLANTIQUE : PRINCIPES ET PRATIQUES

Chapitre 1 : les plages des côtes sableuses

Gestion « durable » des plages - *Helena Granja* 183

La pollution des plages du Golfe de Gascogne par les macro-déchets - *Jean-Noël Salomon* 187

Le nettoyage global et systématique du littoral landais - *Joachim Oyarzabal* 193

Approche innovante du nettoyage du haut de plage et des avant-dunes sur le littoral landais - *Gilles Granereau* 196

Chapitre 2 : les dunes littorales non boisées de la côte atlantique

Contrôle souple et réhabilitation des dunes littorales non boisées de la côte atlantique - *Jean Favennec* 205

Conservation des dunes grises - *Françoise Rozé* 224

Chapitre 3 : les dunes, boisées des pratiques sylvicoles favorables au développement de forêts mélangées de pin maritime et de chênes

Les objectifs de la gestion « conservatoire » l'exemple des Combots d'Ansoine (Charente-Maritime) - *Christine Micheneau* 231

Comparaison de divers scénarios sylvicoles en faveur de la biodiversité en forêt dunaire des Combots d'Ansoine *Christine Micheneau* 234

Maintien et restauration des milieux ouverts associés à la forêt - *Christine Micheneau* 243

Des feuillus dans la pinède sud aquitaine - *Gilles Granereau* 248

Bases d'un guide de sylviculture des forêts dunaires du littoral Centre-Atlantique à Pin maritime et Chêne vert - *Pascal Jarret* 256

Chapitre 4 : évaluation et suivi du patrimoine écologique dunaire

Apport de la phytosociologie pour le suivi et l'évaluation des dunes littorales non boisées - *Philippe Richard* 265

Suivi des dunes littorales par transects mis en place par l'Office national des Forêts en Aquitaine - *Jean Favennec* 269

Le « Sommier de dune », un Système d'Information Géographique pour le suivi et la gestion prévisionnelle des dunes non boisées du littoral aquitain - *Dah Dieng* 275

Réflexions en vue de l'élaboration d'un outil d'évaluation de l'état des dunes non boisées du littoral aquitain *Marc-Henri Duffaud.* 281

Grille d'évaluation de l'état de conservation des dunes non boisées du littoral girondin - *Guillaume Février* 286

3ÈME PARTIE : LES LITTORAUX DUNAIRES ET L'ÉCONOMIE TOURISTIQUE, UN NÉCESAIRE ÉQUILIBRE ENTRE PROTECTION ET DÉVELOPPEMENT

Le développement touristique sur le littoral sud landais : aménagement et protection de l'environnement - *Marie-Claire Prat* 297

Accueil du public en milieu naturel sur le littoral girondin, les plans plages - *Sylvie Métayer* 322

Organisation de l'accueil du public : exemple de Quiberon-Plouharnel - *Loïc Gouguet* 327

Synergie du projet Life de Quiberon-Plouharnel avec un espace géographique plus large : le Grand Site de Gâvre à Quiberon *Loïc Gouguet* 333

Recommandations en matière d'accueil du public en milieu dunaire : exemple de Seignosse (Landes) - *Gilles Granereau* 336

L'information du public : Leçons du sud landais - *Gilles Granereau* 341

Les chartes d'environnement, pour la gestion concertée de territoires voisins : L'exemple de Tarnos, commune du sud landais *Gilles Granereau* 347

Le point de vue des élus locaux Interview en mairie de Tarnos 350

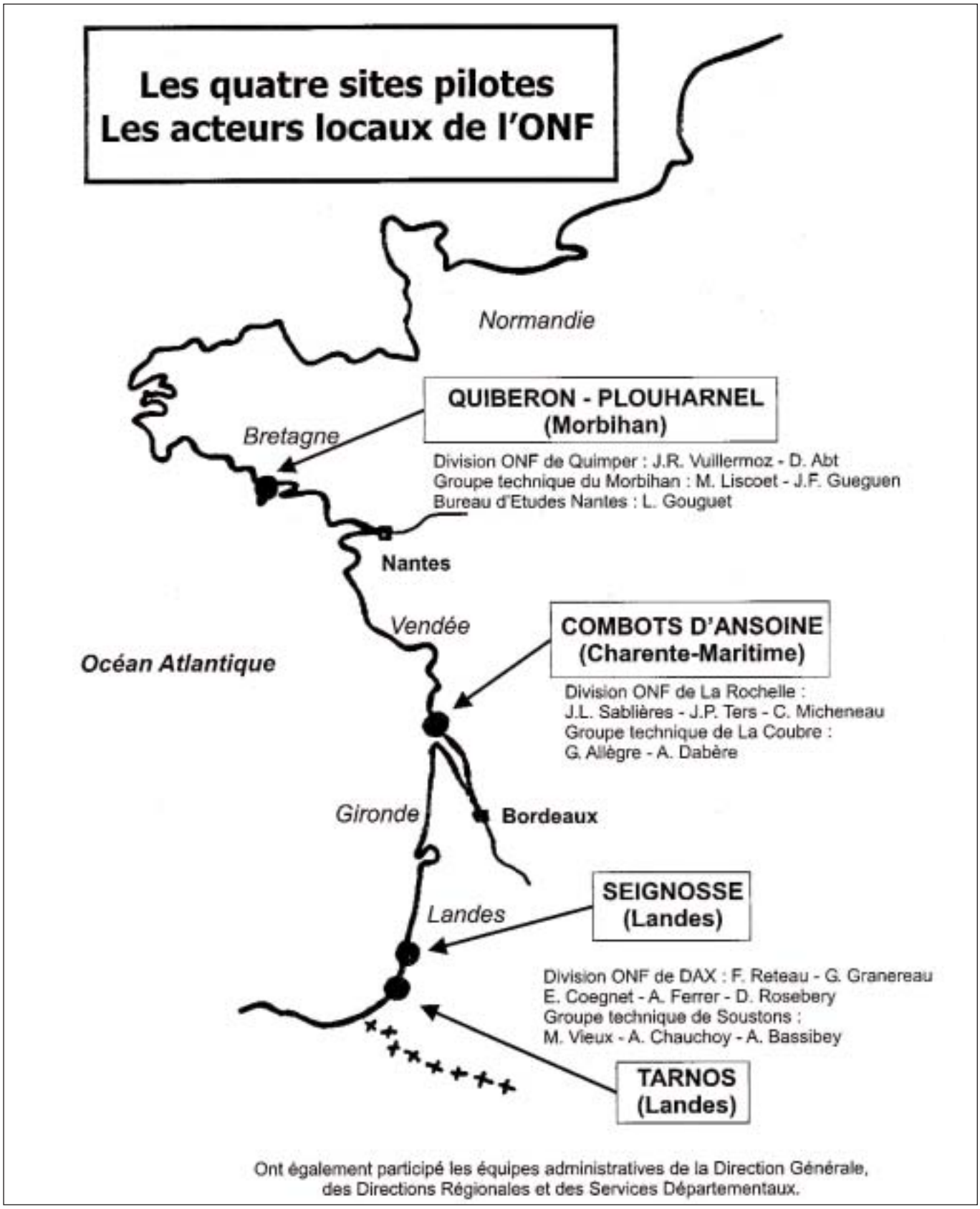
LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Layman's report (résumé détaillé en anglais) « Towards a conservation and a sustainable management of atlantic coastal forest and dune ecosystems » 357

ANNEXE 2 : Texte français du film vidéo « Gestion intégrée des dunes littorales atlantiques, sud-ouest français, centre et nord-ouest portugais » 365

ANNEXE 3 : Texte de la version portugaise du film vidéo « Gestão integrada das dunas litorais atlânticas, sudoeste francês, centro e noroeste português » 377

ANNEXE 4 : Liste des études réalisées sur les différents sites pilotes 389


Les quatre sites pilotes
Les acteurs locaux de l'ONF
Normandie
Bretagne
QUIBERON - PLOUHARNEL
(Morbihan)
Division ONF de Quimper : J.R. Vuillermoz - D. Abt
Groupe technique du Morbihan : M. Liscoet - J.F. Gueguen
Bureau d'Etudes Nantes : L. Gouguet
Nantes
Vendée
Océan Atlantique
COMBOTS D'ANSOINE
(Charente-Maritime)
Division ONF de La Rochelle :
J.L. Sablières - J.P. Ters - C. Micheneau
Groupe technique de La Coubre :
G. Allègre - A. Dabère
Gironde
Bordeaux
Landes
SEIGNOSSE
(Landes)
Division ONF de DAX : F. Reteau - G. Granereau
E. Coegnet - A. Ferrer - D. Rosebery
Groupe technique de Soustons :
M. Vieux - A. Chauchoy - A. Bassibey
TARNOS
(Landes)
Ont également participé les équipes administratives de la Direction Générale,
des Directions Régionales et des Services Départementaux.

INTRODUCTION GÉNÉRALE : CONTEXTE, ACTIONS, PRINCIPAUX ACQUIS

Ce manuel d'aide à la gestion conservatoire des dunes boisées et non boisées du littoral atlantique est destiné tout à la fois aux praticiens de terrain, aux acteurs de l'aménagement du territoire, aux enseignants, aux élus, aux amateurs et naturalistes curieux... Il regroupe les principaux enseignements des travaux menés sur quatre sites pilotes, avec l'aide de l'Union Européenne, dans le cadre du projet LIFE 95 de « réhabilitation et gestion durable de quatre dunes françaises ». Ce projet d'un coût total éligible de 913.000 Euros a été mis en oeuvre par l'ONF de janvier 1996 à juillet 2001. L'expérience des nombreux partenaires impliqués a permis d'élargir et de généraliser le domaine d'application des enseignements.

Fruit d'un travail collectif, ce livre n'a été possible que grâce à différentes aides : tout d'abord celle du programme européen LIFE-Environnement, mais aussi celles de plusieurs Régions (Aquitaine, Poitou-Charentes, Bretagne), Départements (Landes et Morbihan) et Communes (Seignossse, Tarnos et Plouharnel), celles de l'Etat (Ministère de l'Agriculture), du Conservatoire du Litttoral et de l'ONF.

Il émane aussi de l'engagement de tous les acteurs, universitaires, élus, naturalistes, associations, agents de l'ONF, ouvriers... qui ont su dialoguer, conceptualiser et mettre en pratique des modes de gestion innovants. Les conseils scientifiques et les relectures de Jean Timbal (INRA), Jean Claude Rameau (ENGREF) et Jean Laporte-Cru (Université de Bordeaux 1) ont été précieux. Nous avons une gratitude particulière pour le professeur Pierre Barrère qui depuis plus de 20 ans aide l'Office National des Forêts à porter un regard plus large sur les milieux littoraux.

Les dune littorales, des espaces de grande originalité biologique et paysagère, fragilisés par une pression humaine croissante.

Les milieux littoraux, et tout particulièrement **les côtes meubles à dunes,** sont soumis à une forte dynamique naturelle, constamment remaniés par le vent et la mer. Au cours du XIXème siècle, la majeure partie des dunes atlantiques a été fixée par boisement, et sur leur partie bordière, un cordon littoral de protection a été érigé. Après cette phase de « domestication », la deuxième moitié du XXème siècle est marquée par un très fort accroissement de la pression humaine (tourisme, urbanisation…). Plus récemment, émerge une prise de conscience de la nécessité d'équilibrer conservation et développement.

Une approche pluridisciplinaire associant de nombreux partenaires.

Le projet vise à développer une gestion intégrée des milieux dunaires littoraux, en conciliant protection patrimoniale et activités économiques. Riche de son expérience de gestionnaire de 500 km de côtes en France, en majorité des dunes sur la façade atlantique, l'ONF apporte des propositions concrètes de **génie écologique.**

Pour répondre à des attentes multiples, les études croisent diverses disciplines, dans le cadre d'un large partenariat :
En France, avec le Conservatoire du littoral, les collectivités territoriales, l'Etat, les universités (Bordeaux, Rennes et Brest), l'INRA, des associations (Nature Environnement 17, Société Linnéenne de Bordeaux, Société botanique du centre-Ouest…)…
Avec le Portugal (Université du Minho, Direction Générale des Forêts et Parc Biologique de Vila Nova de Gaia) dont le littoral centre et nord présente de nombreux caractères voisins avec la côte atlantique française.

Réhabilitation et plans de gestion conservatoire de quatre sites d'intérêt communautaire

Les actions menées ont tout d'abord permis la réhabilitation et l'élaboration de plans de gestion d'écosystèmes dunaires de haute valeur patrimoniale (les sites pilotes sont intégrés au réseau Natura 2000). Les plans d'action ont pris en compte la dimension économique et visé à concilier conservation et tourisme « durable ».

Dunes domaniales de Quiberon-Plouharnel (Morbihan). C'est le maillon sud du plus grand ensemble dunaire breton : l'arc de Gâvres à Quiberon. Les pelouses de dunes « grises » (habitat prioritaire de la Directive européenne « habitats ») y sont particulièrement développées, mais soumises à une très forte pression touristique. Un plan global de réorganisation de l'accueil, coordonné avec un plan d'aménagement forestier orienté vers la conservation et la restauration des dunes grises, y est élaboré.

Dunes des Combots d'Ansoine, propriété du Conservatoire du Littoral (Charente-Maritime). Cette dune boisée de 899 ha, gérée par l'ONF, borde la sortie de l'estuaire de la Gironde. Ce site est particulièrement bien adapté pour une réflexion générale sur la gestion intégrée des dunes boisées de la façade atlantique**.** L'action a été centrée sur l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de gestion pilote permettant d'enrichir durablement la diversité biologique du massif.
Différents scénarios sylvicoles sont testés : techniques d'éclaircie des taillis de Chêne vert, conduite des fourrés de jeunes peuplements mélangés de Pin maritime et de chênes, méthodes de renouvellement des vieilles futaies de Pin maritime… Ils ont démontré la possibilité de s'appuyer fortement sur le dynamisme naturel des Chênes pour guider cette forêt dunaire vers une mosaïque de peuplements mélangés plus riche et plus stable.
Des mesures innovantes de valorisation des milieux d'intérêt écologique particulier ont été mises en œuvre : restauration d'un réseau de mares, maintien de landes à bruyères et de prairies, conservation d'îlots de forêt ancienne en évolution libre…

Dunes domaniales (ONF et Conservatoire) de Seignosse-le-Penon (Landes). Sur un front de 4 km, se succèdent une dune « urbaine » et une dune « sauvage ». La juxtaposition de secteurs à vocations différentes et l'implication de nombreux acteurs en font un site idéal pour adapter les techniques de gestion des dunes selon leur fonction dominante. Plusieurs actions ont été menées : réhabilitation de la dune urbaine, réorganisation de l'accès aux plages, plan de gestion commun pour les dunes de l'ONF et du Conservatoire, information du public sous diverses formes (exposition, visites guidées, panneaux…)… Des méthodes généralisables pour un contrôle souple des dunes littorales ont été démontrées.

Dunes domaniales de Tarnos (Landes). Au sud de la côte sableuse d'Aquitaine, sur la rive nord de l'Adour, ce site présente des caractères très originaux. Le tourisme balnéaire y voisine avec une zone industrialo-portuaire à la périphérie du pôle urbain de Bayonne-Anglet-Biarritz. Il recèle une très grande richesse écologique avec notamment la plus vaste station atlantique de Lis de mer (*Pancratium maritimum*), mais ce patrimoine est menacé par une pression anthropique mal maîtrisée.
Diverses actions ont été développées pour limiter les contraintes et faire coexister la sauvegarde d'un écosystème précieux avec une fréquentation touristique et périurbaine : nettoyage manuel sélectif de la dune et de la plage, pose de clôture en limite de haut de plage pour sauvegarder les dunes embryonnaires et plus spécialement pour la très rare *Euphorbia peplis* quasi-disparue du littoral atlantique, transformation d'une route longitudinale en piste cyclable, sentier de découverte du milieu dunaire, schéma d'organisation des usages du site et de sa périphérie…

Des progrès en matière de connaissance et de suivi des écosystèmes dunaires

S'appuyant sur les acquis des sites pilotes, le projet a un impact qui les dépasse largement et concerne plusieurs domaines :

- **Les dunes jouent un rôle d'amortisseur de l'érosion marine,** les échanges de sable entre plage et dune, ces deux compartiments des « cellules sédimentaires », ne doivent pas être interrompus.
- Diverses **cartographies écodynamiques** et études de végétation ont permis de préciser le vocabulaire de lecture et d'interprétation des paysages dunaires.
- **L'écologie des dunes grises** a été affinée. Le développement optimal des variantes de dune grise dépend de la largeur sur laquelle peuvent s'exprimer librement les processus dynamiques. Une attention particulière est portée vers les mousses et lichens.
- **L'entomofaune du littoral dunaire** atlantique comprend au moins 2000 espèces. Les plus caractéristiques concernent la plage et la dune blanche. La richesse en insectes est liée à la diversité floristique. L'écosystème le plus menacé est celui des plages.

- **Les dunes boisées en Pin maritime sont progressivement colonisées naturellement par divers chênes.** La compréhension de ces processus évolutifs a permis de fonder une nouvelle stratégie de gestion forestière.
- Divers **protocoles de suivi** ont été mis en place : certains sont orientés vers des recherches ciblées sur la biologie et l'écologie de la restauration, d'autres, plus généralistes, permettent une évaluation globale de l'état des lieux et une comparaison des états successifs du patrimoine. Ils ont permis de préciser le concept et de cerner les difficultés de l'évaluation.

Développement de pratiques favorables à la multifonctionnalité des dunes littorales alliant biodiversité, tourisme et protection.

La protection du système avant-dune/haut de plage est essentielle pour éviter la déperdition de sédiments, facteur important du recul des côtes. L'efficacité de pratiques de gestion dans ce sens ont été démontrées (clôtures en haut de plage dans les secteurs fréquentés, plantation d'Agropyron…). Elles doivent être associées à des précautions en matière de nettoyage des plages.

Des propositions innovantes de **nettoyage sélectif des hauts de plage** sont mises au point pour limiter l'impact négatif des nettoyages mécaniques excessifs.

Les principes et techniques de contrôle souple de la mobilité des dunes littorales, selon la dynamique marine (érosion, accrétion, stabilité) et selon leur fonction dominante, ont été précisés. En zone « sauvage », priorité à la partie frontale et action minimale en arrière-dune avec libre développement de dunes semi-fixées. En zone urbanisée et/ou de fort accueil touristique, l'impact de la fréquentation est limitée par un guidage du public, mais aussi par une forte réduction de l'érosion éolienne.

Dunes grises. Le contrôle de la mobilité des dunes bordières a aussi pour but de protéger les dunes grises. S'il est impératif d'en exclure toute fréquentation motorisée ainsi que tout reboisement, il faut y laisser s'exprimer les diverses « perturbations » (vent, saupoudrage sableux, pâturage des lapins…) sources de diversité de sa mosaïque paysagère.

En dunes boisées, développement d'une sylviculture s'appuyant sur la dynamique naturelle pour orienter ces massifs vers des peuplements mélangés de Pin maritime et de feuillus.

Tourisme durable : Il est possible de concilier un développement touristique raisonné avec une politique globale de conservation des milieux. Cela nécessite une étroite et constante concertation entre les différents acteurs de l'aménagement du territoire, tant lors des phases d'équipement que pour l'entretien et la surveillance qui doivent suivre. Des méthodes d'information du public ont été mises au point.

Organisation d'une concertation continue entre gestionnaires et élus responsables de l'aménagement du territoire.

Il est bon de contractualiser périodiquement l'accord (technique et financier) des différents partenaires dans le cadre de plans de gestion, documents d'objectifs, chartes… La mise au point de ces contrats est le socle d'une action cohérente, concertée et durable.

« Grand site national » de Gâvres à Quiberon. L'intégration du site domanial dans un ensemble intercommunal beaucoup plus large permet d'une part de valoriser les résultats et d'autre part d'assurer à long terme les réalisations prévues ainsi que leur entretien.

« Chartes pour une gestion durable et concertée du littoral » pour les communes de Tarnos et de Seignosse. Cette démarche vise à harmoniser les objectifs de plusieurs propriétaires dont les territoires sont imbriqués. Le regroupement de diverses collectivités autour de missions transversales d'intérêt général est à rechercher. C'est le cas de la procédure alternative de nettoyage sélectif des plages initiée dans le sud landais, créatrice potentielle de nouveaux emplois, qui est de nature à fédérer plusieurs communes et départements.

Une large diffusion des résultats et des connaissances

Une diffusion des résultats et des transferts de connaissances multiformes ont été développés pour atteindre une large gamme de publics :

En direction du grand public : brochure « Les dunes littorales de la côte atlantique », double feuille illustrée distribuée dans différents points d'information sur le littoral (mairies, offices de tourisme…) et lors des visites guidées organisées par l'ONF ; poster « mousses et lichens des dunes littorales d'Aquitaine » ; sentier de découverte et livret guide du massif des forges de l'Adour à Tarnos ; guide pratique des insectes et petits animaux des dunes (fruit d'une collaboration entre l'ONF et la Société Linnéenne de Bordeaux, un ouvrage illustré sera publié aux Editions Sud-Ouest fin 2002)…

En direction des milieux scolaires et universitaires, des administrations, des services techniques des collectivités…

Film vidéo de 50 minutes « Gestion intégrée des dunes littorales atlantiques : Sud-ouest français – Centre et nord-ouest portugais ». Il décrit le fonctionnement et les modes de gestion des dunes littorales et se conclut par des enseignements généralisables pour une gestion durable des littoraux dunaires atlantiques. Nos partenaires réalisent une version portugaise.
Le présent livre de synthèse des enseignements du projet LIFE 95 divisé en trois parties : fonctionnement des milieux, principes et pratiques de gestion et les littoraux dunaires dans l'économie touristique.

En direction des gestionnaires de l'ONF.

Au delà des documents précédents, les acteurs de terrain de l'ONF ont bénéficié de sessions de formation centrées d'une part sur l'analyse et le contrôle souple des dunes littorales et d'autre part sur les nouvelles pratiques sylvicoles dans les forêts dunaires à Pin maritime et chênes.
Les essais et démonstrations menés en dune boisée constituent le fondement d'un « guide de sylviculture des forêts littorales à Pin maritime et Chêne vert », directive de gestion forestière économe et opportuniste qui sera applicable de la Bretagne au nord aquitain.

En direction de divers organismes publics en France.

Le Conservatoire du Littoral. Le dialogue entre plusieurs sensibilités, plusieurs cultures, est source de progrès. A ce titre, la collaboration dans le cadre du projet Life a beaucoup apporté à deux des principaux acteurs de la conservation des littoraux en France : le Conservatoire du Littoral et l'ONF.
Le Ministère de l'Agriculture, partenaire du projet Life, a retenu des mesures favorables à la biodiversité dunaire dans le cadre de ses actions forestières à caractère protecteur, environnemental et social (Circulaire du 7 mai 2001).
Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Le projet LIFE a ouvert de nouvelles collaborations en élargissant la réflexion au-delà des limites territoriales et des domaines traditionnels. C'est ainsi que l'ONF s'associe à d'autres organismes, notamment le BRGM, pour mettre en place des réseaux de suivi des écosystèmes côtiers.

En direction de la communauté scientifique et des experts concernés par les questions littorales.

Les acquis du projet Life ont été disséminés à l'occasion de divers séminaires et colloques (communications de J. Favennec) : « Coastal dunes, management, protection and research » au Danemark (août 97), « Dunas da zona costeira de Portugal » séminaire EUROCOAST Portugal (juin 1998), « Encontro técnico sobre conservaçao de dunas » à Vila Nova de Gaia (janvier 99) séminaire de l'ensemble des gestionnaires d'espaces côtiers protégés du Portugal, « Connecting science and management in the coastal zone » colloque EUCC de Pologne (juin 99), Colloque « Erosion côtière et aménagement durable » à Dunkerque (septembre 2001), exposé sur la gestion multifonctionnelle des forêts littorales au 4ème Congrès Forestier portugais (septembre 2001) organisé par la *Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais…*

<u>Transfert de connaissances entre la France et le Portugal</u>

Les acquis du projet Life ont été enrichis par un dialogue avec des géologues et des forestiers du Portugal. La méthode de cartographie écodynamique a été validée sur un site portugais (Torreira, au nord de la lagune d'Aveiro). Les pratiques de gestion de l'ONF ont été exposées au Portugal à plusieurs occasions. Un film vidéo mettant en parallèle les deux pays a été produit.

Recommandations générales pour une gestion durable des littoraux dunaires atlantiques en Europe

Les côtes meubles à plages et dunes sont par nature mobiles. Pour continuer à bénéficier des services qu'elles rendent, il faut en accepter les fluctuations, trop souvent considérées uniquement comme des menaces. Ce choix n'exclut pas un usage économique raisonné.

- Toute intervention localisée est à replacer dans un contexte d'espace et de temps plus large.

- La constitution de réseaux de suivi permanent et interdisciplinaire est souhaitable.

- Lorsque des interventions sur les dunes sont décidées, on donnera la priorité aux techniques souples qui interfèrent le moins possible dans le déroulement des processus naturels.

- Sur les côtes très urbanisées, la lutte directe contre l'érosion marine est souvent jugée inévitable. Les défenses dures ont alors un impact irréversible sur les tronçons adjacents dont le recul est accéléré. Le rechargement des plages peut être une alternative intéressante sur les côtes peu exposées, à condition que le sédiment provienne d'une source extérieure à la cellule sédimentaire.

- Le coût des interventions est aussi à prendre en compte et à rapprocher de leur intérêt général.

- Les dunes littorales et les plages qui les précèdent, constituent de précieux éléments du patrimoine naturel collectif, qu'il faut éviter de dénaturer, par l'introduction de végétaux exogènes, par des reboisements excessifs de dunes grises, par des nettoyages mécaniques trop systématiques des plages…

- Pour que les dunes littorales jouent de façon optimales un maximum de fonctions complémentaires**, une frange terrestre non urbanisée suffisamment large doit leur être réservée**.

- Dans les dunes boisées, on peut concilier économie touristique et conservation. A l'arrière de la frange terrestre inéluctablement instable, la dune boisée peut accueillir certains équipements nécessaires à l'accueil touristique. Les forêts dunaires à base de Pin maritime peuvent se diversifier par une sylviculture économe s'appuyant sur la progression naturelle des espèces feuillues.

D'une façon générale, le projet a participé à modifier les mentalités pour une prise en compte des aspects environnementaux dans tous les actes de gestion et d'aménagement du territoire… La diffusion de connaissances mérite d'entrer dans les pratiques habituelles de gestion, elle doit impliquer conjointement les acteurs de terrain, les responsables locaux de l'aménagement du territoire et les scientifiques.

La collaboration transfrontalière est indispensable pour qu'émerge une politique européenne. L'intérêt d'un manuel pratique multilingue de typologie, de terminologie et de bonne gestion des milieux dunaires a souvent été exprimé. A ce titre, les acquis de ce projet LIFE mériteraient d'être associés aux réflexions menées dans d'autres pays, l'EUCC pourrait être porteur de ce travail de synthèse au niveau européen.

Les réhabilitations réalisées, les progrès et les transferts de connaissances… s'inscrivent dans la recherche de conciliation entre usages durables et amélioration de l'état de l'environnement, bases de l'Aménagement Intégré des Zones Côtières (AIZC) préconisé par les cinquième et sixième programmes d'action pour l'environnement de la Commission des Communautés Européennes.

Jean Favennec
Chargé de Mission ONF - Littoral

1ÈRE PARTIE

LE FONCTIONNEMENT DES MILIEUX DUNAIRES LITTORAUX DE LA CÔTE ATLANTIQUE

L'objectif principal du projet est de proposer des modes de gestion adaptés aux attentes sociales, sans dégrader le potentiel du patrimoine collectif que constituent les milieux dunaires. Mais avant d'agir, il faut faire l'état des lieux, évaluer les processus qui se déroulent... Ce décryptage du langage de la nature demande patience, rigueur, dialogue, humilité... Jamais nous ne pourrons tout comprendre avant d'agir. Les actes de gestion resteront en partie sous-tendus par l'intuition, les savoir-faire traditionnels et un certain degré de prise de risque.

Cette première partie de l'ouvrage regroupe les préalables à l'action et tente de répondre à plusieurs questions :

- quels sont les processus en jeu ?
- quelle est la part des événements accidentels et des tendances évolutives de fond ?
- quel est l'impact des actions humaines ?
- quel est l'état des richesses du patrimoine biologique, paysager et culturel ?

Trois domaines sont successivement abordés : les plages des côtes meubles, les dunes littorales non boisées et les dunes boisées. Les différents auteurs montrent la grande interdépendance de ces paysages rencontrés successivement de la plage vers l'intérieur.

CHAPITRE 1

LES PLAGES DES CÔTES SABLEUSES

TYPOLOGIE ET DYNAMIQUE DES PLAGES DES CÔTES SABLEUSES

Helena Granja
Universidade do Minho, Departamento de Ciências da terra,
Largo do Paço, 4719 Braga codex, Portugal
Tél. : 00.351.53.60.43.03 - Fax : 00.351.53.67.82.06 - Email : Hgranja@dct.uminho.pt

Résumé :
Les côtes à plages sont très attractives pour l'Homme, qui n'a pas toujours su vivre en harmonie avec ce milieu dynamique et particulièrement sensible aux changements. Il existe plusieurs types de côtes à plages, mais toutes sont façonnées par les mêmes agents (houle, marée, courants, vent…) et dépendent étroitement du bilan sédimentaire.
Dans chaque plage, on peut distinguer plusieurs zones caractérisées par une dynamique et une morphologie propres, l'importance relative de ces zones étant variable selon les littoraux. Les plages présentent aussi des formes mineures constituant une réponse aux agents dynamiques locaux.
D'après leur dynamique, les plages peuvent être divisées en trois grands groupes, chacun ayant ses propres caractéristiques morphologiques. Certains de ces traits morphologiques ont un caractère indicateur (stabilité, instabilité…) utile en matière de gestion.

Abstract :
Beach coastlines exert a strong attraction on people, but their impact on these dynamic and particularly change-sensitive environments has by no means always been positive. There are several types of beach coastlines, but all are shaped by the same agents – waves, tides, currents, winds, etc. – and are highly dependent on the sedimentary balance.
Every beach can be divided into several zones, each characterized by its own dynamics and morphology. The relative extent of the zones varies from one coast to another. Beaches may also contain minor features in response to local dynamic agents.
According to their prevailing dynamics, beaches can be classified in three major groups, each with its own morphological characteristics. Certain morphological traits can be used as indicators (stability, instability, etc.) in management.

INTRODUCTION

Au niveau mondial, de nombreux littoraux, et tout particulièrement les côtes à plages, sont très attractifs pour l'Homme, soit comme habitat permanent, soit comme destination touristique. Ces concentrations de population qui ne cessent de croître, ont des impacts dont certains sont irréversibles et appauvrissent le patrimoine naturel littoral.
Il existe une grande variété de côtes en bordure des différents continents. Elle résulte de l'interaction entre les facteurs de la dynamique (vents, vagues, marées, courants…) et les facteurs géologiques et morphologiques (lithologie*, structure et relief…). L'approche morphologique distinguera des côtes hautes ou basses. Les côtes basses et meubles comprennent notamment des côtes à plages, des lagunes et îles-barrières, des estuaires, des deltas, des « waddens » ou marais maritimes -*tidal flats*-.

Nous étudierons ici les côtes meubles bordées de plage. Le sable des dunes provient principalement de la plage, Il est nécessaire de comprendre le fonctionnement des plages, systèmes « amont » qui conditionnent la dynamique des dunes bordières.
Les plages sont très sensibles aux agents extérieurs, soit naturels (tempêtes, remontée du niveau de la mer...), soit anthropiques (occupation désordonnée et/ou dense, pollution...) qui provoquent des changements parfois brutaux. C' est le cas de l'érosion côtière, source de problèmes très complexes pour les responsables des aménagements côtiers. Les plages sont des unités géomorphologiques inclues dans des systèmes naturels plus vastes dont nous devons comprendre les origines et l'évolution en vue de les préserver pour notre usage et celui des générations futures.

I - Les côtes à plages et les plages, définitions et forces en action.

I.1 - Les types de côtes

On peut distinguer plusieurs types de côte meuble, d'après leur morphologie (côtes rectilignes, découpées où alternent caps – *headland* - et baies – *bay* -) et leur dynamique (de basse, moyenne ou grande énergie).

Selon l'amplitude de la marée, on définit des côtes micro-tidales (marnage* inférieur à 2 m), méso-tidales (marnage compris entre 2 et 4 m) et macro-tidales (marnage supérieur à 4 m). Cependant, c'est l'importance relative de l'action des houles et des marées qui conditionne le développement d'un certain type de côte. Selon ces interactions houle/marée, les côtes peuvent être divisées en trois groupes (Elliot, 1986) :

- Les côtes dominées par la houle - *wave-dominated* - (plages, îles-barrières microtidales et cheniers*) sont caractérisées par un profil transversal incliné vers la mer - *seaward dipping* -, le bas de plage (*beach face*) étant l' élément morphologique principal.

- Les côtes mixtes - *mixed energy* -, sont influencées tantôt par la marée, tantôt par la houle. Elles sont caractérisées par la présence de passes de marée - *tidal inlets* -, avec des deltas entre îles-barrières.

- Les côtes à marée prépondérante - *tide-dominated* - (waddens et estuaires) sont régies par l'amplitude de la marée qui détermine le degré de mélange entre eaux douce et salée et le type de circulation, ainsi que par les courants de marée qui contrôlent le transport et le dépôt de sédiments.

On n'étudiera ici que les côtes meubles à plages. Ce sont les côtes à accumulation de sédiments non consolidés (sables, graviers et galets) et soumises à l'action des houles, ce qui exclut les littoraux vaseux et embouchures. Elles résultent de l'accumulation de sédiments provenant de multiples sources, locales (telles que falaises et dunes) ou allochtones. Parmi les sédiments de sources externes, on peut distinguer ceux qui proviennent de la météorisation* des roches de la partie terrestre et qui sont apportés à la mer par les rivières et ceux qui proviennent de la plate-forme continentale et sont transportés par l'action des houles et courants.

I.2 - Les plages

On définit comme plage toute accumulation de sédiments non consolidés de granulométrie* comprise entre les sables - *sand* - (0.06 à 2.0 mm), graviers - *granules*/*pebbles* - (2 à 60 mm), galets - *cobbles* - *(*60 à 200 mm) et les blocs – *boulders* - (>200 mm). Nous aborderons principalement les plages à sables et graviers. La plage est encadrée, du côté mer, par la limite de la marée basse et, du côté terre, par la limite de l'action des vagues de tempête. Généralement, le côté terre de la plage est marqué par une rupture de pente liée à la présence de dunes, de falaises ou, même, de structures anthropiques.

I.3 - Les forces en action

La formation d'une plage nécessite la conjonction d'une source suffisante de sédiments et d'un site favorable à leur accumulation. Certaines plages sont de très faible extension (comme les plages de poche - *pocket beaches* -, d'autres s'étendent sur des centaines de kilomètres (comme sur la côte Est des Etats Unis, les côtes d'Australie, d'Afrique du Sud…).
Le sable peut être transporté par le vent, les rivières, la houle et ses courants associés, les courants de marée et d'autres courants marins ou par une combinaison de ces différents agents.

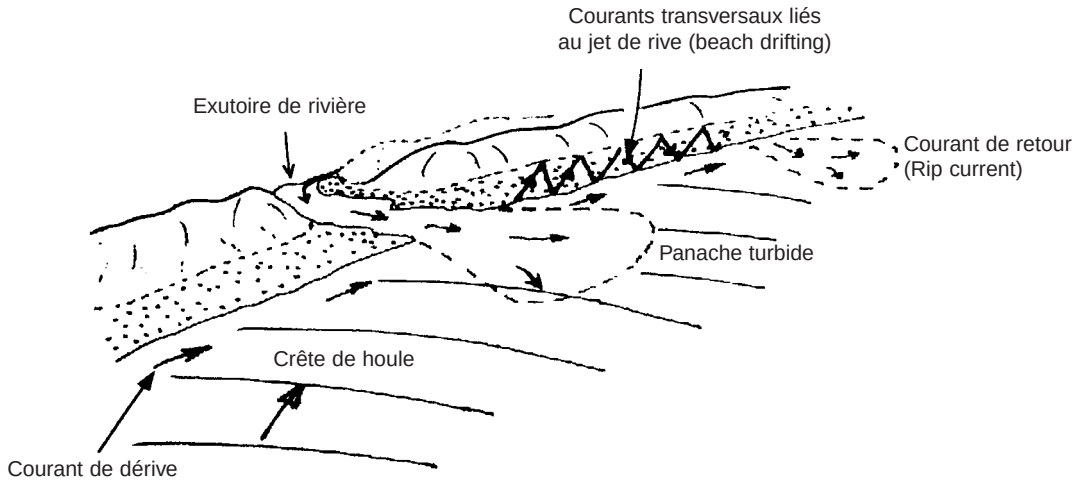


Figure 1 : Courants de dérive

La houle se comporte généralement comme un agent de remise en suspension des sédiments qui sont ensuite transportés par des courants. Dans la zone de déferlement -*surf zone*-, le transport est généralement dominé par les houles (**Figure 1)**, à travers leur déferlement et leurs courants induits : courants transversaux (courants de retour - *rip currents* - et de jet de rive - *swash/backwash* -) et longitudinaux (courants de dérive littorale - *longshore currents*).

Le **déferlement** des houles correspond à l'écroulement de l'avant de la vague qui est devenue trop abrupte. Il peut se produire de différentes façons qui dépendent de la pente de la plage, de la longueur, de la période, de la hauteur et de la cambrure des vagues. Selon un gradient croissant de la pente de plage, de la hauteur et la période de la houle, le déferlement peut être : déversant - *spilling* - (les houles se brisent graduellement avec de l'écume en crête), en volute – *plunging* - (la crête plonge en avant de la vague déferlante), à «effondrement» - *collapsing* - et à gonflement - *surging* - (les houles gonflent et forment une écume à mi hauteur de la vague mais leur base atteint la plage avant que la crête ne puisse plonger en avant).

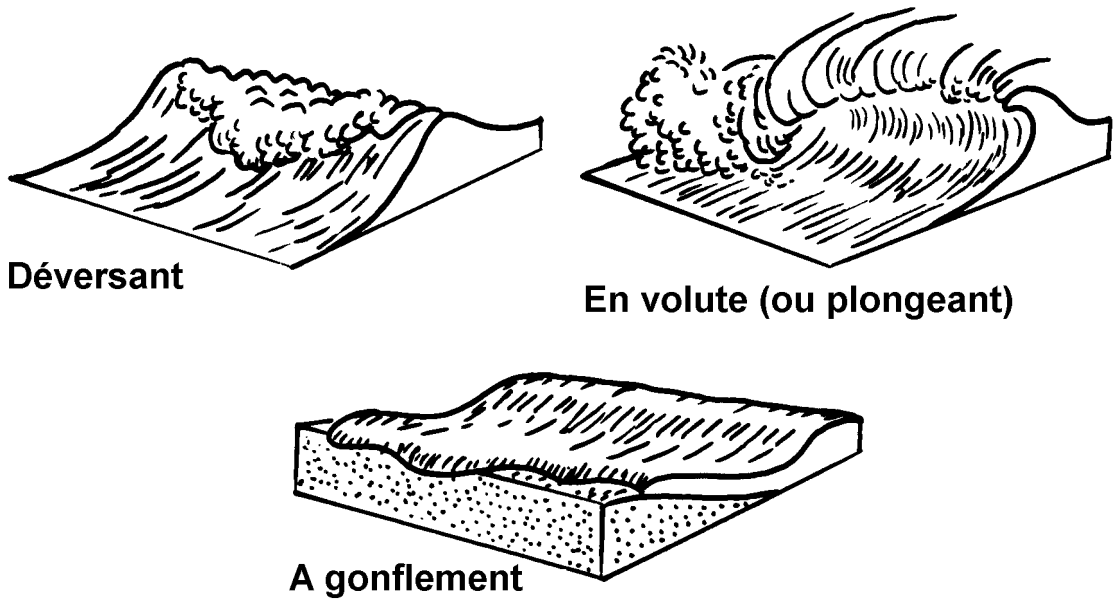


Figure 2 : Différents types de déferlements *(D'après L. Schmied)*

Au-delà de la zone de déferlement en direction du large, l'essentiel du transport se fait par charriage* au niveau du fond. Le transport en suspension se fait surtout dans la zone de déferlement des vagues.
Le bilan de la mobilité sédimentaire (budget sédimentaire) - *sedimentary budget* - d'une zone est fonction de la masse des entrées - *inputs* - et des sorties - *outputs*- de la cellule sédimentaire.

Une **cellule sédimentaire** peut être définie comme un espace côtier bien individualisé - *sedimentary unit* - sur lequel on sait à la fois définir les processus de transport entre zones d'érosion et d'accumulation et quantifier les sédiment transportés. Dans l'idéal, chaque cellule est isolée de sa voisine avec laquelle elle n'échange pas de sédiments. Le long d'une côte, les cellules sont limitées par des promontoires rocheux, de larges passes, des embouchures de fleuves (estuaires, deltas), des canyons sous-marins… En réalité, si certaines cellules sont bien isolées, d'importants transferts ont souvent lieu entre cellules voisines.

II - Les formes de plage.

II.1. - Les grands types de plages (approche macroscopique des formes en plan)

Nous reprendrons ici la typologie de Pinot (1998), pour qui les plages peuvent se regrouper en trois grands types dépendant de leur ancrage. Selon l'orientation des plages par rapport aux houles dominantes, il en résultera des formes différentes, voir **figure 3** :

- Plages adossées, appuyées contre un relief, elles ne peuvent pas migrer vers l'intérieur.
- Plages accrochées, ancrées aux deux extrémités, elles se présentent soit longitudinalement -(cordon sableux), soit transversalement (tombolo).
- Plages en flèche à pointe libre, ancrées à une seule extrémité.

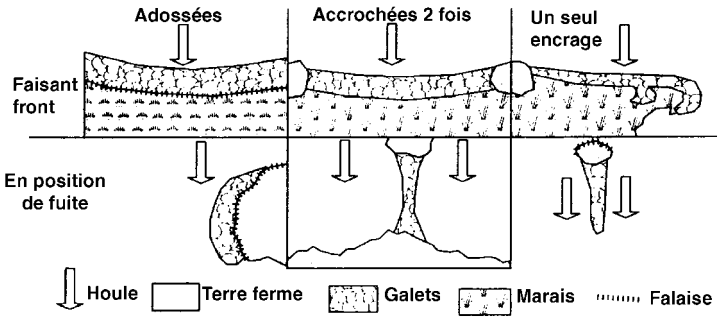


Figure 3 : Les principaux types de plage *(d'après J-P Pinot)*

II.2. - Formes en coupe, profils de plage

Le profil général d'une plage est variable selon les caractéristiques de ses sédiments et la houle qui y déferle. En simplifiant, on peut dire qu'une plage à sédiments grossiers aura une pente forte tandis qu'une plage à sédiments fins présentera une pente douce. Les profils de plage varient aussi avec les conditions de mer au cours de l'année, ainsi distingue-t-on un profil de beau temps et un profil de tempête **(figure 4**).

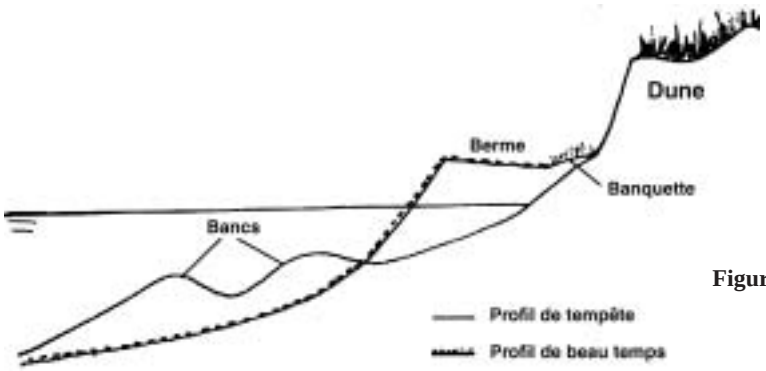


Figure 4 : Profils de plage

Une plage sableuse ou à galets peut être divisée en plusieurs zones selon ses caractères morphologiques et dynamiques. La plage, au sens large, comprend le haut de plage, la plage au sens strict (estran) et la plage sous-marine. Sur un profil transverse, de la terre vers la mer, on peut distinguer (**figure 5**) :

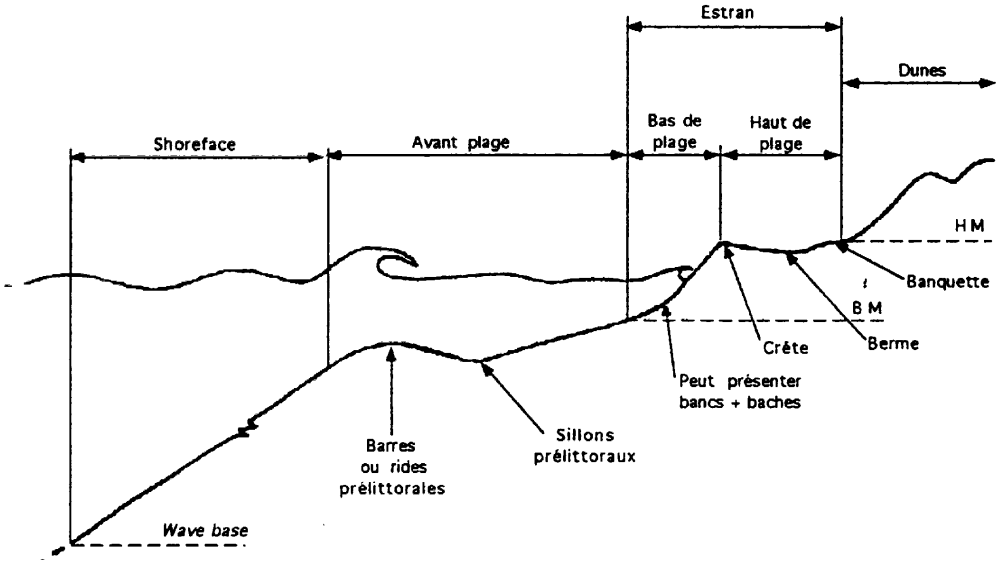


Figure 5 : Zonation de plage selon Walker et Plint (1992)

- Le haut de plage - *backshore* -, bourrelet d'accumulation de sédiments transportés par les marées de plus hautes vives-eaux. Il est fréquemment plus large que le bas de plage et légèrement incliné vers l'intérieur. Sa partie la plus élevée constitue la crête de plage ou crête de berme - *berm crest* - qui correspond à l'action des vagues de tempête. Les paliers au-dessous sont les gradins de plage - *berms* - résultant d'autres apports marins moins importants. Certaines plages « dissipatives » (plages à haute énergie, type auquel se rattache toute plage pendant les périodes de fortes houles), méso ou macrotidales, ne présentent pas de berme, mais un profil linéaire ou concave, le jet de rive atteint la base de la dune, le haut de plage est alors plus étroit que le bas de plage ; c'est une situation fréquente dans le nord aquitain, côte où domine le recul.
  Le haut de plage est caractérisé par des stratifications parallèles et des rides* - *ripples* - Le vent joue un grand rôle dans cette partie subaérienne, il prélève et transporte les sédiments qui alimentent les dunes. Vers l'intérieur, les sédiments deviennent plus fins et mieux calibrés à l'exception des dépôts résiduels trouvés en zone de déflation éolienne - *lag* - généralement grossiers et mal calibrés.

- Le bas de plage - *foreshore* - constitué par la zone qui émerge à chaque marée basse (l'estran), est généralement en pente douce (2-10º). Il présente, dans sa partie basse, des bancs - *ridges* - et des bâches - *runnels* - (les baïnes sont un type particulier de bâche). Le passage vers le haut de plage se fait par une zone plus pentue, le front de plage - *beachface* - . Le bas de plage est caractérisé par des structures sédimentaires à litage oblique, des antidunes* et des « laminations de rides » - *ripple laminations* -. Les sédiments sont grossiers dans la zone de déferlement et moyens à fins vers le côté terre.

- L'avant-plage (ou plage sous-marine) - *nearshore* - correspond à la plage toujours immergée. C'est la zone des barres prélittorales - *longshore bars* -, séparées par des sillons. Cette zone est caractérisée, du large vers la plage, par divers faciès : des rides* (symétriques à longues crêtes, asymétriques à longue crête, irrégulières, transversales et croisées), des mégarides* en croissant - *lunate megaripples* - et des litages plans - *planar beds* -. Les sédiments deviennent plus fins vers le large.

II.3. - Macroformes et microformes

La forme des plages varie selon leur composition sédimentaire et leur dynamique dominante. Parfois, cette morphologie change selon des cycles annuels ou d'un autre pas de temps. Parfois, elle est stable à long terme.

> Les macroformes.
Ce sont les unités morphologiques les plus représentatives des plages.

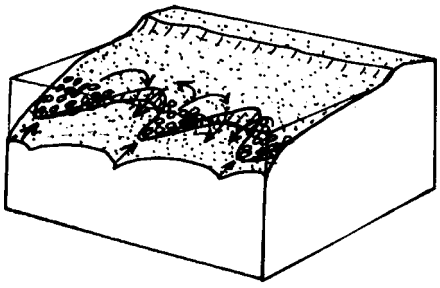


Figure 6 : croissants de plage

- Les croissants de plage - *beachcusps* (**figure 6 et photo 1**) sont des formes rythmiques, de hauteur et longueur d'onde variables, qui peuvent se développer sur des plages sableuses, à galets ou mixtes. Ce sont des accumulations de sédiments, de forme triangulaire, dont les pointes (à sédiments plus grossiers) sont séparées par des creux (à sédiments plus fins). Ce type de forme se développe surtout sur les plages à érosion dominante. Les «ondes de bord » (*edge waves*) jouent probablement un rôle majeur dans leur genèse.

Photo 1 : Foz do Neiva, croissants de plage (beach cusps) dans une plage à galets et sable *(Helena Granja)*

L'origine des croissants de plage n'est pas encore bien élucidée. Certains auteurs proposent une origine érosive (Evans, 1938 ; Johnson, 1919), d'autres une origine « érosive-dépositionnelle » (Kuenen, 1948 ; Bagnold, 1940 ; Russel et Mc Intire, 1965). Certaines théories mettent en avant l'action des houles : par l'interférence de houles de même longueur d'onde (Dalrympe et Lanan, 1976), par ondes de bord -*edge waves*- (Komar, 1998), par le battement rythmique du déferlement des houles (Cloud, 1966). D'autres soutiennent que des fluctuations topographiques de la plage sont à l'origine des « croissants de plage », fluctuations qui pourraient résulter du mouvement de barres sableuses subtidales -*sand waves*- par la dérive littorale (par ex., Sonu, 1968). Werner et Fink (1993) reprennent les idées anciennes du « feedback » entre le jet de rive et la morphologie de plage, modèle d'auto-régulation (In : M. Schwartz ed. (1982), *The Encyclopedia of Beaches and Coastal Environments*)

- Les barres-baïnes (**figure 7 et photo 2)** sont des formes d'avant plage (plage sous-marine) et de bas de plage, constituées par des bancs et des dépressions orientées parallèlement ou obliquement à la plage. Elles se développent plutôt dans des plages sableuses à faible pente où le budget sédimentaire n'est pas déficitaire. Les barres résultent d'un ajustement entre la dynamique des vagues et la topographie du fond. La baïne s'approfondit à marée descendante. Quand les houles abordent la côte parallèlement, les barres s'alignent parallèlement à la plage ; mais quand elles sont obliques, les barres divergent avec un angle ouvert dans le sens de la dérive littorale. (King, 1982).

Figure 7 : Plage à système barre/baïne *(D'après D. Michel)*.

Photo 2 : Plage à barres et baïnes - La Pointe Espagnole, La Coubre - Charente-Maritime *(Jean Favennec)*

- Les crêtes de plage - *beach ridges* - sont constituées de sédiments transportés au-delà de la limite normale de déferlement, lors des tempêtes et/ou des périodes de vives eaux. Elles sont importantes surtout lorsqu'elles sont formées par des galets ou des blocs. Généralement, les crêtes de plage se disposent en bandes parallèles, linéaires ou courbes, sur les côtes ou parfois à grande distance à l'intérieur des terres, indiquant d'anciennes lignes de rivage. Les variations de hauteur, longueur d'onde et orientation des *ridges* indiquent des modifications temporelles de géométrie des côtes, d'apports sédimentaires et d'énergie de houle. Chaque crête représente un événement de tempête et le mouvement post-tempête qui lui succède.

> Les microformes et les structures sédimentaires associées

Sur les plages se développe une grande variété de formes, d'échelle décimétrique ou centimétrique (microformes). Elles ont un caractère indicateur sur la dynamique actuelle et passée de ces plages. Leur structure sédimentaire interne renseigne sur les processus qui en sont à l'origine. Parmi ces nombreuses formes on peut citer :

- *Les ripple-marks.* Ce sont des rides, des ondulations de surface **(photo 3)**. Leur litage - bedding - est étroitement lié à la vitesse du flux d'origine, mais aussi à la taille des grains et à la disponibilité en sédiment. En régime de basse énergie, quelques grains commencent à rouler, pouvant produire des laminations horizontales. Si le processus se prolonge, les premières ripples qui se forment sont de petite amplitude et ont des crêtes rectilignes. Quand le flux augmente, elles deviennent sinueuses et linguoïdes. Lorsque le flux est fort, les formes sédimentaires augmentent en amplitude pour devenir des « mégarides ». Si le flux augmente encore, elles deviennent instables et donnent naissance à des « lits plans ». Les *ripple-marks* dues à un courant unidirectionnel sont asymétriques tandis que celles dues à des courants oscillatoires sont plutôt symétriques.

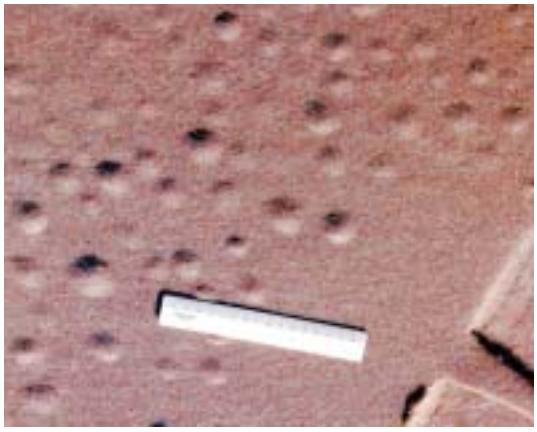


Photo 4 : Bulles d'air (ou boursouflures) *(Helena Granja)*

Photo 3 : Ripple-marcks à crêtes linéaires, traversées par des marques d'érosion *(Helena Granja)*

- Les bulles d'air (ou « boursouflures ») : elles résultent du piégeage de l'air dans les sédiments lorsque se produit une accumulation rapide de sédiments apportés par le jet de rive. Leur forme extérieure peut présenter deux aspects : des petits cônes, quand l'air est encore piégé, des trous circulaires, quand les bulles d'air se sont échappées (**photo 4**).

- Les marques de déferlement sont de forme lobée laissée par le jet de rive, fréquemment constituées par des déchets abandonnés et de couleur brune lorsqu'elles contiennent des traces organiques.

- Les marques d'égouttage (ou figures de ruissellement - *rill marks* -), souvent dendritiques, sont des formes d'érosion de surface qui se produisent à marée descendante (**photo 5**)

Photo 5 : Marques d'égouttage (Rill marks), Côte d'Aveiro *(Helena Granja)*

- Les marques d'obstacle (**Photo 6**) résultent de l'interposition d'un obstacle dans le flux hydrique. La déflexion des lignes de flux génère à l'arrière de l'obstacle des formes d'érosion et d'accumulation. Un autre type de marque résulte du mouvement d'objets sur les sédiments du fond. Les marques d'obstacle existent aussi en milieu éolien.

Photo 6 : Marque d'obstacles – Ofir *(Helena Granja)*

- Les marques d'érosion sont dues aux mouvements tourbillonnaires de l'eau à la surface du sédiment.

- Les traces de « bioturbation » (pistes-*tracks*, *trails*- et terriers - *burrows* -) résultent de l'action d'organismes qui vivent et se déplacent dans les sédiments, comme par exemple, les associations de *Skolithos* ou *Cruziana*. Elles sont très diversifiées, présentant une zonation par rapport à leur distance au bord de mer.

- Les figures de charge sont dues à la différence de densité entre deux types de sédiments en contact, généralement sable sur vase. Elles peuvent se présenter sous plusieurs formes.

Au-delà de l'aspect superficiel des formes, il faut étudier leur **« litage »,** structure interne des couches de sédiments qui les composent **(figure 8).**

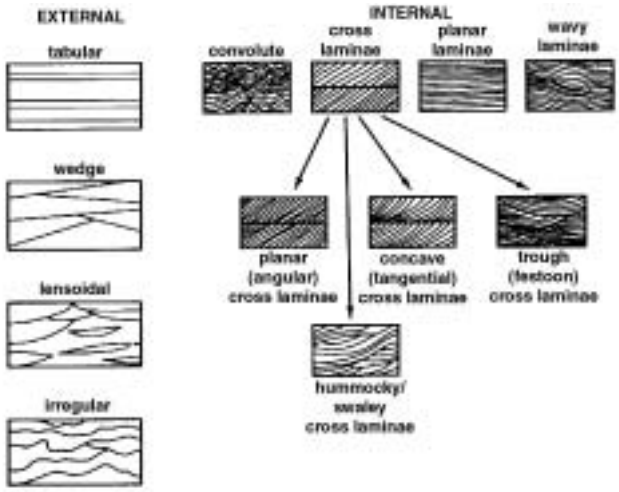


Figure 8 : Litage (structure interne des couches de sédiment) *(d'après Fritz et Moore – 1998)*

- La stratification des couches (pendant leur dépôt) est caractérisée par la disposition externe et interne des couches de sédiments. L'arrangement externe concerne la forme des couches qui peuvent être tabulaires, lenticulaires, en coin et irrégulières. Chacune de ces formes peut contenir des « sets » (faisceaux de lamines parallèles) dont l'arrangement peut être plan - *planar* -, entrecroisé - *cross-bedding* - (oblique à fort angle ou tangentiel ; concave en feston ou mamelonné - *hummocky* -), à convolutions - *convolu e*- et ondulé. Dans les plages à galets il faut aussi tenir compte de l'imbrication des éléments.

- Les structures de charge (post dépôt) présentent une grande variété : plis, micro failles, convolutions - *convolute bedding* -, structures en flamme, nodule - *ball* - et coussin - *pillow* -, échappement d'eau ou gaz, plans de glissement - *slump* -, etc…

- Les structures de bioturbation (post dépôt) correspondent aux traces de bioturbation, ce sont les terriers - *burrows* -, structures d'échappement, marbrure - *mottling* -, litage homogénéisé…

D'autres formes sont dues à l'action épigénétique (post-lithification). Ce sont par exemples les formes d'érosion et de météorisation (chenaux, paléosols, etc.), les formes de dissolution (nodules), les remplissages, les cimentations, les paléosols indurés - *hard-grounds* - et les perforations - *borings* - nimaux et de végétaux.

III - Dynamique des plages

La morphologie des plages évolue dans le temps, il en résulte une variation du stock sédimentaire. Si le bilan est négatif, il y a érosion ; si le bilan est positif, il y a accrétion ; les situations stables sont rares. Ces modifications dépendent de plusieurs variables, météorologiques et océanographiques, mais aussi, morphologiques, sédimentologiques, lithologiques et structurales. L'orientation de la côte par rapport à la direction des houles dominantes (plages transversales, orientées perpendiculairement à la direction d'approche des houles, construites par alignement de déferlement ; plages obliques et plages longitudinales, construites par alignement de la dérive - *alignement drift* -, Davies, 1977, **figure 9**), la position des plages par rapport aux vents dominants et au passage des dépressions, la nature et l'intensité des tempêtes, le type de vagues, la morphologie de l'avant-plage, la texture des sédiments sont des variables fondamentales (Hayes, 1972).

Le déroulement cyclique temporel de la dynamique des plages est variable. Les principaux cycles concernent les tempêtes et l'érosion associée, les phases de reconstitution post-tempête et les marées. Le cycle majeur est souvent saisonnier, et il dépend des variations de l'énergie des houles liées aux conditions météorologiques (Davis & Schwartz, 1982).

Les tempêtes (dépressions aux latitudes moyennes, ouragans tropicaux) ont, malgré leur courte durée (parfois quelques heures à peine), des effets beaucoup plus marqués que les processus qui fonctionnent pendant toute l'année. Sur une côte à falaises sableuses, le recul peut atteindre plusieurs dizaines de mètres en une seule

tempête. Les chiffres du recul moyen annuel des côtes ne mettent pas en lumière l'effet « catastrophique » de certaines tempêtes avec possibilité de débordement - *overwash* - surtout en période de vives eaux (**figure 10).**

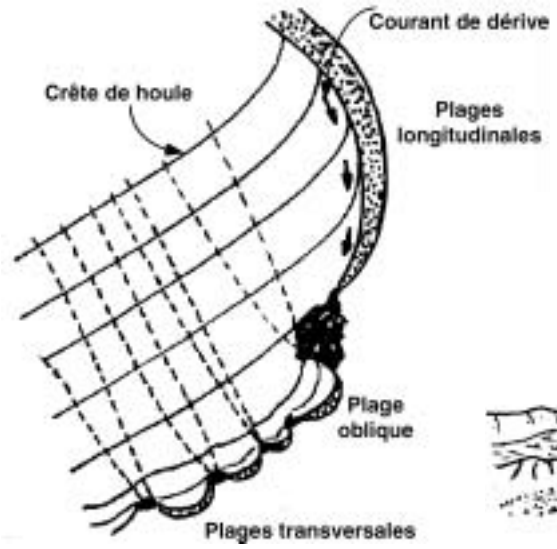


Figure 9 : Orientaion des plages selon l'incidence des houles

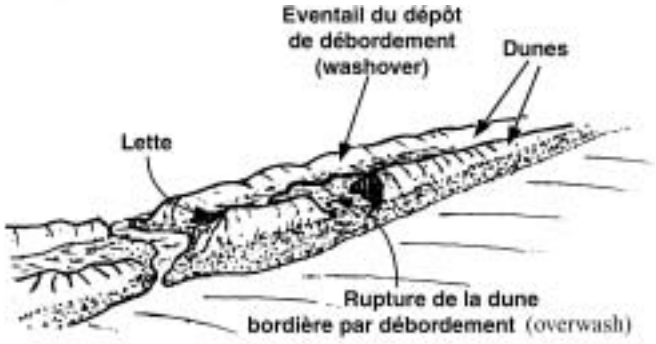


Figure 10 : Débordement (over wash)

Lors des conditions de beau temps, les houles sont de faible amplitude, de longue période et de « niveau de base* » peu profond - *fair weather base level* -. L'avant-plage inférieure n'est pas affectée par les houles, les sédiments fins se déposent et sont bioturbés. Dans l'avant-plage supérieure, sous l'action des courants induits par les houles, associés aux bancs et aux zones de brisants - *breaker* - et de déferlement - *surf* -, les sédiments sont transportés vers la côte, provocant une aggradation.

En conditions de tempête, des houles de plus grande amplitude approfondissent le «niveau de base» - *storm wave base level* -. La zone de dissipation d'énergie des vagues - *shoaling wave*s - concerne l'ensemble de l'avant-plage inférieure et s'élargit parfois même jusqu'à la plate-forme. L'avant-plage supérieure est alors fortement érodée et les sédiments sont redistribués sur l'avant-plage inférieure en « couches de tempête » et quelquefois vers l'intérieur des terres par les processus de débordement des dunes - *overwashs* -.
Le profil de tempête d'une plage est caractérisé par une falaise vive en limite de haut de plage, où se concentrent des minéraux lourds, et un amaigrissement du bas de plage, avec formation des dépôts résiduels «*lag* ». Par contre, en avant-plage se produit une accumulation de sédiments, sous la forme de bancs immergés (**figure 4**). L'avant-plage supérieure s'érode pendant les fortes tempêtes, tandis que l'avant-plage inférieure s'aggrade (Eliott, 1986).

Après le passage de la tempête, la plage pourra se reconstituer grâce au transport de sédiment par les vagues depuis les bancs immergés. Par contre, une falaise dunaire ne peut pas directement compenser le recul subi. Mais, dans certaines conditions, des banquettes et des nebkas* peuvent se développer en avant de la falaise dont le profil tend naturellement à s'adoucir.

En ce qui concerne les cycles de la marée, il faut distinguer le cycle journalier ou semi-journalier (selon le type de marée) et celui des vives-eaux et mortes-eaux. Le premier est responsable d'une érosion (marée montante) et d'une accrétion (marée descendante) du profil de la plage, pendant des périodes de 12 ou 24 heures. Le second se répète tous les 14 jours, avec une forte augmentation de la pente de plage en vives-eaux, suivie d'une décroissance semblable, en mortes-eaux. Les changements du profil de plage pendant la marée descendante et les périodes de mortes-eaux sont comparables à ceux qui se déroulent en période de beau temps.

> Morphodynamique des plages.

La variabilité des modes de transport de sédiments induit des changements de morphologie qui influencent à leur tour le mouvement des eaux. Cet ensemble processus hydrodynamique-réponse sédimentaire

constitue la morphodynamique. Dans un système côtier dynamique, il se produit un équilibre presque instantané entre les processus et les microformes (*ripples*, par exemple) et un équilibre dynamique où les macroformes (bancs, baïnes, etc) s'ajustent aux conditions hydrodynamiques (croissance, migration et dégradation des formes) avec des temps de réponse variables.
Du point de vue hydrodynamique, et selon le modèle de Wright et Short (1993), on peut distinguer six stades morphodynamiques ; ils se différencient par un ensemble de caractéristiques morphologiques et hydrodynamiques qui dépendent de la houle (hauteur, période…) et de la taille des sédiments (**figure 11**). Les stades extrêmes sont : le totalement dissipatif (plages planes et basses, avec un stock subaquatique de sable relativement grand) et le totalement réfléchissant (plages à forte pente, avec un petit stock subaquatique de sable). Ces deux stades sont caractérisés, entre autres, par le paramètre « *surf-scaling* » (e) qui est une relation entre l'amplitude du déferlement, la pulsation des houles incidentes - *incident wave radian frequency* - et la pente de la plage (Guza et Inman, 1975).

- Le stade dissipatif présente des houles à déferlement déversant - *spilling breakers* -. L'énergie relative de la houle est grande et les courants transversaux sont forts. Le profil de plage est plan et des bancs longitudinaux ténus sont généralement présents mais les méga-croissants ou croissants de plage sont rares. Les sédiments sont fins et le transport, longitudinal et transversal, est grand. La mobilité de la côte –*shoreline*- est faible mais celle du haut de plage - *backshore* - est forte.

- Le stade réfléchissant ne possède aucun élément dissipatif, son déferlement est exclusivement « à gonflement » - *surging* - ou « à effondrement » - *collapsing* -. La turbulence liée au processus de déferlement est confinée dans la partie supérieure à forte pente de la plage - *high run-up* -, en bas de laquelle se forme une marche d'escalier à sédiments grossiers. Les ondes de bord - *edge waves* - sont piégées dans la zone de « *swash* » (forte turbulence liée au cumul du jet de rive - *uprush* - et de la nappe de retrait - *backwash* -). Ce stade est caractérisé par des croissants de plage rythmiques, dans la zone de déferlement. Les sédiments sont moyens à grossiers et le transport, longitudinal et transversal, est grand. En condition de basse énergie (l'énergie de la houle est proportionnelle au carré de sa hauteur), la plage présente souvent une berme à crête rectiligne. La mobilité de la côte - *shoreline* - et celle du haut de plage - *backshore* - est faible.

- Entre ces deux stades, Wright et Short (1993) identifient des stades intermédiaires, avec des caractéristiques communes aux stades réfléchissant et dissipatif : barres parallèles au littoral - *longshore bar-trough* -, barres en croissant (à cornes perpendiculaires ou obliques à la côte) - *rhythmic bar and beach (normal or skewed)* -, barres transverses (perpendiculaires ou obliques à la côte) - *transverse bar and rip (normal or skewed)* -, barres et baïnes (ou bâches) ou terrasses de bas de plage - *ridge and runnel or low tide terrace* -. Le déferlement des houles est du type déversant - *spilling* - ou plongeant - *plunging* -, l'énergie relative de la houle est moyenne, les ondes de bord sont piégées dans les dépressions inter-barres - *troughs* - les courants s'organisent en cellules de circulation. Les sédiments sont fins à moyens et le transport longitudinal et transversal est moyen. La mobilité de la côte est grande et celle du haut de plage est modérée.

  - *Longshore bar-trough :* cette morphologie peut se développer sur une plage précédemment dissipative en phase d'accrétion. Le relief de la barre est plus accusé et le front de plage - *beach face* - plus abrupt que dans le stade dissipatif. Après un premier déferlement sur la barre, la dissipation d'énergie des houles ne dépend plus de la profondeur. Après avoir passé le bord interne abrupt du banc, les houles se reforment dans la dépression - *trough* -. Les houles à faible cambrure (de faible énergie) déferlent alors sur la partie haute du front de plage, alors que les houles à fortes cambrures (de forte énergie) déferlent violemment à la base du front de plage, suivi d'un jet de rive puissant capable de submerger la plage subaérienne (qui s'étend au delà de la limite de haute mer). Des croissants de plage - *beach cusps* - sont fréquemment présents dans la zone de *swash* (en haut de plage).

  - *Rhythmic bar and beach. D*ynamiquement comparable au précédent, ce stade se caractérise par des ondulations rythmiques de la barre, - *crescentic bars* - d'une longueur d'onde de 200 à 300 m. Des croissants - *beach cusps* - peuvent aussi apparaître en haut de plage. La circulation des courants d'arrachement - *rip currents*- est faible à modérée et leur position est stable.

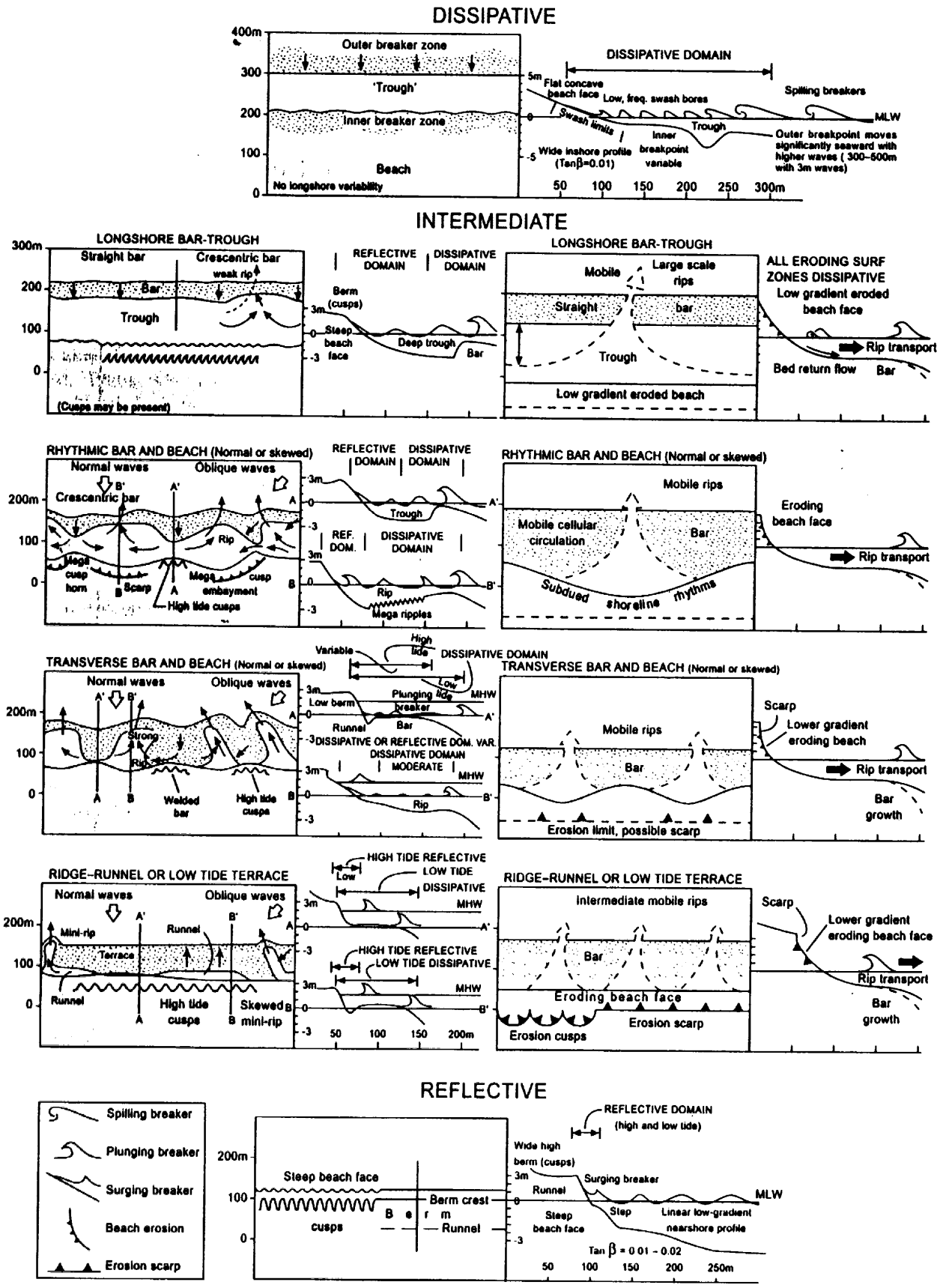


Figure 11 : Stades morphodynamiques in short 1999

- *Transverse bar and rip*. Ce stade se développe typiquement en phase d'accrétion. Les cornes des croissants préexistants se relient au front de plage - *beach face* -. Cette morphologie est caractérisée par des barres transverses (ou « megacusps ») relativement dissipatives, alternant avec de profondes dépressions relativement réflectives où circulent des courants d'arrachement - *rip currents* - très puissants. Ce stade peut persister longtemps car les courants d'arrachement entretiennent et accentuent le creusement des dépressions même si les barres adjacentes sont en accrétion. Généralement l'intensité et l'espacement des *rips* décroît en même temps que l'énergie des houles.

- *Ridge and runnel or low tide terrace.* Ce stade est caractérisé par une mince accumulation de sable, modérément dissipative, située au niveau, ou juste sous le niveau, de la marée basse et par un front de plage - *beach face* - plus abrupt et réfléchissant. Des « courants d'arrachement » - *rip currents* - irrégulièrement espacées, souvent de petite dimension et de faible intensité, peuvent en résulter. Des baïnes (ou bâches) - *runnels* - parallèles à la côte, résultants de la migration vers la terre des barres - *ridges* -, sont fréquemment présents près de la rupture de pente entre le front de plage - *beachface* - et la terrasse de basse mer -*low tide terrace*- . Ces plages sont typiquement dissipatives pendant la basse mer et réfléchissantes à marée haute.

IV - Indicateurs morpho-sédimentaires de stabilité/instabilité temporaire des plages

A l'interface terre/océan, les plages sont des milieux fortement évolutifs, sous l'influence de plusieurs facteurs (atmosphériques, hydrologiques, sédimentaires…) ce qui leur confère une grande originalité. Au delà des changements à court terme dus à l'action des marées, des houles et des vents, d'autres, à moyen ou long terme, peuvent donner des renseignements utiles sur la tendance évolutive d'un segment de côte ou d'une plage particulière.

Si des mesures faites le long de transects, sur des photos aériennes de plusieurs années… peuvent donner une estimation des variations moyennes annuelles de la morphologie d'une plage (érosion, accrétion, taux de recul), cela n'exclut pas d'autres mesures de terrain (levés topo-hydrographiques…). Ce suivi continu de terrain donnera des informations très utiles, surtout après l'occurrence de tempêtes qui, en un seul jour, peuvent produire des transformations plus grandes que pendant toute une année, voire plusieurs années.

Des indicateurs morpho-sédimentaires de stabilité/instabilité temporaire doivent également être recherchés sur le terrain. Parmi ces indicateurs, on peut citer les barres-baïnes, les bermes, les crêtes de plage, les microfalaises, les croissants de plage, les « dépôts de débordement » –*washovers*-, la présence d'affleurements rocheux dans la zone intertidale, la distribution de sédiments de différente granulométrie, la pente de plage, les niveaux d'anciens dépôts et/ou paléosols, etc.

- Barres-baïnes. Ces formes sont caractéristiques de plages sableuses à faible pente. Elles sont présentes sur des plages intermédiaires. Plusieurs hypothèses ont été formulées quant à leur formation. Nous retiendrons que les barres se forment et migrent vers le large - *offshore* - quand les houles de tempête modèlent la plage, érodant les sédiments de la plage transportés vers l'avant plage sous forme de barres pré-littorales et qu'elles migrent vers la côte - *onshore* - quand réapparaissent les houles d'après tempête, qui ramènent les sédiments vers la plage, permettant quelquefois la fusion de la barre avec le front de plage. D'après des études expérimentales (Sunamura et Takeda, 1993), les changements côtiers et les directions de migration des barres sont liés à divers paramètres tels que la hauteur et la période de la houle, la pente du fond et les caractéristiques des sédiments.

- Bermes (**Photo 7**). Ces formes d'accrétion, presque horizontales ou en pente très douce vers la terre, sont caractéristiques du haut de plage et correspondent aux dépôts de sédiments apportés par les houles lors des marées hautes de vives-eaux ou de tempête. Leur limite externe correspond à leur crête qui peut être plus ou mois abrupte selon la taille dominante des sédiments. Une plage peut présenter plusieurs bermes en même temps, chacune correspondant à un épisode de marée haute de vives eaux. Elles ne seront détruites que par une tempête plus intense que celle qui les a formées.

Photo 7 : Berme à crête légèrement sinueuse Seignosse – Sud des Landes *(Jean Favennec)*

- Crêtes de plage. Ce sont des cordons linéaires composés de sédiments grossiers et correspondant à des dépôts produits en conditions de tempête. Une série de crêtes de plage témoigne en général d'une situation de progradation. Les crêtes sont construites au départ par les houles de tempête, puis par le vent.

- Microfalaises et falaises. Ces formes d'érosion se développent quand la mer attaque un secteur de la plage. Elles peuvent se développer sur le bord externe de la berme ou en pied de dune.

- Croissants de plage. Leur origine n'est pas encore bien comprise et varie selon les auteurs. Pour certains ce sont des formes d'accrétion pour d'autres des formes d'érosion. Ils sont plus fréquents sur les plages réfléchissantes à pente accentuée, et parfois intermédiaires, donc sur des plages énergétiques. Ils semblent en rapport avec la présence d'ondes de bords - *edge waves* - qui surviennent juste après les tempêtes quand l'énergie de la houle décroît.

- *Washovers* . (**Photo 8**). Ce sont des formes d'accumulation, produites pendant les tempêtes par débordement localisée - *overwashing* - dans les dépressions interdunaires ou dans les marais. Ils sont constitués de lobes qui s'étalent vers l'intérieur, composés par des couches superposées de sédiments plus ou moins grossiers et coquilliers, fragments de bois et des matériaux anthropiques (bouteilles, céramiques, plastiques, etc). Ils renseignent sur l'importance des incursions marines et, donc, sur l'érosion subie par la plage.

Photo 8 : Lobes d'accumulation de sable (washovers) résultant d'un débordement localisé (overwash), Areão au sud de la lagune d'Aveiro *(Helena Granja)*

- Affleurements rocheux dans la zone intertidale. C'est un indicateur d'érosion de la plage, marqueur très précis pour les plages dont la roche en place –*bedrock*- est proche de la surface.

- Distribution de sédiments de différente granulométrie. La distribution spatiale des sédiments plus ou moins grossiers peut être un indicateur de la dynamique d'une plage et, donc, du transit sédimentaire et des zones où dominent érosion (sédiments plus grossiers) ou accumulation (sédiments plus fins).

- Pente de plage. Elle dépend de la granulométrie des sédiments de la plage, plus ils sont grossiers, plus la pente est forte. Cependant, cette tendance peut être modifiée par des différences de houle (la pente de la plage croît aussi avec la décroissance de hauteur et de cambrure de la houle) ainsi qu'en liaison avec la porosité et la perméabilité des sédiments (en rapport avec leur tendance homo ou hétérométrique).

- Niveaux d'anciens dépôts et/ou paléosols (**Photo 9**). La présence de couches de sédiments vaseux ou tourbeux ou de paléosols (correspondant à des paléoenvironnements antérieurs) dans la plage ou dans les falaises est un indicateur d'érosion, par perte de sédiments de la plage ou recul de la côte. Elle témoigne aussi d'anciennes positions du niveau de la mer.

Photo 9 : Affleurement de paléosol. L'Amelic Soulac, nord de la Gironde *(Jean Favennec)*

V - Bibliographie

- Carter R. W. G., 1988. Coastal environments. An introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. *Academic Press*
- Davies J. L., 1964. A morphogenic approach to world shorelines. *Zeits. Geomoroh*, 8 (Sp. No), 127-142
- Davies J. L., 1977. Geographical variation in coastal development. *Longman*, Londres
- Davis et Schwartz, 1982. Beach cycles. In Schwartz M. L. (ed.) *The encyclopedia of beaches and coastal environments*. Hutchinson Ross, Stroudsburgh, 143-144
- Davis R. A. D. Jr. (ed.), 1985. Coastal Sedimentary Environments. *Springer-Verlag*, NY
- Eliott, 1986. Siliciclastic shorelines. In : *Sedimentary environments and facies*. Ed. H. G. Reading, - Blackwell Scientific Publications
- Guza R. T. et Inman D. L. , 1975. Edge waves and beach cusps. *Journal of Geophysical Research*, 80, 2997-3012
- Hayes M. O., 1975. Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In . S. P. Leatherman (ed.) *Barrier Islands – from the Gulf of St. Lawrence to the Gulf of Mexico*, 1-27. Academic Press, NY
- King C. A. M., 1972. Beaches and Coasts. *Edward Arnold*, Londres
- Komar, 1998. Handbook of coastal processes and erosion. *CRC Press*

- Michel D., 1997. *Evolution morphodynamique d'un littoral sableux situé à l'aval d'une embouchure lagunaire*. Thèse, Université de Bordeaux 1.
- Paskoff R., 1998. Les littoraux. Impact des aménagements sur leur évolution. *Armand Colin*
- Pilkey O. H. et Dixon K. L., 1996. The Corps and the Shore. *Island Press*, Washington
- Pirazolli P. A., 1993. Les Littoraux. *Nathan*, France
- Pinot J.P., 1998. La gestion du littoral (tome I – Littoraux tempérés : côtes rocheuses et sableuses) ; Institut Océanographique, France.
- Schwartz M. L., 1982. The encyclopedia of beaches and coastal environments. *Hutchinson RossPublishing Company*
- Short A. D., 1993 (ed.). Beach and surf zone morphodynamics. *Journal of Coastal Research*, Sp. Issue nº 15
- Short A. D., 1999 (ed.). Handbook of beach and shoreface morphodynamics. *Wiley and Sons*
- Sunamura et Takeda, 1984. Landward migration of inner bars. *Marine Geology*, 60, 63-78.
- Van Rijn L. C. (ed.), 1998. Principles of Coastal Geomorphology. *Aqua Publications*, The Netherlands
- Wright L. D. et Short A. D., 1983. Morphodynamics Of Beaches And Surf Zones In Australia.In :Komar P. D. (ed.), *Handbook of coastal processes and erosion*. CRC Press

VI - GLOSSAIRE

- Cheniers : *beach ridges* fossiles, étroites et basses, composées de sable et/ou coquillages existantes dans des marais, marécages et *mud flats*.
- Charriage : transport de sédiments sur le fond, dans un fluide, par traction-saltation.
- Granulométrie : mesure de la taille des particules et de leur distribution.
- Marnage : différence de hauteur entre la marée haute et la marée basse.
- Roche métamorphique : roche dérivée d'autres roches pré-existantes par des changements minéralogiques, chimiques et structuraux, en réponse à des changements de température, de pression et d'environnement chimique, généralement en profondeur de la croûte terrestre.
- Météorisation : désintégration physique et décomposition chimique des roches qui produit une nappe d'altération in situ et prépare les sédiments pour le transport, essentiellement en surface.
- Lithologie : description des roches sur la base de leurs caractéristiques telles que couleur, composition minéralogique et granulométrie
- Rides : formes produites sur le lit pendant les processus de sédimentation dus aux courants. Les rides, á stratification croisée peuvent présenter différentes tailles et configurations – linéaire, ondulée, en lune, linguoïde, rhomboïde.
- Mégarides : différent des rides par leur taille; les sédiments sont généralement plus grossiers.
- Dunes : terme utilisé pour des formes de grande échelle en lune et linguoide.
- *Sand waves* : très grandes formes asymétriques et linéaires.
- Antidunes : formes symétriques qui se développent pendant un flux de régime supérieur (grande vitesse) ; elles migrent vers l'amont d'ou leur nom.
- Niveau de base : plus bas niveau au-dessus duquel l'action de l'érosion (de la houle) se fait sentir.
- Nebka : petite dune de forme allongée qui se forme sous le vent d'un obstacle (buisson, touffe d'herbes...).

TRANSFERTS SABLEUX, ÉCHANGES ENTRE PLAGE ET DUNE, BILAN SÉDIMENTAIRE

Marie-Claire Prat
Université de Bordeaux III - Institut de géographie, Laboratoire de géographie physique appliquée (LGPA)
Esplanade des Antilles – 33600 Pessac
Tél. 05.56.84.50.50 - Fax : 05.56.84.68.39 - Email : marie-claire.prat@montaigne.u-bordeaux.fr

Résumé :
Plages et dunes sont des formes mobiles interdépendantes, qui évoluent sous l'influence de multiples facteurs. La plage alimente la dune et la dune littorale constitue à son tour une réserve de sable nécessaire à l'équilibre de la plage. Le bilan sédimentaire des plages demeure fondamental. Le transport éolien de la plage vers la dune se fait essentiellement par saltation et peut contribuer à la formation d'une avant-dune ou à l'alimentation de la dune existante. Les résultats obtenus après plusieurs années de mesures sur des sites différents (charentais et landais) donnent une fourchette relativement large pour des transferts sableux de 1,4 à 30 m^3 par mètre linéaire et par an selon les paramètres locaux (plage, granulométrie des sables, budget sédimentaire). Mais ce sont toujours des volumes largement inférieurs à ceux prévus par les équations de transport standard les plus connues. Ces prélèvements éoliens sur l'estran sont généralement beaucoup plus faibles que les prélèvements exercés sur la falaise dunaire par l'érosion marine mais aussi éolienne. La relative faiblesse actuelle du transport sableux de la plage vers la dune littorale rend plus aiguë la fragilité de cette dernière. Etant donné son importance dans l'équilibre de la plage, il est donc souhaitable de la protéger, de la restaurer, voire de la recréer.

Abstract :
Beaches and dunes are interdependent mobile features that evolve under the influence of a multiplicity of factors. The beach nourishes the dune and the coastal dune builds up a stock of the sand required to maintain the equilibrium of the beach. The beach sediment balance remains fundamentally important. Sand is carried by the wind from the beach to the dune mainly by saltation, sometimes contributing to the formation of a foredune, sometimes nourishing the existing dune. The results obtained after several years of measurements taken on different sites in the Charentes and the Landes show a relatively wide range of sand transfers, from 1.4 to 30 m^3 per linear metre per year, depending on local parameters (beach, sand particle size, sediment budget). However, the volumes are always much lower than those predicted by the most widely used standard transport equations. The quantities moved by the wind from the strand are much smaller than those removed from the dune cliff by marine and wind erosion. The relatively small amounts of sand currently transferred from the beach to the coastal dune makes the latter even more acutely fragile. Given the dune's importance in maintaining the balance of the beach, it is therefore desirable to protect, restore and even rebuild it.

Plages et dunes constituent l'un des fondements du tourisme balnéaire. Sur le littoral atlantique toutes les enquêtes de fréquentation montrent que la mer, la plage, les dunes arrivent en tête des motivations des touristes (enquêtes du L.G.P.A ou des C.D.T).
Or, plages et dunes sont des formes naturellement dynamiques, particulièrement sensibles aux interventions anthropiques. Il est donc essentiel de comprendre le fonctionnement de ces formes mobiles interdépendantes, qui évoluent sous l'action de multiples facteurs locaux, régionaux et globaux et dont il s'agit de préserver l'existence.

I - Plage et dune bordière : des échanges réciproques

I-1 - La plage alimente la dune

I.1.1 - Des conditions indispensables

Il faut des plages bien alimentées en sable pour qu'une dune se forme. La largeur de la plage, le volume sableux disponible sont des données importantes.

Plus la plage est large, plus le volume de sable susceptible d'être mis en mouvement est important. Mais d'autres facteurs interviennent. Pour être mobilisé par le vent, le sable doit être sec. Or, la largeur de la zone où le sable de plage s'assèche entre deux marées est très variable selon le marnage, les coefficients de marée, les conditions météorologiques. Ces facteurs déterminent les limites de la zone mouillée et la durée possible du transport sableux à partir de la plage.

Les observations montrent que seule la partie de l'estran située au dessus du niveau de mi-marée bénéficie d'un temps suffisamment long pour sécher et constituer une zone potentielle de départ des sables. Or, la largeur de cette zone est très variable, de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Il semble exister une distance minimale pour que le transit sableux puisse s'établir, de l'ordre d'une quinzaine de mètres (Pedreros 2000, Hotta 1984).

La quantité de sable mobilisé pour former la dune bordière dépend d'abord du volume de sable apporté par la mer. Une plage est une forme d'accumulation qui évolue dans le temps, à court terme selon les saisons, à moyen terme sur plusieurs années.

En hiver, lors des tempêtes, les vagues sont destructives car hautes et cambrées. Le jet de rive peut projeter du matériel sur le haut de plage, mais la capacité d'érosion de la nappe de retrait est élevée. Du sable est prélevé sur l'estran et sur la dune, et transféré vers l'avant-plage sous forme de barres immergées. Celles-ci obligent les vagues à déferler plus tôt, limitant ainsi leur action sur la haute plage. Mais la conjonction de fortes marées et des vagues de tempête peut provoquer le démaigrissement des plages et le recul du trait de côte.

Au contraire, les vagues de la belle saison sont constructives. Le sable est alors remonté de l'avant-plage vers la plage et en partie entraîné par le vent vers la dune. Comme l'a montré Psuty dès 1988, le budget sédimentaire d'une plage (bilan des apports et des départs de sable) est donc essentiel.

Toutefois, la tendance évolutive générale d'une plage ne peut être observée que sur plusieurs années. Lorsque le volume de matériaux disponibles sur un rivage l'emporte sur le volume que vagues et courants peuvent emporter, la plage engraisse par adjonction de crêtes de plage successives. Il y a alors progradation du littoral. Par contre, la plage démaigrit si le budget sédimentaire devient déficitaire.

Si le bilan sédimentaire demeure toujours fondamental, les variations eustatiques ne doivent pas être négligées, avec actuellement une tendance nette à l'élévation du niveau de la mer.

Aujourd'hui, les plages sont pour la plupart en érosion (plus de 70% des plages sableuses dans le monde). La tendance évolutive s'est donc renversée (budget sédimentaire déficitaire et élévation du niveau de la mer). Toutefois, le recul n'affecte pas tout le linéaire côtier si la dérive littorale indique une direction dominante (nord-sud dans le cas de la côte aquitaine). Des corps sédimentaires se déplacent le long de la côte, représentant le volume de sable prélevé sur le haut des plages et dans la dune bordière. Ils peuvent localement assurer la protection du trait de côte, et dans certains secteurs, la grande abondance des sables apportés par la houle peut même alimenter la formation de dunes. Un modèle théorique de l'évolution a été proposé (LGPA 1996) qui croise ces mouvements transversaux et longitudinaux. Les mouvements transversaux sont marqués par l'érosion lente des plages car les départs de matériaux ne sont pas compensés par la reprise de sables dans les dunes lors des tempêtes. Les mouvements longitudinaux modifient le tracé du trait de côte, avec des zones en accrétion qui, alternant avec les zones en érosion, constitueraient un système sinusoïdal migrant peu à peu dans le sens de la dérive littorale.

L'orientation du littoral par rapport aux vents dominants est également importante pour l'alimentation des dunes en sable provenant de la plage, l'idéal étant des vents perpendiculaires ou obliques par rapport à la côte. Dans ce dernier cas, la largeur de la plage exposée au vent est plus importante. Certains auteurs (Nordstrom et Jackson 1992) considèrent même que le transport éolien peut être alors 20 fois plus important. Les vents de terre, par contre, ont un rôle très secondaire, modifiant seulement localement et dans le détail, le modelé dunaire.

Le littoral atlantique, des Charentes à la frontière espagnole, présente une disposition favorable à la formation des dunes, avec une orientation méridienne et une exposition à des vents venant majoritairement du nord ouest et de l'ouest. En Charente, les vents dominants sont de secteur ouest à nord-ouest et représentent environ 50% du total. Les vents les plus forts (> 16,7 m/s) se produisent en moyenne 20 jours /an, notamment en automne

et au printemps. Ils sont de secteur nord-ouest. En Gironde, comme sur le littoral sud landais, les vents de ONO à OSO représentent 50% du total, avec des vitesses qui peuvent atteindre 26 m/s au maximum pour N 260-280° et 22 m/s pour N 240-260° et N 280-300°.

Sur tout le littoral, la période d'activité éolienne commence avec l'automne, se poursuit en hiver et au début du printemps. Les mesures régulières montrent que 2/3 des sables mobilisés le sont de l'automne au début du printemps.

I.1.2. - La mise en mouvement du sable sur la plage

Le vent soufflant sur la plage, entraîne une friction qui va permettre la mobilisation des grains de sable. Mais la compétence du vent reste limitée et liée à sa vitesse. La force d'entraînement augmente avec la vitesse du vent selon la formule : $t = p V^2$ dans laquelle p est la densité de l'air et V la force d'entraînement. A partir d'un certain seuil de vitesse au niveau du sol, il y a prise en charge des grains de sable (**Figure 1**). Lorsque les vitesses du vent sont mesurées à hauteur d'homme, on observe sur la côte aquitaine qu'il faut atteindre un seuil de 4 à 5 m/s pour assister à la mise en route du mouvement des sables.

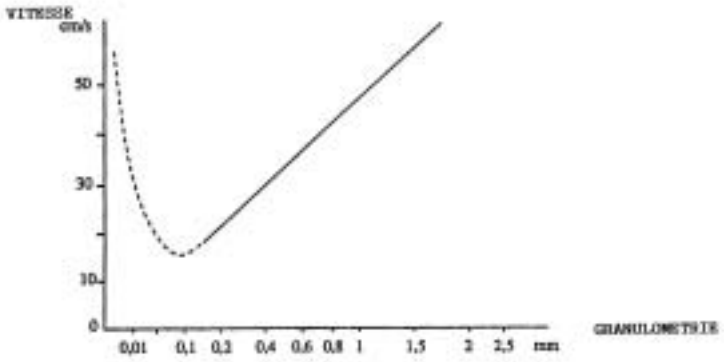


Figure 1 : Relation entre la vitesse d'arrachement critique du vent au niveau du sol et de la taille des grains quartzeux *(d'après Bagnold in Paskoff, 1993)*

Différentes formules (Bagnold 1953, Hsu 1973) ont été mises au point en laboratoire en tenant compte de la densité de l'air et de la vitesse du vent mais aussi de la rugosité de la surface, de la taille, de la forme et du poids des grains de sable.

La rugosité de la surface dépend de la taille des grains en surface, mais aussi de la pente, qui si elle est faible, favorise l'action du vent alors que les irrégularités de la surface de la plage la freinent.

L'action éolienne est sélective. Les grains de sable sont plus facilement mobilisés s'ils sont de faible diamètre ou s'ils sont arrondis. Dans les sables dunaires de la côte charentaise (médiane de 0,300 mm), les grains sphériques dominent à l'examen morphoscopique alors que les grains de plage sont plus hétérogènes, confirmant ce phénomène de tri.

Dès que le vent atteint une vitesse de 5 m/s, si l'estran est asséché, les conditions sont favorables à la prise en charge de grains de sable de 200 à 300 microns, mais il faut des vitesses plus grandes pour prendre en charge des grains plus grossiers comme sur le littoral landais.

Si une granulométrie grossière comme sur la plage de Tarnos (médiane de 0,700 mm) représente un obstacle à l'action éolienne, à l'inverse, la présence de particules fines, même en quantité limitée, suffit à assurer la cohésion des sables et à empêcher leur mobilisation. Pour cette raison, dans la zone de Bonne Anse étudiée par Y.F.Thomas(1975) au nord de l'estuaire de la Gironde, le transit de sédiments vers la dune est négligeable.

Dans la nature, les situations sont toujours complexes. Vitesse et direction varient souvent rapidement, dans le temps (sautes de vent), et dans l'espace. La vitesse du vent est notamment influencée par la topographie de la plage et de la dune. L'écoulement des flux éoliens ne se fait donc pas de façon laminaire mais toujours turbulente.

Les interactions entre le vent et la topographie entraînent accélérations et décélérations. Les plages lisses, à faible pente, permettant à l'énergie des vagues de se dissiper (plages dissipatives), sont plus favorables au transport éolien que les plages étroites et à forte pente (plages réflectives) ou comportant des irrégularités topographiques.
Lorsque des sédiments grossiers sont organisés en croissants de plage sur des plages réflectives, cette disposition facilite les perturbations qui réduisent les gradients de vitesse du vent et les volumes de sable transportés sont faibles pour une vitesse donnée (Short and Hesp 1982). On cumule toutes ces conditions défavorables à Tarnos dans le sud des Landes.

Le sable de plage va vers la dune, uniquement lorsque le vent souffle perpendiculairement ou obliquement par rapport au trait de côte. Certes, la dune est construite par le vent, mais elle influe aussi sur sa direction et sa vitesse.

Si la dune possède un versant au vent en pente douce, la vitesse est diminuée d'un tiers au sommet de la dune, mais si la dune est entaillée en falaise, il y a accélération sur une faible distance. La vitesse du vent est alors presque doublée. Sur le front de la dune, cette accélération des flux éoliens entraîne un accroissement de la capacité de transport et d'érosion (**Figure 2 A et B**).

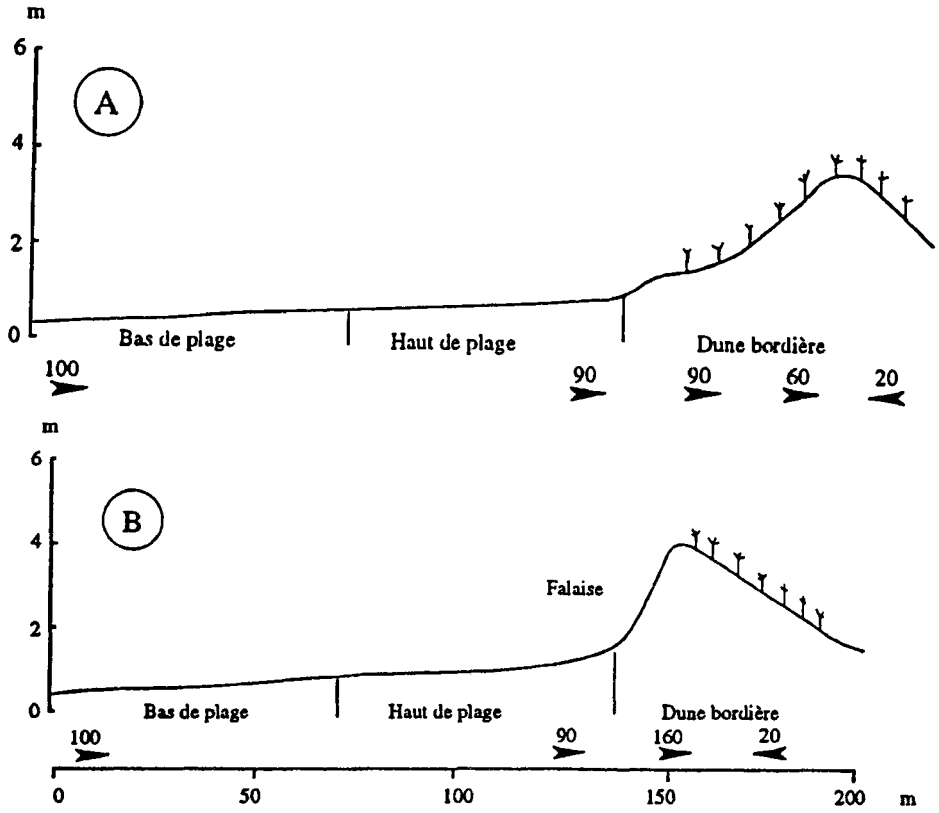


Figure 2 : Variation de la vitesse du vent sur une plage et sa dune *(d'après Thomas Y.F., in Paskoff, 1993).*

Lorsque les vents soufflent obliquement par rapport à la côte, l'augmentation de la vitesse du vent est moindre et la plupart du sable transporté est alors déposé sur l'avant de la dune côtière, alors qu'avec des vents perpendiculaires, le sable est transporté plus loin vers l'intérieur.

La pluie, l'humidité de la surface de la plage et de l'air sont des facteurs défavorables à l'action éolienne.

L'humidité favorise la cohésion des grains de sable et il faut alors des vents très forts pour les mobiliser ; le seuil a été estimé à 4% de teneur en eau (Zhu Zenda 1984). Hunter (1983) signale toutefois que le sable humide peut se mouvoir en plaques. Ce phénomène peut être effectivement observé sur le littoral aquitain par vent violent et temps humide.

L'humidité de l'air joue également. Un air sec favorise l'évaporation et les grains de sable peuvent sécher plus rapidement. Knotterus (1980) estime qu'il faut un vent de 8,5 m/s pour mettre en mouvement les sables si le taux d'humidité est de 50%, mais une vitesse de 12,5 m/s est nécessaire si le taux d'humidité atteint 80%.

La pluie empêche normalement le mouvement des sables. Toutefois dans quelques cas exceptionnels, des précipitations intenses, mais courtes, favorisent l'effet de « splash » et l'éjection des grains de sable. Ce phénomène reste néanmoins très localisé.

D'autres facteurs sont défavorables à l'action éolienne. Des chenaux remplis d'eau introduisent des obstacles dans la saltation des grains. Parfois une croûte salée ou des dépôts de coquillages protègent le sable. Celui-ci peut être également cimenté par des bactéries, de la matière organique, des algues microscopiques se développant avec l'humidité. Ce sont autant d'obstacles à la mobilisation du sable.

Quand la force de cisaillement due au vent devient supérieure à l'addition des forces de gravité et de cohésion entre les particules, la mise en mouvement du sable commence.

1.2. - Les modes de transport éolien

Le transfert du sable de la plage à la dune ne correspond pas à un simple prélèvement suivi d'un dépôt comme l'a montré Bagnold dès 1953. Les sables se déplacent surtout par saltation et par roulage.

La **saltation** correspond à une progression des particules par bonds successifs. L'éjection d'un grain du lit superficiel se fait selon un angle de 20 à 40°. Le grain est projeté en l'air et entraîné par le vent dont la vitesse est plus élevée lorsqu'on s'éloigne du sol. Puis il retombe selon un angle entre 10 et 15° et vient percuter un autre grain. Le grain peut alors rebondir et entraîner un autre grain. Ce mode de déplacement concerne les 3/4 des grains en mouvement.

Le **roulage** intervient pour 20 à 25% du volume transporté. Les grains bougent sous l'impact des grains en saltation, mais ils sont trop gros pour décoller. Au-delà d'un diamètre de 0,6 mm, la reptation et le roulage sont les seuls modes de transport. Or, sur la côte charentaise les médianes des grains de sable sont comprises entre 0,250 et 0,315 mm. La médiane est du même ordre sur la côte girondine (0,250 à 0,350 mm). Elle est de 0,430 mm sur le littoral landais à Seignosse et de 0,700mm à Tarnos.

La **suspension** est négligeable. Elle affecte des grains de diamètre inférieur à 0,2 mm qui sont pris dans des tourbillons ascendants et restent en suspension dans l'air car la vitesse de chute est très faible par rapport à la pression du vent. Ils se déposent sur le sommet des dunes ou dans les lettes. En fait, seules les particules inférieures à 70 microns vont très loin (plusieurs dizaines de km). Les particules supérieures à 70 microns sont prises dans un mouvement dérivé de la saltation, qu'Anderson appelle « modified saltation » (**Figure 3**).

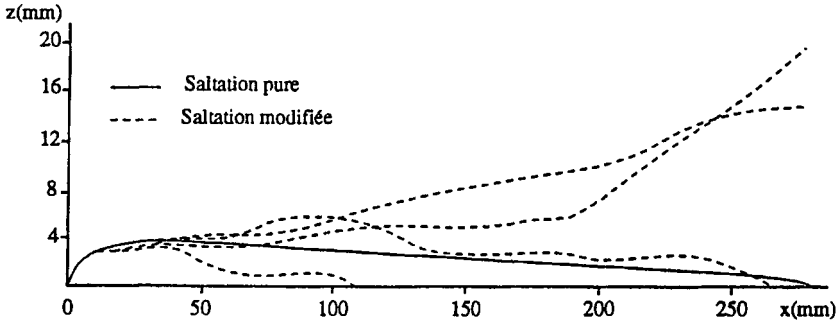


Figure 3 : La « modified saltation » *(d'après Anderson, 1987)*

Sur la plage, les grains de sable bougent par saltation ou roulage à moins de 0,30 cm du sol. Au-delà du pied de dune, le transport vers la terre décroît avec la densité croissante de la végétation. Mais il peut y avoir transport même si la surface est densément végétalisée.
En raison de la montée de l'air sur la face avant de la dune, le sable est suspendu et les grains bougent vers l'intérieur mais sans contact avec le sol. La hauteur atteinte par les grains de sable en transit vers la dune

est donc plus grande que sur la plage. Par vent fort, des grains de sable volent à hauteur d'homme, mais l'essentiel est transporté dans les premières dizaines de centimètres au-dessus du sol.

Le caractère sélectif de l'action éolienne se traduit dans la granulométrie des sables dunaires. Ils sont plus fins (fins à moyens) avec une médiane inférieure au matériel de la plage. Ils sont aussi mieux classés et les courbes granulométriques sont de type sygmoïde, très redressées. Le transport éolien étant accompagné de chocs des particules les unes contre les autres, il se traduit par des picots d'éolisation sur les grains de quartz dont l'allure initiale est due au polissage marin. Mais le transport de la plage vers la dune est relativement court et les grains de sable dunaire restent peu éolisés.

1.3 - L'accumulation du sable

A l'arrière de la plage, la topographie mais surtout la présence de végétation diminuent la vitesse du vent et expliquent l'accumulation. Les végétaux constituent des obstacles perméables qui freinent la vitesse du vent et favorisent le dépôt du sable. La flexibilité des végétaux est un avantage supplémentaire. Buckley a montré qu'un vent de 15m/s subit un affaiblissement au sol de 50% pour une surface couverte de végétation à 9%. Sa vitesse devient nulle pour un recouvrement végétal de 43%. (**Figure 4**).

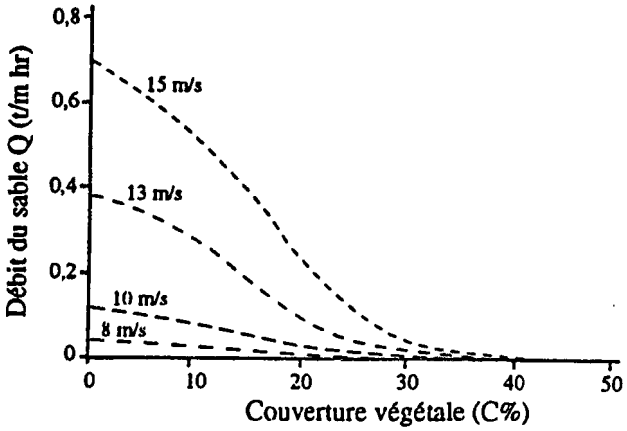


Figure 4 : Effet de la densité de la végétation sur le mouvement du sable *(d'après Wasson et Nanninga)*

Végétation et humidité sont étroitement liées (**Figure 5**). Le littoral atlantique bénéficie d'un climat doux et humide favorable à la croissance de la végétation. Mais le volume aérien de certains végétaux est variable selon la saison. D'une manière générale, la végétation se développe au printemps et arrive à son plein développement au moment de la saison sèche, puis elle régresse. En hiver, la végétation est moins importante mais le transit éolien est maximum d'autant plus que les vents les plus forts soufflent à ce moment là.

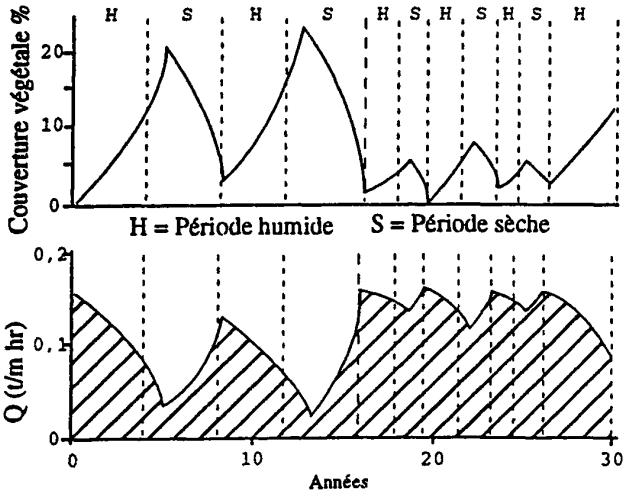


Figure 5 : Effets de la succession de périodes humides sur la végétation et le mouvement des sables *(d'après Wasson, 1984)*

En haut de plage, les bermes ou banquettes d'accrétion construites par les vagues de tempête sont vite colonisées par des plantes halonitrophiles (*Cakile maritima, Elymus farctus*). La matière organique présente en haut de plage, crée un milieu favorable. Autour des touffes de végétation qui piègent le sable en transit se forment des dunes élémentaires (nebkhas), de quelques décimètres de haut, qui s'élèvent et finissent par s'accoler pour former une avant-dune embryonnaire. Si les apports éoliens continuent, ils viennent nourrir un bourrelet haut de quelques mètres seulement, large d'une dizaine de mètres et dont le profil transversal est symétrique ou légèrement dissymétrique. Mais dans le contexte actuel, la constitution naturelle d'avant-dunes est rare et ne concerne que des portions limitées du littoral atlantique.

La zone d'accrétion de la Pointe Espagnole (Charente) présente ainsi une avant-dune (*foredune*) de faible hauteur (2 à 3 m) parallèle au rivage. En arrière de cette dune bordière, on distingue des cordons dunaires accolés, hauts d'environ 3 à 4 mètres, correspondant aux différentes étapes de l'accrétion depuis les années 60. L'ensemble forme un champ de dunes couvrant une surface de 20 ha, mais de faible altitude où le vent continue d'agir, apportant du sable depuis la plage ou remaniant le modelé dunaire par des actions de déflation, transit, accumulation. A une cinquantaine de mètres des laisses de haute mer, les plantes halophiles laissent progressivement la place à l'Oyat (*Ammophila arenaria*) et son cortège, avec une densité croissante.

Si la plage est bien alimentée en sable, l'avant-dune peut s'élever rapidement. A Seignosse (Landes), dans les années 1985-1990, une dune bordière s'est formée en avant du cordon dunaire recalibré après 1978. Le sable en provenance de la plage est piégé par les plantes psammophiles (*Agropyrum junceum et Ammophila arenaria*). Les plantations de gourbet (*Ammophila arenaria*) réalisées à l'époque par l'ONF ne suffisent pas à expliquer la formation de la dune. Il a fallu une phase d'accumulation importante de sable au niveau de la plage pour que le flux éolien puisse alimenter l'avant-dune mais il est difficile de dire si cette période d'accrétion est due en partie aux épis édifiés plus au sud pour lutter contre l'érosion marine ou bien s'il s'agit d'une phase naturelle d'accumulation. L'avant-dune de Seignosse est aujourd'hui volumineuse, bien végétalisée, et elle continue de piéger la quasi totalité du sable venant de la plage. Les mesures montrent que la quantité de sable passant au delà de 30 mètres est négligeable. On peut donc ici évaluer exactement l'importance du transfert éolien de la plage vers la dune.

L'alimentation en sable de la dune littorale déjà existante, que celle-ci soit naturelle ou artificielle, se fait également à partir de la plage. Les conditions du dépôt sableux dépendent alors d'une série de facteurs où la topographie et la végétation jouent les rôles essentiels.

L'accumulation se fait sur la pente externe de la dune si celle-ci est en pente faible ou moyenne et sur le plateau. Le secteur des Estagnots à Seignosse (sud landais) correspond à ce cas de figure. Une banquette de pente très faible (0,1 à 0,8%) protège le versant externe régularisé (pente 14 à 19%) de la dune reprofilée. Sur ce versant où poussent les plantes de la dune blanche, (Oyat et son cortège), l'accumulation de sable en provenance de la plage est importante et se poursuit à l'avant du plateau sommital.

Par contre, si la dune est entaillée en falaise, le dépôt se fait sur le plateau avec décroissance vers l'arrière. Une partie du sable retombe au niveau de l'abrupt d'envahissement ou alimente des pourrières, une partie est transportée en suspension vers la lette. Mais dans ce cas, le sable accumulé sur la dune ne vient pas seulement de la plage. Une partie vient de la falaise, d'où la difficulté pour mesurer précisément le volume venant de la plage.

1.4 - La dune littorale constitue une réserve de sable nécessaire à l'équilibre de la plage

La dune constitue une réserve de sable qui permet à la plage d'être réalimentée si elle est attaquée par la mer. Lors des tempêtes, la dune bordière recule et le sable prélevé dans la falaise dunaire est restitué à la plage et à l'avant-plage. La dune se reconstitue par la suite, lors de la période estivale, sauf si la plage est en cours de démaigrissement avec un budget sédimentaire très déficitaire. L'avant-dune joue donc un rôle important dans l'équilibre sédimentaire de la plage.

Cette dune bordière sert également de protection contre les vagues déferlantes et peut empêcher la mer d'envahir l'intérieur des terres. En arrière de l'avant-dune active, on peut parfois trouver des avant-dunes anciennes individualisées, sous forme de bourrelets de faible altitude, parallèles et accolés ou séparés par

d'étroites dépressions comme à la Pointe Espagnole (Charente-Maritime). Elles témoignent des différentes étapes d'un littoral en progradation. Les cordons les plus anciens sont figés, fixés par la végétation (*residual dunes*) de plus en plus couvrante avec l'arrivée des espèces de la dune grise, dans la mesure où les apports sableux se sont taris.

Mais une dune bordière bien conservée n'est pas une garantie contre l'érosion de la plage si le budget sédimentaire est négatif (Paskoff 1997). Toutefois si elle est dégradée, le volume de sable disponible est moindre, ce qui peut aggraver le démaigrissement de la plage.

Depuis quelques décennies, les dunes littorales, et notamment les avant-dunes lorsqu'elles existaient, ont pâti d'une surfréquentation liée au développement du tourisme balnéaire. Les passages répétés des touristes aux mêmes endroits dégradent la végétation. L'oyat par exemple ne supporte pas le déchaussement. La disparition de la végétation permet une remobilisation des sables entraînés par le vent vers l'intérieur des terres et donc perdus pour le système plage/ dune.

La dune littorale a pu également souffrir de la phase d'urbanisation incontrôlée qui a caractérisé le littoral aquitain avant la création de la M.I.A.C.A. Les exemples sont nombreux. A Seignosse-le Penon, certains bâtiments ont ainsi été construits aux dépens de la dune. A Hossegor ou Capbreton, les fronts de mer ont fait disparaître la dune et mis la plage en danger. Aujourd'hui, la loi « Littoral » de 1986 protège la dune littorale en interdisant les prélèvements de sable et les constructions (bande de 100 m), mais elle n'a pas empêché la construction d'une esplanade cimentée s'avançant sur la haute plage à Labenne-océan (Landes), exemple d'installation interrompant les liaisons plage/dune.

Ce milieu dynamique est donc fragile. Or, son rôle est essentiel dans l'équilibre sédimentaire de la plage. Il faut ajouter à cette fonction importante un intérêt paysager qui n'est pas négligeable, la diversité des paysages dunaires étant souvent liée au maintien de la dynamique naturelle. La valeur patrimoniale est également reconnue car certains secteurs abritent des espèces rares et protégées.

Pour protéger, restaurer, ou recréer ce milieu, il faut non seulement bien connaître les règles de son fonctionnement, mais aussi mesurer ou estimer les volumes sableux transitant de la plage à la dune.

II - Les transferts sableux de la plage à la dune : mesures et modélisation

II.1 - Les méthodes de mesure

II.1.1 - Les pièges à sable

Ils permettent des mesures ponctuelles selon la vitesse du vent. Différents types de pièges à sable ont été imaginés : des pièges horizontaux de Bagnold (1954) aux pièges à sable verticaux dits de Leathermann (1978), formés de cylindres ouverts vers l'avant dans la direction du vent et piégeant le sable grâce à une toile à maille fine placée à l'arrière, mais aussi des boîtes fixées à hauteur régulière sur des piquets de bois associées ou non à une girouette (Barrère), des pièges composés de récipients cylindriques superposés en forme de casseroles emboîtées (Arens 1992).

Le système utilisé par le LGPA pour le projet LIFE est celui des cônes emboîtés (Pellegrin 1996). Ils permettent de recueillir le sable dans toutes les directions, car lors des mesures, les sautes de vent sont fréquentes avec des variations de direction de quelques dizaines de degrés. D'un diamètre de 30 cm, les cônes sont espacés de 5 cm. Le premier au ras du sol reçoit les sables se déplaçant en roulage ou reptation et les suivants recueillent les sables en saltation. Chaque échantillon recueilli dans un cône est pesé et analysé.

Malgré tous ses avantages et des résultats intéressants obtenus sur les dunes de Charente maritime, le système reste lourd à mettre en place pour équiper un profil dunaire (**Figure 6**). Plusieurs postes sont installés en différents points d'un transect plage/dune (5 au minimum) et des opérateurs surveillent chaque système de cônes et assurent des mesures régulières du vent avec des anémomètres (toutes les 2 minutes). Il est donc difficile de multiplier les mesures dans le temps pour avoir des résultats représentatifs des différents profils plage/dune et des volumes sableux transitant en fonction des différentes vitesses du vent.

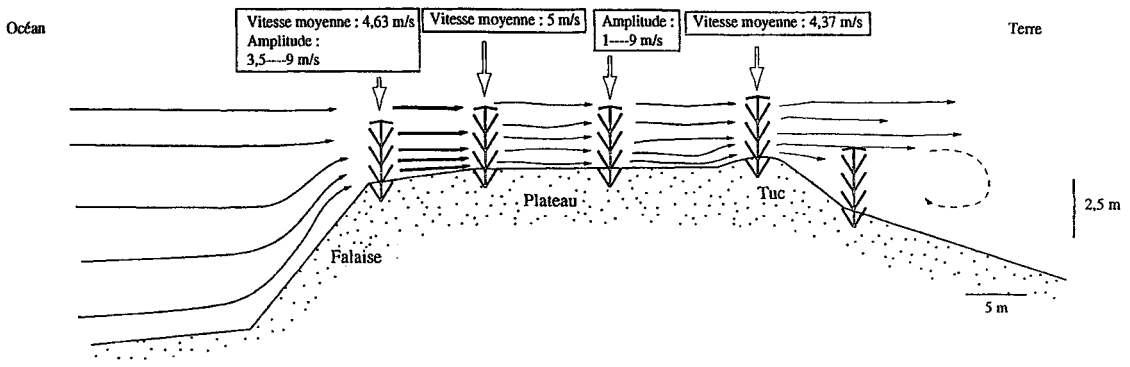


Figure 6 : Equipement d'un transect avec les pièges à sables *(LGPA, 1995)*

Les résultats obtenus par le LGPA, montrent que l'essentiel du sable est piégé dans le premier cône au ras du sol. Il arrive en roulage ou reptation (45 à 75% à l'avant du plateau, 85 à 98% à l'arrière). Le pourcentage des grains grossiers baisse rapidement au-delà du sommet de la dune. La part des grains de diamètre inférieur à 0,125 mm représente le quart des grains piégés à l'avant de la dune, mais elle est de 60% à l'arrière.

Pedreros (2000) a utilisé lors de sa campagne d'avril 1999 des pièges type Leathermann pour réaliser des mesures de transit sableux éolien sur le site expérimental du Truc Vert (Gironde). Deux postes de mesures (piège à sable et anémomètres) étaient positionnés l'un sur la banquette à Agropyrum et l'autre sur le versant dunaire. L'enregistrement automatique étant rendu possible grâce à une centrale d'acquisition de mesures. Les conditions météorologiques (vent, humidité…) étaient également relevées.

Ces différents types de piège à sable permettent de mesurer le sable transitant de la plage à la dune durant une période de temps limitée. Les expériences se font dans des conditions particulières, chaque fois différentes et il convient de mesurer pour chacune les différents paramètres environnementaux (largeur de la plage en fonction de la marée, humidité du sable et de l'air, vitesse et direction du vent etc…), mais elles ne permettent pas d'évaluer le volume de sable passant annuellement de la plage à la dune. Il faut donc recourir à des systèmes dont l'implantation durable sur la dune permet sur une ou deux années de mesurer l'augmentation du volume sableux de la dune.

II.1.2 - La méthode des piquets

Elle a été utilisée en différentes situations puisque 11 transects ont été suivis pendant deux ans en Charente de 1993 à 1995 et 3 transects dans les Landes de 1997 à1999.

Des profils topographiques de chaque transect ont été réalisés au théodolite à un an d'intervalle, permettant ainsi l'analyse de l'évolution sur une année du volume et du profil dunaire.

Au moment de la réalisation du premier profil, chaque transect a été équipé de piquets dans sa partie occidentale, c'est-à-dire celle qui correspond à la dune bordant la plage. Un premier système de deux piquets distants de 3 mètres, numérotés, est placé parallèlement au trait de côte à l'ouest de la dune, côté plage (**Figure 7**). Puis on renouvelle l'opération avec un ensemble de 2 piquets tous les 5 mètres le long du transect (**Figure 8**). Un système supplémentaire de deux piquets est implanté à chaque changement d'unité géomorphologique. Chaque piquet dépasse d'environ 50 cm et des mesures ont permis de relever l'éventuelle différence de niveau entre deux piquets homologues. A partir d'une règle posée à plat sur les deux piquets, 5 mesures de hauteur sont faites tous les 50 cm. L'opération est renouvelée ensuite régulièrement tous les mois.

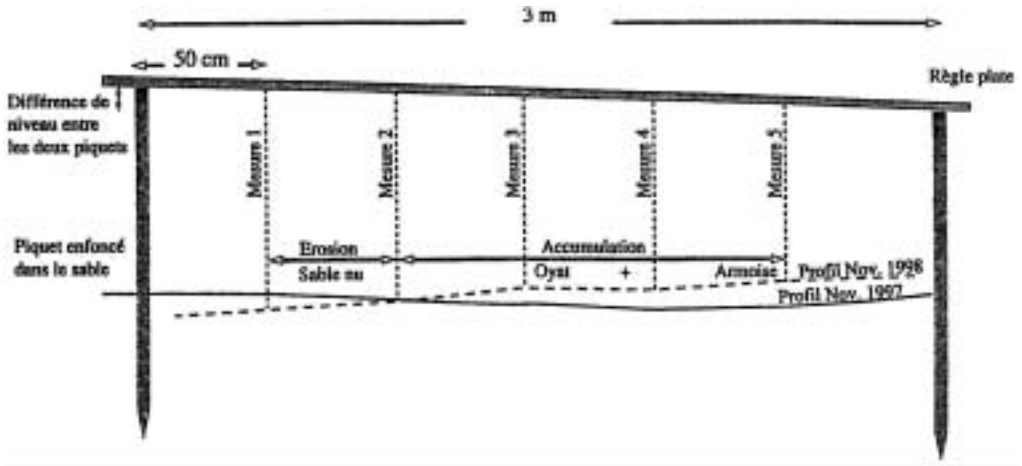


Figure 7 : Méthode des piquets utilisée pour mesurer les bilans accumulation/érosion sur les profils dunaires *(LGPA, 1996)*

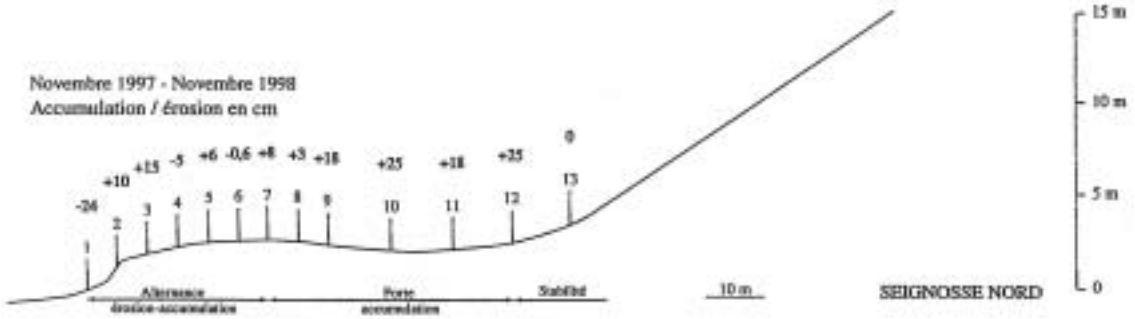


Figure 8 : Equipement d'un transect dunaire (Seignosse dans les Landes) et moyenne des résultats accumulation/érosion mesurés sur une année

Les résultats de ces mesures permettent de suivre les tendances à l'accumulation ou à l'érosion le long du profil dunaire, les rythmes saisonniers, et à la fin d'une année de calculer le volume sableux gagné ou perdu par la dune.

II.1.3. - Les résultats

Les volumes mesurés sont variables selon les conditions dynamiques (marine et éolienne), selon la topographie, la vitesse du vent et l'orientation du trait de côte.

Les résultats les plus probants pour évaluer le transfert de sable de la plage à la dune correspondent à des situations où une avant-dune existe avec une couverture végétale qui piège le sable en provenance de la plage. (Seignosse ou Pointe Espagnole).

Ailleurs, lorsqu'on est en situation d'érosion marine, l'estimation est plus délicate car les quantités de sable transférées vers l'arrière viennent en partie de l'érosion de la dune. La présence d'une falaise d'érosion marine introduit une deuxième source d'alimentation en sable pour la dune bordière. En effet, l'escarpement provoque une compression des filets d'air et une accélération de la vitesse du vent donc une augmentation de son pouvoir érosif. Les mesures faites alors sur la dune s'expliquent par des arrivées en provenance de la plage mais aussi de la falaise. Il est alors impossible de faire la part de la première source d'alimentation sableuse : la plage.

En Charente, à la Pointe Espagnole, une banquette sableuse en haut de plage, de quelques dizaines de mètres de largeur, traduit l'aggradation. Il s'agit au départ d'une berme, forme de construction d'origine marine, engraissée ensuite par des apports de sable en provenance de l'estran. Les mesures montrent que l'accumulation sableuse y représente **30 m³** par mètre linéaire et par an dont les 2/3 sont mobilisés par le vent et entraînés jusqu'à 300m à l'intérieur des terres, soit **20 m³ par mètre linéaire et par an**.

A Seignosse Nord, sur le littoral sud landais, les fortes tempêtes de l'hiver peuvent se traduire par une active déflation sur l'avant de la dune, mais l'accumulation prévaut ensuite, de sorte que l'avant-dune reçoit au total une accumulation de **9 m³ par mètre linéaire et par an** la première année, mais **20,5 m³ par mètre linéaire sur 18 mois** dont **11,5 m³ par mètre linéaire** pendant la seule période novembre 1998 - avril 1999. Ces dépôts importants de sable sur l'avant-dune s'expliquent par une bonne végétalisation : les oyats denses piègent les arrivées importantes de sable en provenance de la plage. Au-delà de 80 m, les apports sont à peu près nuls.

A Seignosse Sud, un transect a été suivi pendant 2 ans, de la haute plage au plateau dunaire, sur une centaine de mètres. Il est situé au niveau de la plage des Estagnots en avant du V.V.F des Estagnots. Au total, l'accumulation est supérieure à **8,9 m³ par mètre linéaire et par an** sur 110 m. Cet engraissement de la dune par le sable en provenance de la plage est un peu moins important que pour le transect Seignosse nord. La répartition du sable est meilleure sur l'ensemble du profil, alors qu'au nord de Seignosse l'avant-dune bloque l'essentiel du transit sableux.

Mais dans ces deux exemples charentais et landais, les facteurs favorables au transport sableux sont nombreux : estrans larges et lisses (6 à 9%), bonne alimentation des plages en sables (accrétion ou stabilité), sables fins et moyens. (médiane de 300 microns à la Pointe Espagnole, médiane de 430 microns sur la plage à 30 m de la dune pour Seignosse).

Par contre, à Tarnos, la plage présente une pente plus forte : 12% pour la basse plage, 16% en haute plage. Ce profil est lié à la granulométrie plus grossière qu'à Seignosse du matériel qui la constitue : 50% des grains ont plus de 0,7 mm de diamètre et 25% des grains ont entre 0,9 et 1,83 mm. Des croissants de plage se forment souvent sur la plage. A partir de cette plage de type réflectif, les mesures, réalisées chaque mois de 1997 à 1999, montrent l'extrême faiblesse des volumes sableux concernés par la dynamique éolienne. Si le pied de dune passe en une année par des périodes d'accrétion et d'érosion liées à l'activité marine, la résultante est positive, essentiellement due à la dynamique marine et à un budget sédimentaire positif à ce niveau. A l'avant, une banquette d'accrétion végétalisée s'est formée. Sur le versant externe de la dune, les tempêtes de l'hiver 1998-1999 et du début du printemps 1999 se sont traduites comme à Seignosse par une déflation modérée avec un maximum en haut du talus, et une accumulation modeste sur le plateau. Ici, les sables sont très grossiers et donc surtout sensibles aux vents très forts. Au-delà de 40 m, la stabilité l'emporte. Les sables sont grossiers et la végétation est trop basse (il n'y a pas de gourbet) pour piéger le sable le plus fin. Le transit sableux vers la dune est faible : **1,48 m³ par mètre linéaire en un an** (avril 1998 à avril 1999) dont 1,3 m³ pendant la période allant de novembre 98 à avril 99. Néanmoins, ce sont des volumes très faibles, comparés au transit sableux sur les dunes de Seignosse.

Ces résultats obtenus sur des secteurs en accrétion ou bien en répit d'érosion, doivent être comparés à ceux obtenus là où existe une érosion marine importante. L'exemple des transects suivis sur la côte sud-ouest de l'île d'Oléron est significatif. Le recul du trait de côte est de 7 à 20 m/an ce qui se traduit par la présence de falaise entaillant les sables dunaires. Ici les arrivées de sable sur la dune ont également été mesurées.

Au total, le sable accumulé sur la dune bordière et à l'arrière (de 3 à 10 m³ par mètre linéaire et par an) constitue un volume relativement faible par rapport à ce qui est enlevé par l'érosion marine. Le transport sableux le plus important correspond à des profils très évolutifs, où l'érosion marine a été très importante. La falaise de sable, très éolisée, a été une source importante de sable pour les zones situées à l'arrière-dune.

Les prélèvements éoliens directs sur l'estran paraissent donc beaucoup plus faibles que les prélèvements sur la falaise et sur le glacis externe, et ils sont d'autant plus forts que la falaise est plus haute et plus vive. Par contre, le volume de sable perdu par érosion marine est considérable, représentant de 10 m³ à 140 m³ par mètre linéaire et par an au sud-ouest de l'île d'Oléron.

Grâce à un suivi très régulier, les études ont également confirmé que la prise en charge et le transport par le vent varient selon la saison. Pendant la saison froide (fin de l'automne, hiver et début du printemps), les vents sont forts. Dominent alors les vents de direction sud-ouest à nord-ouest avec des vitesses qui peuvent atteindre 26 m/s . Ces vitesses permettent le transport par saltation ou par roulage des grains de sable qui ont un diamètre supérieur à 300 microns. Si le vent est très fort, la déflation prévaut à l'avant de la dune et le sable s'accumule à l'arrière de l'avant dune ou sur le plateau. Si les vents sont moyens, le sable en provenance de la plage

s'accumule sur l'avant-dune et à l'avant du plateau de la dune littorale reprofilée. Pour les vents en provenance d'autres secteurs, les vitesses sont faibles, inférieures à 4 m/s pour N 80-100 et par conséquent l'action éolienne ne peut s'exercer.

II.2 - Les différentes formules permettant d'estimer le transit éolien de la plage.

Bagnold a été le premier (1941) à proposer une formule mathématique pour calculer le flux sableux transporté à partir de la vitesse de friction. Comme pour Kawamura (1951) ou Hsu (1973), Bagnold fait intervenir l'accélération terrestre, la masse volumique de l'air, la taille des sédiments et la vitesse de friction du vent. Toutes ces formules mettent en évidence un volume transporté proportionnel à la vitesse de friction élevée au cube.

R. Pedreros a, dans sa thèse (2000), réalisé un tableau des principales expressions prédictives du flux éolien horizontal pour les utiliser ensuite dans sa démonstration en les critiquant à la lumière de ses expériences de terrain, de manière à déboucher sur la proposition d'une formule nouvelle (voir résumé de la thèse en fin d'article).

➢····· III - CONCLUSION

Les transports actuels de la plage vers la dune sont plus bas que les volumes potentiels prévus par les équations de transport standard les plus connues. Bien que le transport de sable éolien fut décrit d'abord par Bagnold en 1941, l'estimation des volumes transportés depuis les plages ne fut réalisée que plus récemment. On peut approcher ce niveau de transport pendant de courtes périodes et montrer qu'il dépend de la vitesse du vent, des caractéristiques du sable, de la couverture végétale et des pentes, mais aussi l'humidité de l'air, du sable.

Déjà Goldsmith en 1990 montrait que les quantités transportées correspondent à seulement 40% du transport théorique (Goldsmith et al., 1990). Les Hollandais confirment en notant **un maximum de 25 m³ par mètre linéaire et par an** et seulement pendant quelques années. Nos études sur le littoral atlantique des Charentes à la frontière espagnole corroborent ces résultats. La fourchette relativement large : de **1,4 à 30 m³ par mètre linéaire et par an,** selon les conditions locales (paramètres de la plage, du sable, du bilan sédimentaire…). Ces volumes mesurés le long des transects étudiés sont largement inférieurs aux modèles théoriques proposés par Bagnold ou Kawamura qui aboutiraient à des résultats de 5 à 10 fois supérieurs. Les mesures réalisées par Pedreros lui ont permis de proposer une formule nouvelle donnant des résultats plus proches de la réalité.

Le transport de sable de la plage à la dune est donc certainement moins important aujourd'hui qu'il y a 5000 ans, lorsque se construisaient les grands cordons dunaires littoraux. Cette relative faiblesse actuelle du transport sableux rend plus aiguë la fragilité de la dune littorale dont l'existence est pourtant indispensable à la plage. Il faut donc être très vigilant pour empêcher la dégradation de l'avant-dune lorsqu'elle existe. Si la dune littorale est menacée, une intervention lourde pour la protéger, enrochements par exemple, est à proscrire. Ce type d'ouvrage conduit à l'accélération du processus de démaigrissement de la plage par rupture des liaisons plage/dune, et par conséquent menace à terme l'existence même de la dune. Enfin, si l'avant-dune a été détruite, il est souhaitable de la restaurer, voire de la recréer, en respectant les processus naturels d'évolution dunaire de manière à retrouver une forme et une mobilité naturelle en même temps qu'une certaine diversité géomorphologique et végétale.

➢····· IV - BIBLIOGRAPHIE

- Anderson R.S. et Haff, P.K (1988). Simulation of aeolian saltation. *Science* 241, pp 820-823.
- Arens S.M. (1994). Aeolian processes in the dutch foredunes. Ph.D.thesis. Amsterdam, University of Amsterdam 150p
- Arens S.M. (1996). Rates of aeolian transport on a beach in a temperate humid climate, *Geomorphology* 17 , pp3-18
- Arens S.M. (1997). Transport rates and volume changes in a coastal foredune on a Dutch wadden island Journal of coastal conservation 3 pp 49-56

- Bagnold R.A (1941). The physics of blown sand and desert dunes. Methuen, London 266p
- Goldsmith V. (1978). Coastal dunes. In : *Coastal sedimentary Environments*. Ed.Jr., R.A.D. New York, Springer pp171-236.
- Hotta S.et al (1984). *Sand transport by wind on a wet sand beach. Proceedings of the 19th Coastal Engineering Conference. American Society of civil Engineers,* New York pp1265-1281.
- Hsu S .A. (1973). *Computing aeolian sand transport from shear velocity measurements*. *Journal of Geology* 81 pp739-746
- Leathermann S.P (1978). *A new aeolian sand trap design*. *Sedimentology* 25 pp303-306
- L.G.P.A (sous la direction de SALOMON J.N) (1996). L'évolution du littoral et des milieux dunaires de la côte charentaise. 179 p.
- Paskoff R. (1997). *Typologie géomorphologique des milieux dunaires européens* in Biodiversité et protection dunaire pp 198-217. Editions Lavoisier Paris
- Paskoff, R. (1998). Les littoraux, Impacts des aménagements sur leur évolution (2ème édition) Armand Colin. Paris. 260p.
- Pedredros R., (2000). Quantification et modélisation du transport éolien au niveau des zones côtières : Application au cas girondin. Université de Bordeaux I : 189p
- Pedreros R., Howa H., et Michel D. (1996). *Application of grain size trend analysis for the determination of sediment transport pathway in intertidal areas*. In Marine Geology. 135 pp.35-49.
- Prat M.C., (1997). *Les milieux dunaires charentais européens* in Biodiversité et protection dunaire. pp46-65. Editions Lavoisier Paris.
- Prat M.C., (1999). *La dynamique dunaire sur le littoral sud landais* . In Le littoral sud landais. L.G.P.A. n ° spécial Bordeaux, pp 63-87.
- Prat M.C., (2001). *La côte charentaise : une dynamique littorale exacerbée (côte sud-ouest de l'île d'Oléron et côte d'Arvert)* In travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée n°19 . pp.73-84. Université de Bordeaux 3
- Prat M.C., Salomon J.N., (1997). L'évolution récente du littoral charentais : lignes de rivage et système dunaires. *Quaternaire*, vol.8 (1) 1997 pp21-37.
- Salomon J.N. et Prat M.C., (sous la direction de) (1999). Le littoral sud landais. L.G.P.A. n° spécial Bordeaux 150p
- Psuty N.P. (1988). *Sediment budget and dune/beach interaction*. Journal of Coastal Research Specila Issue (3) pp1-4.
- Thomas Y.F., (1975). Actions éoliennes en milieu littoral : La Pointe de la Coubre. Mémoires du Laboratoire de Géomorphologie de l'École Pratique des Hautes Etudes.146p.

Thèse de Doctorat intitulée « Quantification et modélisation du transport éolien au niveau des zones côtières – Application au littoral girondin »

Résumé établi par Rodrigo PEDREROS, auteur de la thèse

L'objectif de cette étude était de quantifier et modéliser les échanges sédimentaires plage-dune au niveau de la côte girondine à des échelles de temps journalières à pluriannuelles. Pour cela, nous avons conçu de nouvelles chaînes et logiciels d'acquisition qui nous ont permis de mesurer à diverses échelles de temps et de façon simultanée les écoulements éoliens, les paramètres météorologiques ainsi que les flux sédimentaires. Grâce à cette importante base de données, nous avons pu identifier et étudier les principaux mécanismes et facteurs intervenant dans le transport éolien au niveau des zones côtières. Les principaux résultats issus de cette recherche concernent :

1) La détermination de la vitesse de friction u_*

Pour calculer le transport éolien, il est nécessaire de connaître la vitesse de friction (u_*) exercée par le vent au niveau du sédiment. Cette vitesse peut être déterminée avec précision grâce à la méthode du profil logarithmique. Celle-ci est, toutefois, délicate à mettre en œuvre sur des longues périodes de temps car elle nécessite de mesurer en simultané l'intensité du vent à différentes hauteurs du sol. Aussi nous avons développé et validé une nouvelle expression pour calculer directement u_* à partir d'une seule mesure de la vitesse du vent :

$$\mathbf{u_* = 0.072u_{10m} - 0.31}$$

2) L'établissement d'une nouvelle formule de transport éolien

Nous avons démontré que les bases physiques à l'origine des différentes formules du transport éolien étaient erronées ce qui expliquait les importants écarts constatés entre les flux mesurés et les flux calculés. Grâce aux nombreuses recherches pluridisciplinaires menées ces dernières décennies, nous avons élaboré une nouvelle expression du transport sédimentaire éolien qui se présente de la manière suivante :

$$q = 1.25\rho_a \left(u_* - u_{*t}\right)^2 \frac{\left(3.6 - 33.4\sqrt{dg}\right)}{g}$$

q : flux éolien ($kgm^{-1}s^{-1}$) ; p_a : masse volumique de l'air (kgm^{-3})
u_* et u_{*t} : vitesses de friction et de friction seuil (ms^{-1})
g : accélération de la pesanteur (ms^{-2})
d : diamètre moyen du sédiment (m)

Cette expression se démarque des précédentes car :

- elle utilise une vitesse de friction au carré et non au cube,
- il n'y a pas de constante « à étalonner » en fonction du site d'étude,
- elle tient compte des deux phénomènes d'autorégulation de la couche de saltation ce qui empêche, par exemple, le calcul de flux démesurés lorsque u_* est important,
- elle est robuste. Nous avons montré que les flux issus de cette expression sont toujours proches de ceux mesurés et cela quel que soit le milieu d'expérimentation (soufflerie, environnements côtiers).

Comme le montrent les figures ci-dessous, c'est notre expression qui s'approche le plus des flux sédimentaires éoliens mesurés en soufflerie (figure 1) et dans divers environnements côtiers (figure 2).

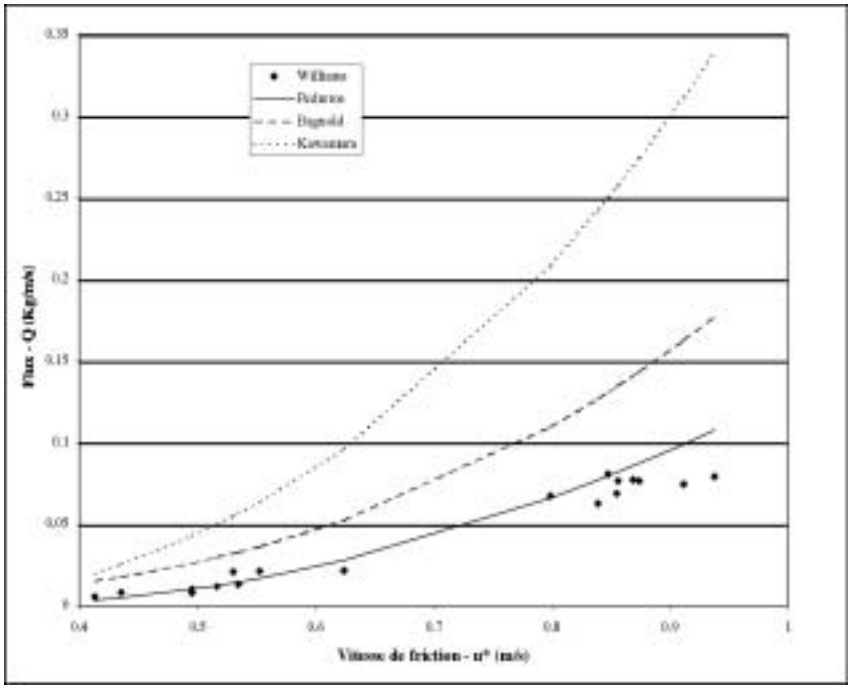


Figure 1 : Comparaison des flux mesurés par Williams (1964) et ceux calculés suivant les expressions de Bagnold, Kawamura et celle que nous venons d'établir.

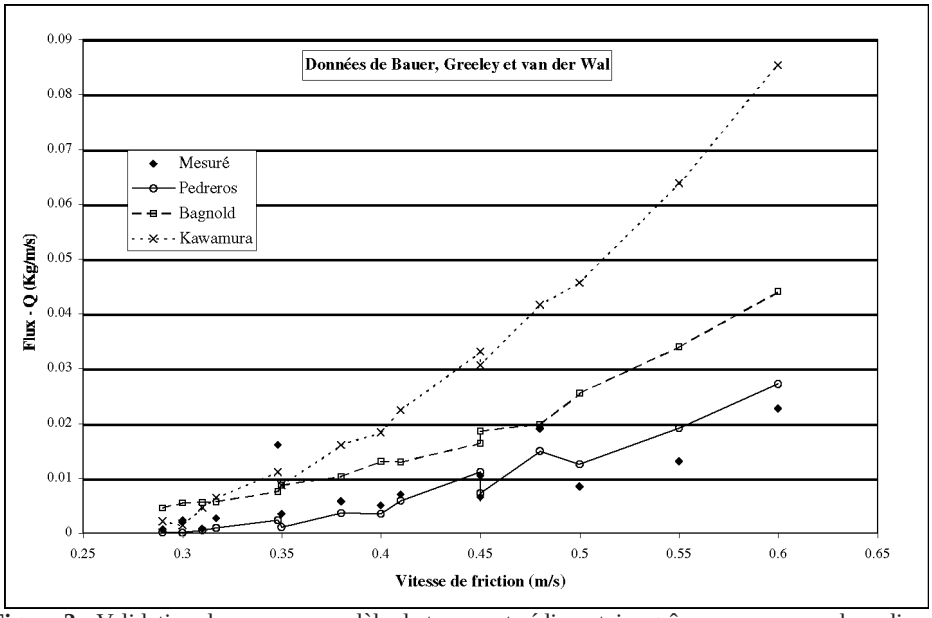


Figure 2 : Validation du nouveau modèle de transport sédimentaire grâce aux mesures dans divers environnements côtiers issues de la bibliographie *(Bauer et al., 1996 ; Greeley et al., 1996 ; van der Wal, 1999).*

3) L'identification et la paramétrisation des facteurs influençant le transport éolien

Les principaux paramètres influençant le transport éolien dans les zones côtières concernent l'humidité des sédiments (pluviométrie, variations du niveau de la mer), la morphologie de la plage et la présence de végétation.

Les périodes propices au transport éolien sont généralement accompagnées de précipitations intenses qui ont pour conséquence de limiter les flux sédimentaires. Grâce aux études déjà existantes et à nos propres mesures de terrain, nous avons développé une formule permettant de quantifier cette influence. Celle-ci propose une correction de la vitesse de friction seuil (vitesse minimale nécessaire au transport) en fonction de l'intensité de la pluie :

$$u_{*tpluie} = u_{*t} \times (1 + (3 \times P_{moy15\min}))$$

$u_{*tpluie}$: vitesse de friction seuil en cas de pluie en ms^{-1}

u_{*t} : vitesse de friction seuil dans des conditions sèches en ms^{-1}

$P_{moy15min}$: pluviométrie moyenne sur la côte toutes les 15 minutes en mm

Lors des conditions favorables au transport, il arrive un moment où le plan d'eau est tellement haut que la largeur émergée de la plage est insuffisante pour que le vent continue de mobiliser les sédiments. Nous parlons alors de **hauteur limite** du niveau de la mer et de **largeur seuil** de la source sédimentaire. Nous avons montré que cette hauteur limite dépendait de la morphologie de la plage. Sur les secteurs fortement alimentés en sédiments (couverture sédimentaire épaisse), la largeur seuil est associée à des hauteurs limites élevées (environ 4.5 mètres NGF) alors que pour les zones soumises à une forte érosion, les hauteurs sont plus faibles (aux alentours de 2 mètres NGF). Ainsi, pour un forçage comparable des agents dynamiques (vent, marée et houle), le temps effectif du transport éolien et donc l'intensité des flux sédimentaires dépendront de la morphologie de la plage.
La végétation a un rôle fondamental car elle protège le substrat de l'érosion éolienne et piège les sédiments transportés par le vent. Sur les secteurs où elle est très présente, la *quasi*-totalité des volumes sableux provenant de la plage est piégée en avant-dune.

4) Le développement et la validation d'un modèle de transport éolien adapté aux zones côtières
Les différentes expressions décrivant la vitesse de friction, les flux sédimentaires ainsi que l'influence des paramètres environnementaux (pluviométrie, niveau de la mer, morphologie de la plage) établis dans cette étude, nous ont permis de développer un nouveau modèle de quantification du transport éolien adapté aux zones côtières, le modèle FESCO (Flux Eoliens Sédimentaires COtiers). Le détail des paramètres pris en compte par FESCO sont représentés figure 3.

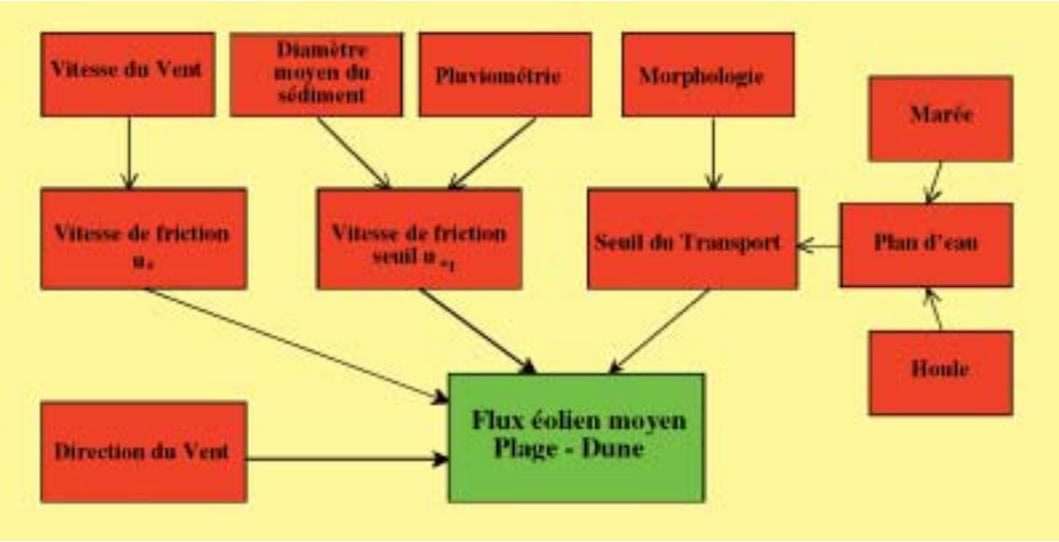


Figure 3 : Paramètres utilisés dans le modèle pour déterminer le transport éolien moyen depuis la plage vers la dune.

Les performances de FESCO sont tout à fait encourageantes car il est capable de simuler les flux sédimentaires plage-dune à des échelles de temps très variables (journalière à pluriannuelle) et avec une précision jusqu'ici jamais atteinte, tant au niveau du littoral girondin que sur d'autres environnements côtiers du globe. Pour fixer les ordres de grandeur, les erreurs de calcul à une échelle saisonnière se situent, dans les meilleurs des cas, aux alentours de 200% (Arens, 1997 : étude sur une plage hollandaise) et 300% (Hsu, 1994 et CERC, 1998 ; diverses plages des Etats-Unis). Cette erreur dépasse largement les 300% lorsque aucune correction n'est apportée aux flux potentiels bruts (Weber, 1978 ; Gallissaires, 1992 : calculs sur la côte girondine). Dans la procédure de calcul que nous proposons, l'erreur reste inférieure à 50%.

5) La quantification et le comportement du transport éolien à l'échelle de la côte girondine

Nous avons utilisé FESCO pour quantifier le transport éolien au niveau de trois sites ateliers représentatifs des morphologies plage-dune de la côte girondine : sites du Truc Vert, du Porge-Sud et d'Hourtin-Sud. Ainsi nous avons mis en évidence :

- que les flux annuels avancés jusqu'à maintenant (proches de 20 m^3/m/an) correspondent, en fait, aux conditions de transport de la côte girondine alors que la dune littorale n'était pas encore établie,
- que les flux éoliens pouvaient varier entre **3.6 et 13.7 m^3/m/an** en fonction des caractéristiques morphodynamiques des secteurs concernés,
- le caractère événementiel du transport éolien. Le cumul des flux des 20 jours les plus actifs de 1999 représente, par exemple, 80% du transport annuel, les mouvements sédimentaires étant nuls pendant 292 jours de l'année.

L'extrapolation spatiale des flux calculés au niveau de chaque site atelier nous a permis d'estimer le transport éolien moyen à l'échelle de la côte girondine à des valeurs comprises entre **6 et 7.4 m^3/m/an**. Ces volumes sableux se déposent en majorité à proximité du pied de dune. La présence d'une banquette à Agropyrum ou de végétation favorise un piégeage supplémentaire des sédiments. En fonction de l'intensité de l'écoulement éolien et de la couverture de la végétation, nous observons :

- deux autres zones de dépôt : à proximité du haut de dune et du pied du talus d'envahissement,
- deux zones de transport : à la base de la falaise dunaire et sur le plateau,
- deux zones d'érosion : secteur situé entre la mi-pente et le haut de dune et sur le plateau.

6) Prospectives

Les différents résultats obtenus ouvrent des possibilités de recherche dans les domaines fondamental et appliqué.

Transport éolien

La formule de transport éolien que nous avons élaborée peut être améliorée grâce à de nouvelles expériences sur la couche de saltation en faisant intervenir plusieurs classes granulométriques (4 ou plus). Cela permettrait notamment :

- de mieux quantifier les variations des vitesses et des angles d'éjection et d'impact des particules en fonction de la taille du sédiment,
- de préciser le mode de calcul de la vitesse de friction du vent à l'intérieur de la couche de saltation (u_{*V}).

Influence des paramètres environnementaux

La pluie : l'expression de correction de la vitesse de friction seuil en fonction de la pluviométrie a été mise au point avec un nombre limité de données. Aussi de nouvelles campagnes de mesure du transport éolien sous des conditions de pluie très diverses seraient nécessaires pour l'améliorer.

La limite supérieure de la zone de jet de rive : à moyen terme, nous espérons déterminer avec précision cette limite grâce à un modèle de transformation de la houle en zone de surf tenant compte de la morphologie locale et des caractéristiques de la houle au large. Ce modèle est en train d'être mis au point dans notre laboratoire grâce à de nombreuses recherches menées dans le cadre du PNEC (Programme National d'Etudes des Environnements Côtiers).

Modélisation du transport éolien

Grâce à FESCO, il est maintenant possible de quantifier de façon réaliste le transport éolien au niveau des zones côtières. Désormais, nous pouvons nous intéresser au devenir des sédiments intégrant le système dunaire**.** Pour cela, il est nécessaire d'intégrer les différentes paramétrisations tenant compte de l'influence de la végétation et de la topographie dans notre modèle de transport.

Modèle FESCO

En ce qui concerne la gestion du littoral, FESCO constitue :

- **un outil d'aide à la décision** : la quantification réaliste du transport sédimentaire éolien à différentes échelles de temps permet de planifier au mieux les différentes interventions liées à l'entretien du cordon dunaire (mise en place des palissades, filets coupe-vent, etc.).
- **outil de prévision** : il est désormais possible d'effectuer une étude statistique du transport éolien sur de nombreuses années et ainsi de définir différents scénarios sur son comportement à moyen et long terme.

FESCO peut aussi être utilisé pour étudier les relations entre l'intensité du vent, la disponibilité de sédiments et l'influence des variations du niveau de la mer et de la pluviométrie. Il peut ainsi aider à comprendre la mise en place des formations dunaires dans le passé et en particulier dans l'Holocène.

CHAPITRE 2

LES DUNES LITTORALES NON BOISÉES

HISTOIRE DES DUNES LITTORALES CALIBRÉES D'AQUITAINE

Jean Favennec
Chargé de mission Littoral de l'Office National des Forêts
16, rue Georges Mandel - BP 903 - 33061 Bordeaux cedex (France)
Tél. (33) 05.57.81.22.77 - Fax : (33) 05.56.98.41.07 - Email : jean.favennec@onf.fr

Résumé :
Les dunes d'Aquitaine constituent le plus important maillon du vaste système qui borde le golfe de Gascogne entre la Bretagne et les Pyrénées. Au XIXeme siècle la plus grande partie de ces dunes mobiles fut fixée par boisement à base de Pin maritime. C'est dans ce cadre qu'eu lieu un débat sur la meilleure façon de « domestiquer » les dunes les plus littorales. De gigantesques travaux de calibrage selon un profil « idéal » furent engagés pour construire une dune bordière protectrice. Après la dernière guerre, un « remodelage » mécanique des dunes s'appuya de nouveau sur ce concept de profil idéal. Dans les années 1980, la recherche d'un profil calibré fut abandonné au profit d'un contrôle souple laissant place au développement de formes semi-naturelles complexes répondant mieux aux attentes sociales actuelles.

Abstract :
The dunes of Aquitaine form the biggest section of the vast system that runs along the Bay of Biscay from Brittany to the Pyrenees. In the 19th century, most of these mobile dunes were stabilized by plantations of Maritime Pine. This set the scene for a debate on the best way to "domesticate" the dunes closest to the coast. Thus began a titanic programme of calibration work to build a protective foredune to an "ideal" profile. After World War II, the dunes were mechanically remodelled once again to reproduce the ideal profile. In the 1980s, the idea of a calibrated profile was abandoned in favour of flexible control, giving way to the development of complex, semi-natural shapes better suited to contemporary social expectations.

INTRODUCTION

L'homme a toujours modifié son milieu de vie pour satisfaire ses besoins. Les dunes littorales n'échappent pas à cette logique, comme la majeure partie des paysages européens, elles résultent de l'action conjuguée de l'homme et des agents de la dynamique naturelle. Le degré de "naturalité" de leur modelé est souvent difficile à évaluer. Les dunes calibrées d'Aquitaine (qui bordent le bassin aquitain, de la Charente-Maritime au sud landais) sont, au niveau européen, un des exemples les plus démonstratifs d'une action continue de contrôle des dunes côtières par l'homme. Mais elles ne constituent pas une exception, les dunes modelées à divers degrés abondent en Europe.

I - CADRE GÉOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE.

Figure 1 : Le domaine concerné.
Sur la façade maritime du bassin sédimentaire d'Aquitaine s'est développé le plus important système dunaire français qui s'étend de façon continue sur 340 km de l'île d'Oléron en Charente- Maritime à la marge des Pyrénées sur la rive sud de l'Adour (dont 260 km sont gérés par l'Office National des Forêts).

Au début du XIXème siècle, à la suite des essais probants de Brémontier, une action globale de fixation de ces vastes champs de dunes mobiles a été engagée sous l'impulsion de l'Etat (Pont et Chaussées, Eaux et Forêts). Une surface de 88.000 ha de dunes « modernes » fut ensemencée par un mélange de graines à base de Pin maritime (*Pinus pinaster*), arbre indigène qui peuplait les « vieilles » dunes subsistant à l'arrière du système transgressif. Aujourd'hui, cette forêt pionnière à base de Pin maritime s'enrichit grâce à la progression naturelle des chênes. L'Office National des Forêts, héritier des Eaux et Forêts, gère la majeure partie de ce domaine dunaire.

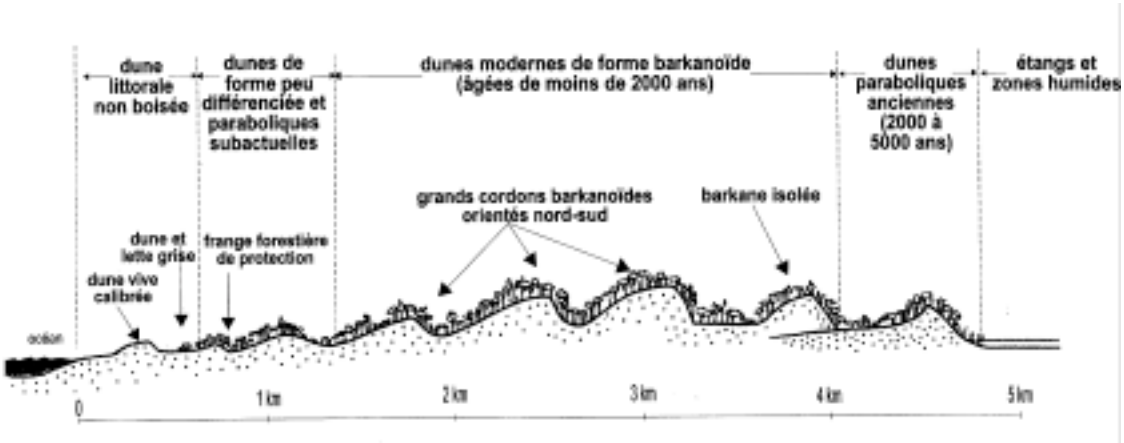


Figure 2 : Transect schématique des dunes littorales d'Aquitaine.

A proximité du rivage, pour se prémunir contre les sables mobiles provenant de la côte, les reboiseurs transformèrent des dunes basses transgressives en une dune protectrice calibrée, un "piège à sable" qui constitue encore aujourd'hui un élément dominant du paysage de la dune littorale non boisée.

II. Témoignages sur les objectifs des acteurs de l'édification ou du modelage des dunes calibrées d'Aquitaine

Selon les acteurs et les historiens, la dune littorale calibrée est un piège à sable pour protéger les reboisements.

C. Grandjean (1896), inspecteur adjoint des Eaux et Forêts : *« La dune littorale a pour objet de retenir sur la plage les nouveaux sables que la mer rejette chaque jour et de protéger contre eux les jeunes semis et tous les travaux qu'on a fait précédemment. Supprimez la dune littorale ou cessez de l'entretenir, et de nouvelles dunes naturelles se formeront qui seront poussées vers l'est et recouvriront successivement toutes les forêts péniblement créées, et après elles le pays tout entier ».*

J. Bert (1900), administrateur de Eaux et Forêts : *« L'océan vomit journellement un volume énorme de sable qui, sous l'action des vents, forment les dunes : celles-ci, envahissant le littoral et marchant avec une vitesse moyenne de 18 m par an, ont englouti successivement une large zone de forêts et de terrains cultivés. Pour arrêter le fléau, l'opération devait consister :*
- *à fixer les sables mobiles et à les convertir en sol forestier,*
- *à élever le long de la mer une digue infranchissable aux sables qu'elle rejette chaque jour et dont le volume est évalué actuellement à 25.000 m^3 par kilomètre et par an ».*

De Vasselot De Régné (1878) inspecteur des Eaux et Forêts en Charente Maritime : *« Au moyen d'ouvrages spéciaux, les nouveaux apports de sable seront eux-mêmes retenus, endigués, cantonnés près de la côte ; au lieu d'engloutir les jeunes semis, ils formeront un rempart entre eux et les embruns de la mer, et bientôt le désert sera remplacé par de belles et productives forêts ».*

P. Buffault (1942) : *« Pendant longtemps, la côte, immédiatement après le niveau des hautes mers, présenta une succession de petits monticules irréguliers et d'intervalles. Ceux-ci étaient autant de brèches par où le vent s'engouffrait (siffle-vents) et chassait le sable sur la végétation croissant plus à l'est, et par où pénétrait la mer lors des fortes marées. L'ingénieur en chef Goury -Ponts et Chaussées- eut l'idée de*

remédier à cette situation en édifiant à la place de cette succession d'inégalités une dune littorale artificielle, une « dune protectrice », au moyen de clayonnages ou palissades et de plantations de gourbet ».

En Aquitaine, la construction de la dune littorale « piège à sable » a principalement visé la protection des boisements. C'était un ouvrage réalisé conjointement aux « ateliers » (**figure 3**) de reboisement qui étaient également protégés par des palissades de « défilement » sur les faces exposées au transit sableux provenant des zones voisines non fixées.

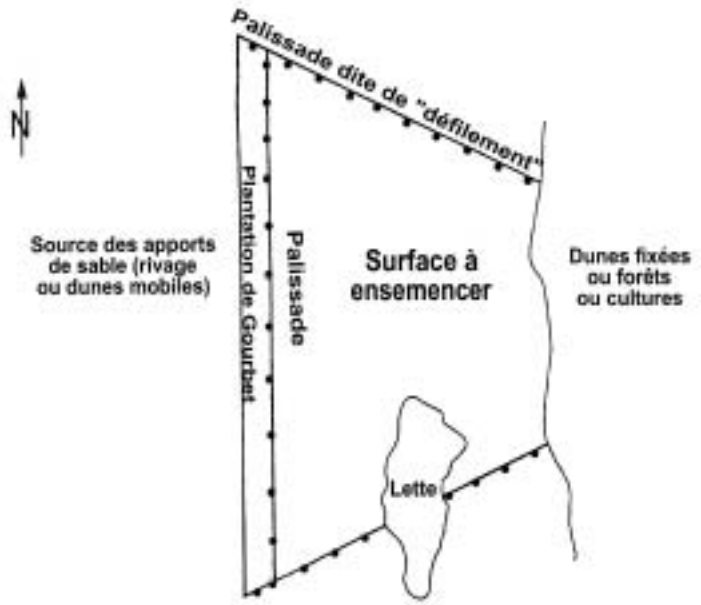


Figure 3 : Schéma d'un plan d'atelier *(d'aprés Buffault)*.

Les préoccupations concernant l'érosion marine n'étaient pas prioritaires mais parfois évoquées.

Pour J. Bert (1900) : Le talus en pente douce offre aussi une bonne résistance à l'action marine. *« La mer elle-même quand il lui arrive de dépasser exceptionnellement la ligne des hautes eaux, glisse sur le pied du talus sans le dégrader ».*

Pour C. Grandjean (1896) : *« La dune est exposée à des quantités d'accidents ... L'action de la mer est le plus terrible ».* Il pense que l'on peut y échapper : *« Mais quand on a soin d'établir la palissade de 150 à 200 m de la laisse des mers, [l'action] des flots est rarement dangereuse ».*

Pour M.A. Lafond (1900) : *« Il fallait donner à la dune littorale la forme reconnue la plus favorable pour atteindre le double but que l'on se proposait, de protection contre l'envahissement des sables et de défense contre la mer ... Ainsi construite, la dune présente aux vents violents la surface la moins attaquable possible, permet à la mer de s'étaler plus facilement sur la pente sans l'affouiller ... La dune fait, pour ainsi dire, l'effet d'une digue submersible... ».*

Ces auteurs avaient sous-estimé l'impact de l'érosion marine sur la dune calibrée. Il est vrai qu'à l'époque un chapelet de blockhaus n'aidait pas à prendre conscience du phénomène !

Au cours des débats autour des techniques à mettre en œuvre, différentes approches se sont opposées, **P. Buffault (1942)** les résume : *« Deux conceptions différentes ont présidé à l'édification de la dune littorale. L'une, partant de l'idée que l'on peut et doit arrêter tous nouveaux sables au pied de la défense littorale et empêcher le moindre grain de quartz de la franchir, comporte une dune très rapprochée de la mer, à pente raide et nue à l'ouest, à pente douce et gourbettée à l'est…Tout cela n'est qu'utopie… L'homme ne peut maîtriser directement les forces de la nature. Mais il peut les utiliser et les diriger selon ses besoins… De là une autre conception de la dune littorale qui comporte un talus ouest en pente douce…qui a fait ses preuves et donne satisfaction ».*

III. Les techniques d'édification mises en œuvre au XIXème siècle.

Le sable transitant de la plage vers l'intérieur des terres est piégé par différents systèmes brise-vents complétés par des plantations à base d'Oyat (*Ammophila arenaria*) dénommé Gourbet en Aquitaine.

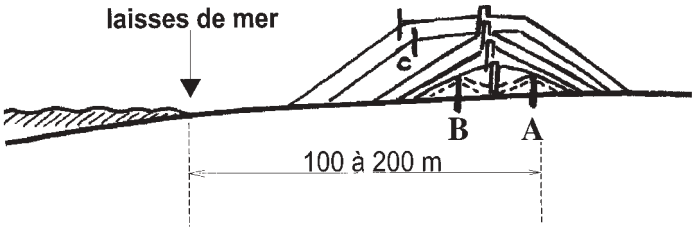


Figure 4 : Schéma de principe de construction de la dune littorale *(selon Grandjean - 1896).*

Les techniques mises en œuvre au XIXème siècle sont bien décrites par C. Grandjean (**figure 4**) : à 100 m ou 200 m de la laisse de haute mer, on dispose des clayonnages successifs (A et B) qui permettent d'établir une base sur laquelle est implantée parallèlement au littoral une palissade de planches progressivement relevée au fur et à mesure de son ensablement, on érige ainsi une digue de section plus ou moins triangulaire.

La pente ouest recherchée doit être assez douce pour mieux résister aux attaques du vent et au « choc des lames » et assez raide pour éviter que trop de sable s'y accumulent, C. Grandjean opte pour une pente de 26 à 27%. Pour obtenir cette pente externe, lorsque la hauteur atteint 6 à 8 m, on établit à 2 m en avant de la palissade un cordon tressé sur piquets (C). L'amorce de plateau entre les deux palissades est consolidée par plantation de bourrées (fagots de végétaux de 30 à 35 cm de diamètre et de 60 à 80 cm de hauteur), progressivement le plateau s'élargit vers l'avant et vers l'arrière.

Lorsque le profil désiré est atteint, on le « fixe » par plantation de Gourbet (ou à défaut par semis de Gourbet sous couverture à raison de 15 kg de graine par hectare). Grandjean propose une alternative plus économique qui évite clayonnages et bourrées en plantant directement et précocement le Gourbet dont la densité variable permettrait de régler la pente désirée.

Grandjean parlait de hauteur et de pente optimales, mais ne définissait pas de profil idéal à généraliser : *« La hauteur varie énormément suivant les points de la côte où on se trouve ... J'estime qu'une hauteur de 8 à 10 m est grandement suffisante. Cependant il faut se garder d'être absolu. Il est clair que, si les apports de sable sont abondants, la dune montera plus vite et plus haut que s'ils sont rares, et ce sera aussi une nécessité parce qu'il faudra une protection plus efficace ».*

Ce schéma de principe a connu de nombreuses variantes selon les acteurs et les conditions locales :

- les palissades de planches étaient parfois remplacées par des clayonnages sur piquets de bois (de 2 m de longueur et 20 cm de diamètre). Ces pieux pouvaient comme les planches être exhaussés lorsqu'ils étaient « couronnés » de sable.

- certains témoignages indiquent que le plateau était établi à l'arrière (à l'est) de la première palissade disposée, Lafond (1900) : *« Pour former la plate-forme, on plantait du Gourbet en arrière de la palissade, sur la largeur à donner au plateau… Le sable étant peu à peu retenu par le gourbet, la dune élargissait progressivement son sommet et finissait enfin par prendre la forme désirée ».*

- des dunes calibrées ont également été réalisées à la Coubre en Charente-Maritime (Lafond 1900) en utilisant uniquement des « cordons », lignes de fagots de branchages fichés dans le sable en remplacement des palissades et des clayonnages.

- De Vasselot (1878) évoque l'utilisation dans cette même région d'épis perpendiculaires à la palissade.

Les concepteurs de ce « piège à sable » en ont défini le fonctionnement optimal.
Il fallait que l'édifice quand il avait atteint la bonne hauteur soit perméable au sable en transit. Pour Buffault (1942) : *« Les sables, poussés par le vent et qu'on ne peut qu'accepter, remontent le talus ouest*

entre les touffes de gourbet, franchissent le sommet et retombent au-delà dans la lette littorale. Ils n'y causent pas de dommage, s'y épanchent par petites quantités et exhaussent le sol assez lentement pour que la végétation herbacée et arbustive installée sur le terrain s'exhausse en même temps ». Mais cela nécessitait des entretiens constants, selon le même auteur : *« Il y a 40 ou 50 ans, on disposait de crédits suffisants, la dune littorale était l'objet de soins attentifs et constants. On s'attachait à lui maintenir un profil trapézoïdal exact et une régularité parfaite ».*

M.A. Lafond (1900) relativise cette vision idéaliste du profil en tenant compte de l'action marine : *« On s'apercevra facilement que les parties détériorées correspondent aux érosions ; les portions en bons états sont en arrière des atterrissements ».* Il propose une tactique de replis : *« Mais si la laisse des eaux se rapproche de la dune d'une façon continue, il n'y a plus moyen d'employer les procédés ci-dessus. A chaque marée, en effet, les vagues viendront battre contre la petite falaise déjà créée et produiront des éboulements ; le retour du flot entraînera le sable, tout en déchaussant cordons et quinconces, qui finiront par être emportés. Dans ce cas, le seul remède consiste à fuir devant le danger en reculant la dune, et cela, autant que possible, jusqu'à ce que la naissance de la pente ne soit plus atteinte par les hautes eaux ».*

Les concepteurs évoquent souvent la bonne résistance de la dune qui a « le bon profil », mais rappellent aussi les entretiens nécessaires à sa maintenance.

Grandjean : (après avoir expliqué l'usage du Gourbet) : *« Il faudra alors le maintenir à la distance et à l'épaisseur de touffes convenables pour qu'aucune déformation ne puisse plus se produire. C'est, on le comprend, un entretien continuel, on ne peut l'éviter ».*
J. Bert montre aussi l'aspect fragile de l'ouvrage : *« La dune littorale créée primitivement étant trop rapprochée de la mer, on l'a reculée à partir de 1873 en reportant successivement la palissade de plusieurs mètres en arrière ».*

Au total environ 230 km de cordons littoraux calibrés ont été constitués au siècle dernier sur la bordure maritime du bassin aquitain : 200 km en Gironde et dans les Landes (certains secteurs tels que le nord Médoc à recul chronique et faible apport de sable ainsi que la partie sud des Landes à sable grossier n'ont pas été concernés) et environ 30 km sur le littoral de la Coubre et de Oléron en Charente-Maritime.

IV - Les remodelages mécaniques de l'après guerre (1960-1980)

IV.1 - Nouveaux débats autour du profil et des rôles.

La dune a servi de support à la construction des ouvrages du « mur de l'Atlantique » élevé par l'armée d'Hilter pour empêcher un débarquement des alliés en France.

G. Jounet (1958) : *« A la suite de la guerre de 1939/1945 ... la dune .... se trouvait dans un état de dégradation avancée ... Un gros travail de remise en état a été réalisé depuis lors, mais les moyens disponibles trop limités ne permettaient que de parer au plus pressé ... malgré la difficulté ... les dégradations importantes sont pratiquement résorbées aujourd'hui ... il subsiste malheureusement que sa forme générale a, sur de grandes longueurs, perdu toute régularité ».*

J. Ducasse (1959) : *« D'après les auteurs anciens, et l'expérience l'a démontré, la dune littorale pour être stable et assurer une protection efficace doit avoir très sensiblement le profil suivant ... ».* Le profil « idéal » (f**igure5**) est relancé au niveau régional.

L'influence capitale de l'érosion marine sur l'évolution des profils est en général peu prise en compte. Cependant, **R. Cany (1962)** signale que dans le Médoc : « *Le caractère commun de ces dunes est d'avoir un versant ouest en falaise presque continue. Ce défaut dû à des érosions marines incessantes enlève tout espoir de réaliser d'une façon durable le profil « idéal » de la dune littorale »,* il propose de classer en bon état des dunes qui n'ont pas un versant ouest en pente douce.
On aborde là une des questions clés que doit se poser tout gestionnaire de milieux naturels : qu'est ce qu'un « bon état » ? La réponse est rarement simple, elle est bien sûr liée à la dynamique propre du milieu concerné, mais elle dépend tout autant du contexte historique et du schéma culturel de celui qui pose la question.

Le même auteur émet en 1964 des réserves sur la généralisation des remodelages mécaniques au bulldozer : *«l'emploi modéré du bulldozer doit ménager dans une certaine mesure les parties « engourbettées » et dispenser d'avoir à replanter toute la surface qui serait mise à nu dans le cas de travaux importants au bulldozer»*.
Les réserves sur la généralisation d'un profil standard naissent et iront grandissantes. Des avis divergents sont émis sur les rôles de la dune et leur profil optimal.

Selon **R. Cany (1964)** : *« La dune littorale a été créée pour arrêter les sables rejetés de la mer. La protection qu'elle assure aux peuplements est, en fait, assez réduite. Une dune à profil normal, crée un abri contre le vent, mais n'empêche pas la chute des embruns par l'effet de dépression obtenu à l'arrière de la dune »*. Le même auteur indique en 1967 que *« la mise à blanc des dunes pendant plusieurs années par des travaux de restauration ou de reconstitution a eu à cet égard, des conséquences fâcheuses pour les peuplements de zone (recul de la forêt sur 50 m) »*.

Pourtant **G. Jounet (1968)** campe sur le profil en se basant sur l'exemple de Mimizan qui *« montre avec évidence que l'effet protecteur pour la forêt est acquis et prouve, s'il en était besoin, la qualité du profil trapézoïdal voisin d'un profil idéal »*.

Le débat interne fut rude, l'école du profil idéal a été conforté par le rapport de l'Ingénieur Général Messines (1968) qui insiste cependant sur l'importance du facteur marin qui peut expliquer les diverses approches. Quelques boisements d'arrière-dunes sont envisagés (302 ha en 10 ans pour les 1260 ha de « zone » littorale non boisée), mais le principal objectif n'est plus de boiser mais de protéger l'existant.

IV.2 - Les travaux réalisés.

Le profil idéal (on devrait dire idéalisé) défini à cette période est celui de la **figure 5**.

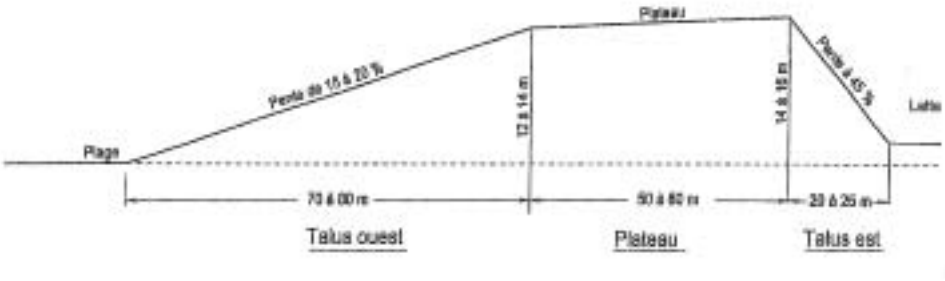


Figure 5 : Schéma du profil « idéal » défini pour les remodelages de la période 1960-1980.

La dimension dépassait celle évoquée lors de la « création » du siècle dernier. C'est logique, car il s'agissait de « remodeler » (ou de « reprofiler ») des dunes résultant de la rétention, sur une bande littorale assez étroite, d'un stock sableux correspondant au transit de environ un siècle. *Ce stockage de l'ordre de 1000 m³/km/an -soit 10 m³/ml/an- est inférieur au chiffre de 20 m³/ml/an souvent annoncé qui représente plutôt un haut de fourchette qu'une moyenne. Par ailleurs, le stockage résultant est inférieur au transit car une partie du sable est saupoudré vers l'arrière.*

La technique la plus communément utilisée lors des remodelages fut la suivante :

1ère année : Mise à blanc, au bulldozer, du bourrelet irrégulier et amorce de son profilage par recréation d'un plateau, écrêtage des « tucs » (monticules d'accumulation), comblement des excavations, poussage des fortes accumulations frontales vers la plage, et souvent, pose d'une palissade en limite Est du futur plateau.

2ème année : Poursuite du modelage, essentiellement par pose de palissades brise-vent dans les parties déprimées pour profiter au maximum de l'action constructive du vent (le type de palissade a évolué dans le temps : cordons tressés sur piquets, palissade de bruyère à balais, treillis plastiques...).

3ème année : Achèvement du profil recherché (brise-vent et bulldozer). Couverture du sable nu par des branchages à plat (le plus souvent Genêt à balais - *Cytisus scoparius*-, mais aussi Bruyère à balais - *Erica scoparia* - et Pin maritime).

4ème année : Plantation d'Oyat (*Ammophila arenaria*) après ensablement de la couverture de branchages, (les tentatives de plantation sans couverture préalables ont le plus souvent échoué).

Selon les périodes et les acteurs, l'importance relative des transports de sable par le bulldozer et par le vent a varié, très souvent les chantiers ont duré plus que les 3 ou 4 ans prévus. Dans les années 80, des opérations de « restauration » sur courte période et sans recherche systématique d'un profil standard ont réduit cette durée, source de coûts élevés et de risques de perte de contrôle de vastes zones dénudées en cas de fortes tempêtes.

IV.3 - évaluation du résultat de ces remodelages mécaniques

Entre 1960 et 1980, environ 100 km de dunes ont été remodelés en Gironde et dans les Landes (entre Montalivet au nord et Hossegor au sud) et 20 km en Charente-Maritime (principalement à la Coubre).

Après 20 ans d'expérience dans le nord de la Gironde, **R. Cany (1979)** conclut : *« Nous pensons qu'il ne faut pas faire de la dune pour la dune ... Les érosions marines particulièrement fortes ces dernières années remettent bien des choses en question ... Il faut donc rester raisonnable et tenir au moindre frais une dune dont la forme du profil en travers importe peut tant qu'elle ne devient pas menaçante ».*

L'espoir de voir se réduire notablement les entretiens après le remodelage a souvent été déçu et des critiques ont été émises sur la dévégétalisation préalable au remodelage qui remettait brutalement en cause les équilibres pénestables antérieurs. Dans les secteurs d'érosion marine chronique, qui sont très répandus, le profil était très vite entaillé par une falaise sur son versant externe. Les moyens mécaniques lourds ont permis sur une courte période la reconstitution de profils calibrés, cependant ils ont donné au technicien l'illusion trompeuse de devenir maître des éléments.

Un des impacts positifs (qui n'était pas clairement recherché à l'époque) est d'avoir conservé à proximité du rivage un stock de sédiment qui participe positivement au budget des « cellules sédimentaires » côtières dont le déficit est la principale cause du recul des côtes.

➢····· V - ÉVOLUTION DES MENTALITÉS, DE LA DUNE REMPART AU CONTRÔLE SOUPLE

Constatant les inconvénients d'une méthode trop systématique pour être adaptée à des situations diversifiées, la Direction Régionale Aquitaine de l'ONF a engagé en 1979 une réflexion de fond en collaboration avec l'Université de Géographie de Bordeaux 3.

Le débat s'élargit et replace le cordon littoral dans les grands processus littoraux, les forestiers redécouvrent les milieux dunaires à travers une nouvelle grille de lecture. La prise de conscience de l'importance des échanges plage-dune et du rôle moteur que joue l'érosion marine dans la dynamique dunaire vient enrichir la palette des rôles de la dune et la façon d'envisager sa gestion.

L'analyse des formes globales et de détail, qui sera matérialisée par des cartes écodynamiques, met bien en évidence la succession de zones de déflation et de zones d'accumulation liées aux inflexions successives des filets d'air et la tendance inéluctable au développement de formes complexes.

La « culture de l'oyat » est remise en cause par **P. Barrère et J. Koechlin (1980)** : *« L'oyat reste la plante de choix partout où se manifestent des apports de sable importants. Mais il serait paradoxal de vouloir favoriser les apports de sable sur le cordon dunaire, à seule fin de permettre la plantation de l'oyat. La flore des dunes compte en fait un certain nombre d'espèces, dont les caractéristiques biologiques et écologiques pourraient être exploitées... »*

Dans ce même document, on reparle du profil : *« L'idée de la faible pente externe était parfaitement exprimés dans la notion de «profil idéal», résultant d'une longue et riche expérience du terrain. La valeur de pente fixée entre 15° et 20° pour le glacis externe, était en effet très proche de la pente d'équilibre du sable*

«au vent» : 11° soit 19% qui semble bien correspondre aussi à un écoulement non turbulent. Mais la longue expérience, constamment renouvelée, que l'on a maintenant de ce profil, montre qu'il se déforme très rapidement en coupe et en plan. On pense confusément au tonneau des Danaïdes ou à la broderie de Pénélope... ».

Et les notions d'état de la dune sont relativisées : *« Les formes de « dégradation » ne sont en fait que des formes d'adaptation conjointe de la dynamique éolienne et de la dynamique du couvert végétal. En effet, dans la mesure où le sable est un matériau meuble et où la couverture végétale manifeste en ces lieux une forte plasticité, les formes d'ensemble évoluent vers un dispositif de moindre résistance aérodynamique ».* Des pistes pour une gestion plus souple sont évoquées : *« La lette comporte en bien des lieux des reliefs notables, d'âge historique et parfaitement stabilisés ; il s'agit soit de petites dunes en tas, ou d'ensembles de dunes paraboliques basses. Il y a là l'exemple d'une vague dunaire à bout de souffle qui, à une certaine distance du rivage et après avoir modifié ses formes dans le sens de la plus faible résistance aérodynamique, peut être totalement neutralisée. Peut-on envisager de laisser évoluer le cordon dunaire actuel jusqu'à cet état ?… On serait tenté de le proposer si l'on pouvait savoir sur quelle distance le mouvement de déplacement vers l'est s'amortit, puis cesse. L'expérience devrait être tentée dans certains secteurs expérimentaux, où l'on est déjà arrivé à une phase d'évolution profonde… Sur le plan écologique et sur le plan touristique, les secteurs chaotiques, dans lesquels les formes sont plus animées que pour la dune remodelée et où la mosaïque végétale est plus variée et plus riche, pourraient être préférables ».*

De ce fructueux débat émane une approche nouvelle marquée par le souci de préserver et améliorer la biodiversité des paysages dunaires littoraux, l'entretien régulier, contrôle souple et pragmatique prend le pas sur la recherche de profils géométriques.

J. Leblan (1991) rend compte de cette nouvelle approche : *« Supprimer les déformations inéluctables pour revenir sans cesse à un profil géométriquement défini conduit à détruire à chaque passage un capital biologique qu'il faudra longtemps à reconstituer ; et l'on aura fait qu'enregistrer le recul du système, en l'aggravant sous prétexte de se mettre mieux à l'abri de l'attaque marine ».*

VI - Conclusion

Les interventions de l'homme sur la dynamique des dunes littorales d'Aquitaine ont été très fortes et souvent axées sur la recherche d'un profil « idéal » au cours du XIXème siècle et au cours de l'après-guerre. A partir des années 80, s'est dégagée une nouvelle approche plus souple tenant compte de la dynamique marine et de la variété des conditions locales. Les méthodes actuelles de contrôle souple (voir article « Contrôle souple... » en 2ème partie) tendent à y diversifier l'écosystème et, assez rapidement, les paysages géométriques laissent place à une morphologie complexe liée aux conditions écodynamiques locales.

VII - Bibliographie

- Barrère P. et Koechlin J.(1980). Rapport préliminaire en vue de l'étude de suivie du cordon dunaire du littoral aquitain ; Etude pour l'Office National des Forêts, 191 pages.
- Bert J. (1900). Note sur les dunes de Gascogne ; Exposition Universelle de 1900 ; Imprimerie Nationale Paris, 314 pages.
- Buffault P. (1942). Histoire des dunes maritimes de Gascogne ; Editions Delmas, 446 pages.
- De Vasselot De Regné M. (1878). Notice sur les dunes de la Coubre en Charente Maritime; Imprimerie Nationale Paris, 76 pages.
- Favennec J. (1994). Une forêt façonnée par l'homme ; *la forêt landaise* (ouvrage collectif sous la direction de Jean Montané) ; Editions Privat, pages 98 à 127.
- Favennec J., coordinateur Barrère P., directeur scientifique (1997). *Biodiversité et protection dunaire* ; Actes du séminaire de Bordeaux ; Lavoisier Tec et Doc ; 311 pages.
- Grandjean C. (1896). *Les Landes et les dunes de Gascogne* ; J. Rothschild, Paris, 94 pages.
- Harlé E. (1914). *La fixation des dunes de Gascogne* ; Bulletin de la Section de Géographie, 1914 ; Imprimerie Nationale Paris, 48 pages.
- Lafond M.A. (1900). *Les paysages des dunes et les travaux de défense contre l'océan (Charente Maritime et Vendée)* ; exposition universelle internationale de 1900 ; Imprimerie Nationale Paris, 40 pages et 8 planches photos.
- Leblan J. (1991). L'Office national des Forêts et la dune du littoral aquitain, une gestion résolument tournée vers l'écologie ; Arborescence numéro 34, pages 48-50.

LES DUNES DE QUIBERON-PLOUHARNEL : HÉRITAGES ET DYNAMIQUE ACTUELLE

Bernard Hallegouet et Catherine Yoni
Université de Brest, Département de Géographie
20, rue Duquesne - BP 814 - 29285 Brest cedex
Tél. 02.98.01.63.51 - Fax : 02.98.01.63.90 - Email : bernard.hallegouet@univ-brest.fr

Résumé :
Les dunes de Plouharnel appartiennent au plus grand massif dunaire de Bretagne. Leur développement a été favorisé par la présence de stocks sédimentaires importants sur une vaste plate-forme découvrant largement lors des régressions marines. Les sondages réalisés dans le tombolo de Quiberon montrent la présence d'un bras de mer comblé par des sédiments marins, puis par une pellicule de sables dunaires. Entre les deux cordons divergeant à partir de Quiberon ce champ dunaire se caractérise par la présence de formes fossiles héritées de tempêtes médiévales catastrophiques et par une anthropisation importante du milieu, en particulier depuis 1940. La gestion de ces espaces restés vacants en raison de servitudes militaires se heurte à de nombreuses contraintes qui pourront sans doute être dominées avec la mise en place du projet « Grand Site » Gâvres-Quiberon.

Abstract :
The Plouharnel dunes form part of the biggest dune massif in Brittany. Their development was aided by the large stocks of sediment on a wide area uncovered by marine regression. Surveys taken in the Quiberon tombolo reveal a former inlet of the sea, filled in by marine sediments then covered over by a film of dune sand. Between the two ridges that diverge from Quiberon, the dune field is characterized by the presence of fossil forms dating from violent storms in the Middle Ages and by major anthropization, particularly since 1940. The management of the areas left vacant owing to military use comes up against many constraints that will doubtless be overcome by the implementation of the "Grand Site Gâvres-Quiberon" project.

INTRODUCTION

Les dunes sont des accumulations de grains de sable apportés par le vent. Ces formations sédimentaires correspondent au mélange de grains de différentes origines provenant de sédiments qui se trouvaient sur la plate-forme continentale pendant la dernière glaciation. Arrachés et triés par la déflation éolienne, ils ont précédé la transgression flandrienne en constituant des cordons et des épandages au-delà de la ligne de rivage où ils masquent le relief primitif du substrat rocheux.
La topographie des champs de dunes est complexe, en particulier entre Quiberon et le continent où se développe le massif le plus étendu des côtes bretonnes. La lecture du paysage et l'analyse des formes montrent que ces dunes sont le témoin d'une longue histoire. La dynamique actuelle, en bordure de la ligne de rivage tend à effacer les traces du passé, mais la topographie de la partie interne du massif, malgré des dégradations résultant principalement d'actions anthropiques, permet encore de reconstituer certaines phases de la construction du tombolo de Quiberon.

I - Cadre géographique du tombolo de Quiberon

I.1 - Le relief du plateau continental : un estran de plus de 200 km ! (figure 1)

Le golfe de Gascogne est bordé au nord par la plate-forme armoricaine qui s'abaisse lentement depuis la ligne de rivage jusqu'à l'accore vers - 200 m (plus de 100 km par rapport aux îles de Groix et de Belle-Ile). A partir de là, la pente s'accélère brusquement et un grand escarpement mène aux plaines abyssales. Cet abrupt irrégulier est entaillé de profonds canyons dont les têtes se raccordent parfois aux anciennes vallées fluviales qui traversaient la plate-forme pendant les périodes de bas niveau de la mer.

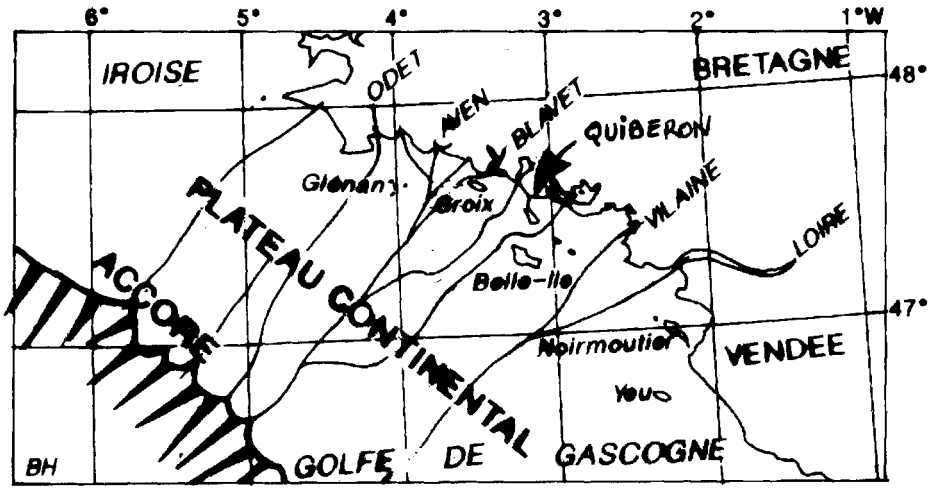


Figure 1 : Développement du plateau continental au large de la presqu'île de Quiberon

L'énergie du relief de ce plateau continental est faible et les dénivellations ont rarement plus de 15 m d'amplitude. Les principales vallées fossiles suivent la plus grande pente du plateau et vers le large leur hiérarchisation est peu avancée. Le substrat géologique est un prisme sédimentaire cénozoïque s'épaississant vers le large. Les bancs de roches dures, déformés par une tectonique assez récente, forment parfois de petites cuestas. Ces bastions de roches éocènes sont nombreux entre le plateau des Glénan et Belle-Ile, autour de 70 m de fond.

Au contact du socle armoricain, à partir de 70 m, la pente s'accélère pour former une ligne de relief approximativement parallèle au rivage entre les îles de Glénan et Belle-Ile **(figure 2)**. Cette échine rocheuse présente une topographie très irrégulière, avec des saillants comme l'île de Groix et les Birvideaux. Elle est tronçonnée par des vallées plus ou moins larges qui ont toutes livré passage à des cours d'eau lors des régressions marines du Cénozoïque : Odet, Blavet, Rivière d'Etel. A l'est de Belle-Ile, cette crête se prolonge vers Noirmoutier, mais elle est moins marquée dans le paysage sous-marin.

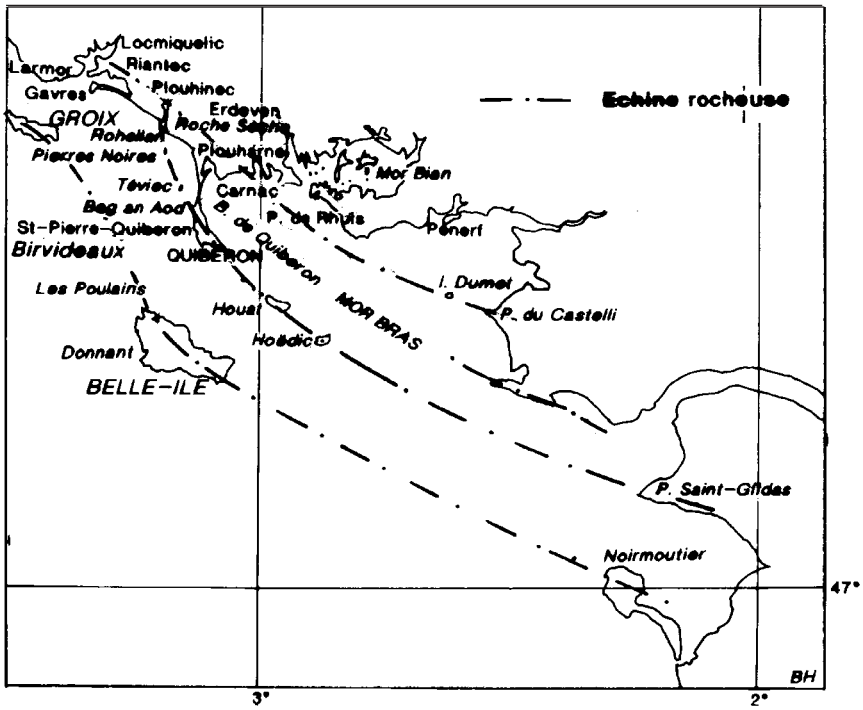


Figure 2 : Cadre morphologique général : les échines rocheuses prélittorales

Entre les hauts fonds de cette première échine prélittorale et Quiberon (figure 2) se développe une dépression où les profondeurs atteignent au maximum 30 ou 35 m. Elle est accidentée de quelques reliefs granitiques ou métamorphiques : Basse du Guihel, les Pierres Noires. Devant la plage de Gâvres se développe aussi un petit bassin éocène, se prolongeant vers le nord en direction de Riantec. La limite interne de cette dépression sublittorale correspond à une deuxième rupture de pente passant par Locmiquélic, les coteaux de Plouhinec, La Roche Sèche, Rohellan, Téviec, Quiberon, Houat, Hoëdic et la pointe de Saint-Gildas. Les reliefs isolés correspondent sans doute à de petits blocs faillés dans l'alignement du horst de Quiberon.

Au nord de cette deuxième échine rocheuse s'étend la dépression du Mor Bras, dont la baie de Quiberon constitue la partie occidentale. Cette dernière, est fermée à son extrémité occidentale par le coteau de Plouharnel auquel vient se souder au niveau de la Roche Sèche, la barre rocheuse prolongeant Quiberon. Cette nouvelle ligne de relief s'ennoye ensuite vers l'est, en avant de la presqu'île de Rhuys, puis au-delà de la paléo vallée de la Vilaine elle forme l'île Dumet, devant la pointe du Castelli. Les sondages effectués dans le tombolo de Quiberon qui se positionne en retrait de la deuxième échine rocheuse, ont montré la présence d'un socle cristallin sous 15 à 25 m de sédiments.

La dépression de la baie de Plouharnel ainsi que la passe située entre les Pierres Noires et la chaussée de Téviec, de part et d'autre du tombolo de Quiberon, ont pu être creusées autrefois par la rivière du golfe du Morbihan. Celle-ci s'est ensuite détournée vers le sud et a ouvert entre Quiberon et Belle-Ile un nouvelle vallée pour rejoindre la plate-forme continentale. Les sondages à travers le tombolo n'ont pas permis de mettre en évidence cet ancien chenal fluviatile, ni de nappes alluviales fossiles. Par contre, la vallée ennoyée de la Rivière d'Etel est bien marquée dans la topographie entre Groix et les Birvideaux, où elle confluait avec un ancien cours du Blavet, avant que celui-ci ne s'ouvre un nouveau passage vers l'ouest, entre Groix et Larmor.

I.2 - Les fonds sédimentaires de l'accore jusqu'au tombolo de Quiberon : une immense plage sous-marine. (figure 3)

Le modelé et la distribution des sédiments sur le plateau continental jusqu'à l'accore, résulte de l'alternance des transgressions et des régressions marines. Une partie des dépôts meubles est d'origine subaérienne, l'autre d'origine marine s'est constituée pendant la transgression flandrienne et depuis par sédimentation des fines apportées par les cours d'eau : "Grande Vasière".

La couverture sédimentaire meuble qui occupe la majeure partie du plateau continental présente une grande diversité. Il s'agit parfois de graviers et de galets avec ça et là des blocs démesurés. Il y a aussi des sables grossiers, moyens ou fins et également des pélites en plus ou moins grande abondance. Leur origine est variée : produits d'altération du substrat, terrasses alluviales, plages marines, deltas, dunes.

Les blocs démesurés ont été apportés par les fleuves périglaciaires (radeaux de glace, lors des débâcles printanières), ainsi que par les icebergs dérivant dans le golfe de Gascogne en période de bas niveau marin (au-dessous de 115 m). Une partie du matériel glaciel des estrans pléniglaciaires est restée sur place, tandis que les éléments de taille plus réduite ont été intégrés dans les cordons de la transgression flandrienne.

Les galets rencontrés en bordure de l'accore constituent d'énormes pouliers formés en grande partie de roches du socle armoricain. Ils ont été apportés lors des débâcles printanières par les rivières drainant le versant méridional de la péninsule bretonne. Des graviers existent aussi sur les hauteurs et les flancs des vallées importantes. Des sables grossiers et moyens occupent également les interfluves et se mêlent souvent à des débris coquilliers dont la proportion décroît d'ouest en est. Ces éléments biogènes ont été en grande partie fournis par une dérive littorale provenant de la Mer Celtique. Il y a aussi des vasières sur la plate-forme, mais elles seraient pour la plupart actuelles, mobiles, brassées par les tempêtes d'hiver et se redéposeraient au printemps.

Lors de chaque glaciation, tout au long du Quaternaire, le retrait de la mer, a permis aux cours d'eau drainant le versant méridional du Massif armoricain de déposer des sables, sur la plate-forme continentale. Ceux-ci correspondent à l'érosion des formations marines abandonnées par les transgressions de la fin du Tertiaire (sables rouges miocènes et pliocènes) et à des débris fournis par la gélivation des roches sur les versants. Localement, au débouché des fleuves périglaciaires abondamment approvisionnés en sédiments,

des deltas ont pu se constituer à différents niveaux du plateau continental : vers -140, - 120, - 90 et - 50 m, à l'ouest du tombolo de Quiberon.

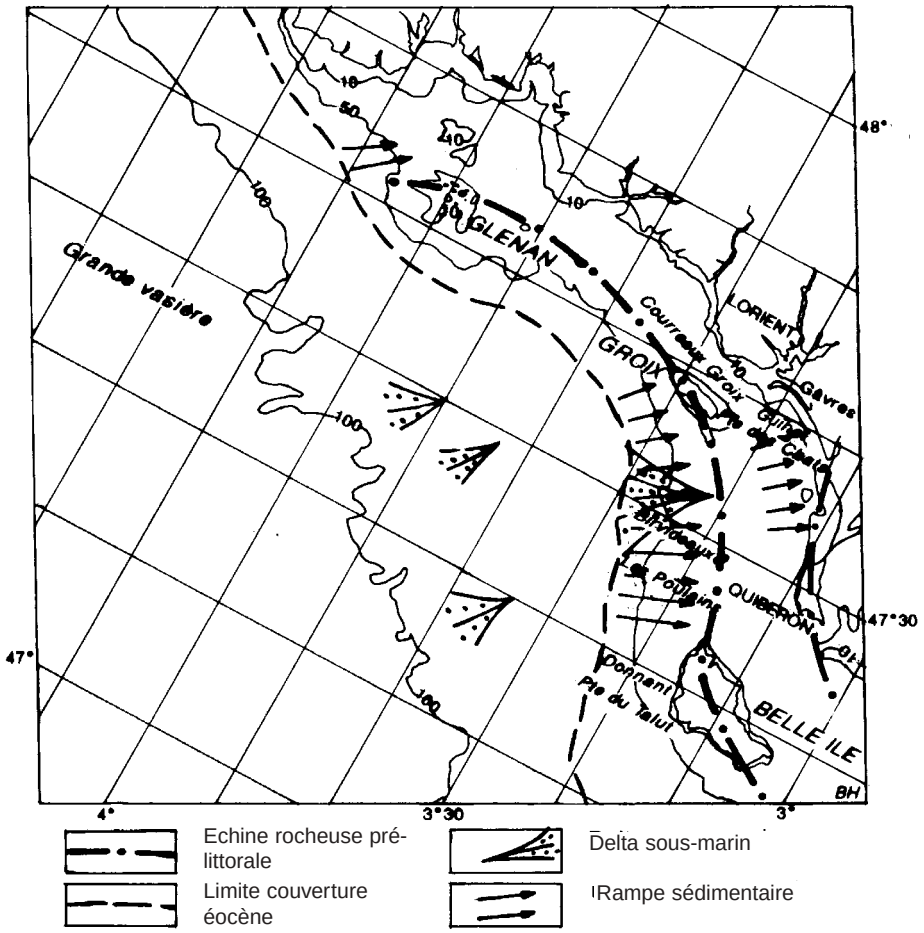


Figure 3 : Morphologie sous-marine à l'ouest de la presqu'île de Quiberon

Ces sables ensuite repris par la mer ont bien souvent conservé les traces de cette évolution continentale : quartz pénétrés par la ferruginisation et colorés dans leur masse par des oxydes s'insinuant dans les réseaux cristallins. Cette ferruginisation semble plus accusée sur le versant méridional de la Bretagne, qu'à l'ouest et au nord de la péninsule. Les roches tertiaires plus ou moins cimentées exposées aux climats périglaciaires sur les interfluves ont subi l'action du gel pendant de longues périodes. Leur surface ameublie par la cryoclastie a fourni aussi de grandes quantités de débris aux transgressions qui se sont succédées au cours du Quaternaire.

L'échine rocheuse prélittorale, plus exposée à la houle, ne conserve de sédiments que dans quelques couloirs tapissés de sables coquilliers. Dans la dépression prélittorale les dépôts sont favorisés par l'abri du seuil rocheux entre Groix et Belle-Ile. Les fonds sableux de cette dépression prélittorale sont en contact avec les plages de l'arc Quiberon - Gâvres par une rampe sédimentaire occupant les passes entre les affleurements rocheux entre Beg an Aod à la Rivière d'Etel. La pente de cette avant-plage est généralement proche de 1 % jusqu'à son pied, où le raccord avec les fonds de la dépression prélittorale correspond à une rupture de pente bien marquée. Face à la Rivière d'Etel, l'avant-plage présente une pente irrégulière due à l'effet de chasse d'eau exercé par le courant de jusant. La barre gênant l'entrée du port d'Etel est très mobile et l'ouverture se fait généralement vers l'est.

La granulométrie de l'estran sur la face externe du tombolo de Quiberon varie en fonction du cycle des marées et des tempêtes annuelles. Au sud de la Grande Plage, il y a souvent des galets et des graviers au niveau de la rupture de pente, entre le bas-estran et le haut de plage, en hiver en particulier. On y découvre des galets de schistes à minéraux comme ceux qui affleurent à Groix, des calcaires éocènes, des granites et de nombreux quartz. La mer rejette également par intermittence de grosses coquilles arrachées par

la houle dans la zone infra-tidale. L'hiver, on voit apparaître dans le secteur du Mentor et de Sainte Barbe des sables grossiers (+ de 0,5 mm). Le reste de l'estran est généralement occupé par des sables compris entre 0,160 et 0,2 mm. Dès le printemps, on voit arriver par le sud sur le bas estran, des sables plus fins (0,125 à 0,16 mm) et les éléments grossiers du haut estran sont alors recouverts par des sables compris entre 0,25 et 0, 50 mm.

L'approvisionnement sableux du tombolo de Quiberon est également renforcé par la production biologique des fonds marins. L'érosion des substrats durs proches du littoral fournit actuellement peu de matériel à la mer. Par contre la production de débris biogène à partir de la faune fixée sur les roches n'est pas négligeable. Dans les divers types de sédiments rencontrés, les peuplements se disposent en fonction de la profondeur et des conditions climatiques. Dans l'étage littoral et infra-littoral, jusqu'à 15 - 30 m de profondeur selon les secteurs, la couche d'eau est sans cesse brassée par les vagues et les courants de marée, et la pénétration de la lumière permet le développement d'algues calcaire. Les espèces benthiques doivent s'adapter à de forte variations de température saisonnières et journalières et se répartissent en fonction de la granulométrie du substrat. Pour l'étage côtier dont la limite inférieure varie entre 70 et 90 m, les fluctuations thermiques sont seulement saisonnières et les eaux peuvent être sans cesse brassées au contact du fond. La faune endogée se distribue également en fonction des classes granulométriques.

Les coquilles de mollusques, les plaques de cirripèdes et oursins, les débris de bryozoaires, les tests de foraminifères et les thalles d'algues calcaire, se mêlent au matériel arénogène et confèrent alors aux sédiments des qualités particulières. Cette fraction biogène formée sur place, se fragmente sous l'action d'organismes perforants et des conditions hydrodynamiques. Les grains fournis ont une géométrie différente de ceux qui sont issus de la fraction siliceuse ou silicatée. Ils sont considérablement plus aplatis et allongés, aussi les courants de fond, les vagues et le vent peuvent effectuer des tris venant modifier la répartition des deux fractions dans les sédiments littoraux.

Sur les plages du tombolo de Quiberon, la teneur en carbonates s'élève le plus souvent à 30 - 40%, avec des valeurs dépassant parfois les 50%, et d'autres inférieures à 20%. La productivité de ces plages ne semble pas très importante et celles-ci sont de toute évidence alimentées par des débris biogènes provenant de la zone infralittorale : transits depuis les Courreaux de Groix, depuis le banc des Poulains au sud de Quiberon, ou par l'ancienne vallée de la rivière d'Etel, entre Groix et les Birvideaux.

I.3 - Les transgressions marines : des marées de plus de 100 m d'amplitude avec des cycles de 100 000 ans !

La dynamique actuelle ne peut expliquer tous les caractères des fonds sédimentaires et de leurs entités morphologiques. L'étude sédimentaire doit nécessairement se replacer dans le cadre de l'eustatisme quaternaire et plus particulièrement dans celui de la dernière transgression marine (flandrienne). Toutes proportions gardées, pendant le Pléistocène, la plate-forme continentale a constitué un immense estran dont les marées sont à l'échelle des stades glaciaires (100 000 ans) et non à celle de la demi-journée.

Au Quaternaire la péninsule bretonne est restée en dehors du domaine glaciaire, mais cela n'a pas été sans conséquences. A plusieurs reprises, un climat périglaciaire a régné pendant de longues périodes et le niveau marin s'est abaissé pour découvrir le plateau continental jusqu'à - 200 m. Pendant les périodes pléniglaciaires, la végétation s'est raréfiée et a presque totalement disparu lors des maximum glaciaires. L'abaissement relatif du niveau marin a pu encore être amplifié par la formation d'un bourrelet isostatique qui a soulevé le Massif armoricain, au sud de l'inlandsis britannique. Cela s'est traduit par une rhéxistasie (rupture avec l'équilibre antérieur) avec décapage des sols, des formations superficielles et attaque des substrats. Cette tranche de terrain a été alors évacuée par les eaux de ruissellement et les rivières vers les rivages englacés.

Avec la fonte des inlandsis arctiques, le niveau marin est monté rapidement en repoussant devant lui les cordons littoraux et des dunes. Les cordons de galets des rivages périglaciaires ont reculé en roulant sur eux mêmes et ont ainsi remonté peu à peu la pente continentale. Au passage, ils ont emprunté des rognons de silex aux affleurements du Crétacé supérieur au large de Penmarc'h et récupéré des galets dans les cordons littoraux abandonnés par la mer lors de la régression précédente, ainsi que dans les nappes fluviatiles périglaciaires. En quelques milliers d'années, ce gigantesque tapis roulant a remonté une énorme quantité de sédiments vers le littoral morbihannais. Les vents de secteur ouest ont également

participé au déménagement, en poussant les sables littoraux vers l'intérieur des terres. Certains cordons ont pu rester bloqués au pied de l'échine littorale ou de falaises aujourd'hui submergées, mais d'autres ont pu escalader les obstacles ou les contourner pour se reconstituer en arrière.

Il y a donc eu plusieurs recyclages de sédiments sur les plates-formes littorales au cours du Quaternaire. Un monte-charge géant a amené jusqu'à Quiberon les matériaux des plages, des cordons et des champs dunaires actuels. Il en fut de même au Pléistocène et également au cours du Pliocène, pour les sables rouges de la cuvette du bas Blavet. Certains des grains de sable des dunes de Plouharnel ont donc pu faire plusieurs aller-retours sur la plate-forme continentale au cours du Cénozoïque.

Les sables et galets pléistocènes de la côte orientale de la baie de Plouharnel correspondent à une ligne de rivage pléistocène culminant vers 1,50 m par rapport au niveau des hautes mers actuelles. La présence d'industrie du Paléolithique ancien (Colombanien) a permis d'attribuer cette ligne de rivage à l'avant-dernier interglaciaire. Le calibre des galets, leur lithologie, ainsi que la granulométrie des sables, indiquent qu'il s'agissait alors d'un littoral battu, ce qui exclut la présence d'un tombolo à Quiberon à cette époque.

Antérieurement, lorsque le niveau marin était bien plus élevé, il en a été aussi de même. Au nord de la Mer de Gâvres, à Plouhinec, ainsi qu'à Etel, on peut en effet observer de nombreux dépôts dessinant dans le paysage, une ou plusieurs crêtes vers 15 - 25 m d'altitude. Localement les sables deviennent abondants et pourraient correspondre à d'anciens cordons dunaires. Une flèche littorale progressant vers l'est, obligeait la rivière d'Etel à faire un coude dans cette direction pour rejoindre la mer. On ne voit plus dans le secteur de Erdeven, de Plouharnel et de Carnac de témoins de rivages marins aussi élevés, ni de traces de dunes pléistocènes, cependant on en observe plusieurs en presqu'île de Quiberon. Tout semble indiquer une subsidence active du Mor-Bras au Pléistocène et à l'époque actuelle.

La transgression flandrienne a ramené le niveau marin de 135m, au moins, jusqu'à la ligne de rivage actuelle. Au moment de la déglaciation, le recul du trait de côte sur les fonds plats du plateau continental, a été rapide. Il y a 12 000 ans, il devait se situer au pied de l'échine pré-littorale, vers - 60 m. Deux mille ans plus tard, il était à - 30 m et par la vallée de la Rivière d'Etel la mer atteignait la dépression prélittorale. Puis en l'envahissant elle sépara Groix et Belle-Ile du continent. Par la suite, vers - 8 500 ans ce fut sans doute le tour de Quiberon. Les sondages effectués dans l'isthme ont en effet montré que presque partout le socle rocheux a été décapé par la transgression flandrienne. Dans le val de Vilaine, aux environs de Redon, l'influence marine devient sensible à la fin du Boréal, vers - 8000 ans, à 16 m de profondeur (Morzadec-Kerfourn 1974). En Basse-Loire, on a également des témoignages de la pénétration de la mer dans la vallée de l'Erdre à - 13 m NGF, vers 7350 B.P. La mer flandrienne y a déposé 10 m de vase jusqu'aux environs de 6350 B.P. (Ouguerram et Visset, 2001). L'arrêt de la sédimentation marine serait en relation avec une régression subboréale. Par la suite à l'Atlantique, de nouvelles oscillations positives amènent progressivement la mer jusqu'à son niveau actuel.

Les courbes de variation du niveau marin à l'Holocène, proposées par différents auteurs pour la Bretagne présentent des contradictions pour des sites presque contemporains. Les travaux de synthèse comme ceux de Ters (1976) sur le littoral atlantique ont ainsi multiplié les oscillations du niveau marin. Depuis la fonte des inlandsis européens et américains, terminée pour l'essentiel il y a 6 500 ans, la transgression eustatique a dû être régulière et les différences observées entre les courbes doivent être attribuées à d'autres phénomènes comme des réajustements tectoniques à la suite de l'affaissement du bourrelet périphérique, au sud des zones libérées par les glaces. Les failles hercyniennes réactivées ont sans doute été à l'origine de déformations des lignes de rivage sud armoricaines à l'Holocène et on peut observer au sud de l'isthme de Quiberon, que des niveaux de tourbes interstratifiés dans les sables du tombolo, ont été manifestement affectées par cette tectonique. Sur sa face orientale, au nord des travaux de protection contre l'érosion marine, un grand banc tourbeux affleurant lors des périodes de démaigrissement de la plage présente en effet des dénivellations le long de fissures de direction méridienne, imprégnées d'argile et d'oxyde de fer.

I.4 - Les formations sédimentaires du tombolo de Quiberon

Les formations superficielles du tombolo de Quiberon correspondent à des sables dunaires reposant sur des formations marines comme on peut le constater dans les zones déprimées en arrière de la dune bordière : sables graveleux galets et coquilles marines au fond des anciennes carrières, au nord du Mentor et

dans la plaine dunaire au sud du Mané Guen autour des terriers de lapins. On note également, interstratifiés dans les sables dunaires à l'ouest du Bégo, des graviers correspondant à d'anciennes projections de tempêtes.

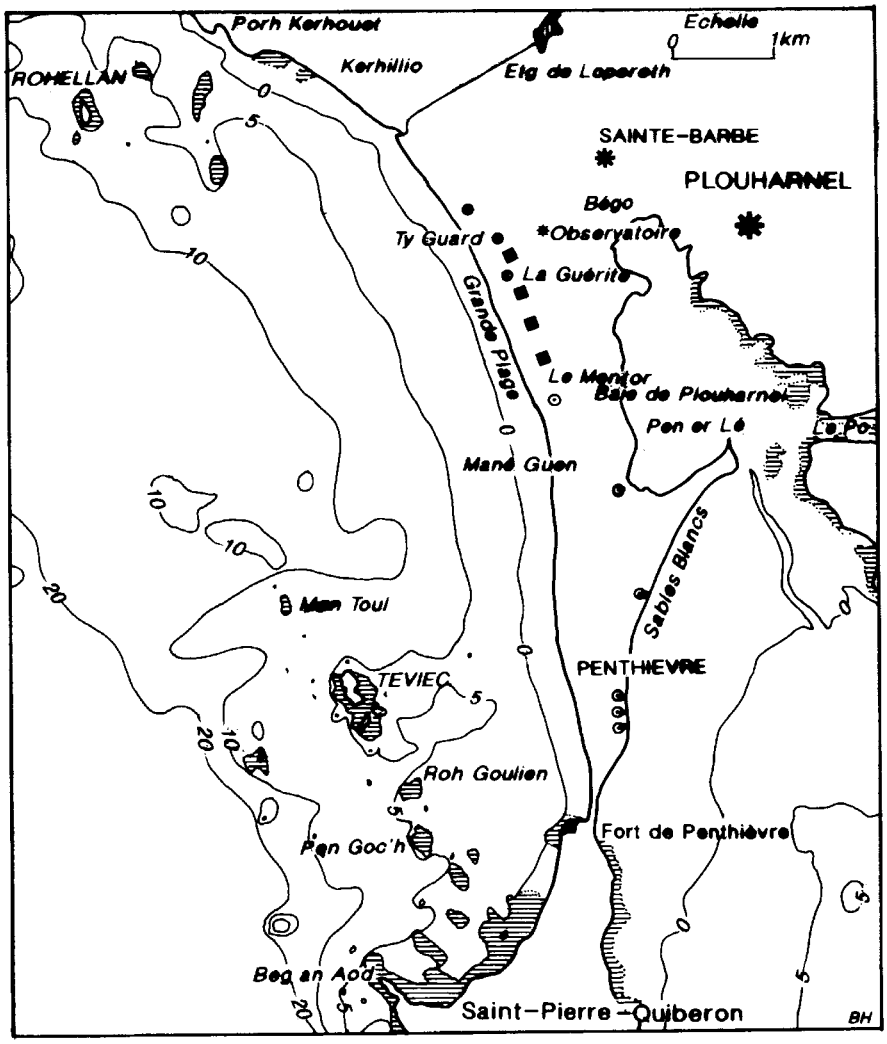


Figure 4 : Formations sédimentaires du tombolo de Quiberon - Emplacement de sondage

La campagne de sondages menée sur le site grâce au B.R.G.M. a permis une reconnaissance de la stratigraphie et de la puissance de cette flèche littorale assez exceptionnelle en Bretagne. Les 9 sondages réalisés entre Sainte-Barbe et l'isthme de Penthièvre ont été menés jusqu'au substratum à l'exception d'un seul, à l'ouest du Bégo, abandonné en fin de journée à 14 m de profondeur dans une formation à galets ne correspondant pas au socle rocheux. Ce dernier a été rencontré entre - 17,50 m IGN (La Guérite) et - 9 m IGN , à la colonie de vacances au sud de l'agglomération de Penthièvre. Au nord, sous le parking de Saint-Barbe, il est à 12 m. Les sondages montrent une topographie irrégulière, mais comme ils sont plus ou moins éloignés du coteau de Plouharnel et que le socle doit se relever dans cette direction, comme le montre la présence de quelques têtes de roche éparses dans la baie de Plouharnel, il faut rester prudent. On a cependant une anomalie au Mentor par rapport au sondage du Mané Guen implanté en bordure de la baie de Plouharnel. La coupe entre Erdeven et l'isthme de Penthièvre montre surtout la présence d'un profond ensellement au niveau du Bégo, se prolongeant vers le sud-est parallèlement au coteau de Plouharnel.

Le socle correspond souvent à des altérites plus ou moins argileuses développées aux dépens de granites, de migmatites et de micaschistes. Ces arènes représentent sans doute l'ultime résidu du manteau d'altération hérité du Tertiaire. Aucun des sondages n'a révélé la présence de calcaires éocènes, ce qui

permet d'établir que les nombreux galets de calcaire que l'on observe sur la côte occidentale du tombolo de Quiberon ne peuvent provenir que de la région de Gâvres ou de fonds plus importants, à l'ouest de l'échine prélittorale. Le substrat a été en grande partie décapé et des formations pléistocènes n'ont été observées qu'au Mané Guen et aussi peut-être, aux Sables Blancs et au nord du fort de Penthièvre. Il s'agit de graviers et de galets emballés dans une matrice limoneuse ocre-jaune. Cette formation constitue l'ultime relique d'un cordon se développant en avant du coteau de Plouharnel avant la transgression flandrienne (haut niveau interstadiaire weichselien ou post-éémien), vers - 13 m (IGN).

La transgression flandrienne débute au Bégo (-17,50 m IGN) par 1, 50 m de vase noire avec des coquilles marines, puis par des sables gris fins coquilliers avec quelques passées très graveleuses ou vaseuses. C'est ce que l'on observe aussi pour la plupart des autres sondages avec une prédominance des dépôts grossiers dans l'axe de l'ensellement du Bégo, en particulier à Ty Guard où n'ont été rencontrés, jusqu'à la cote - 9 m, que des sables grossiers avec des galets et du gravier alternant avec des niveaux de sables blancs plus fins. Vers le sud, à l'abri de la barre rocheuse se détachant en avant de Quiberon, les niveaux de sable gris coquilliers sont plus fréquents, avec une multiplication de lits vaseux. Ces derniers n'ont pas été rencontrés au dessus de - 2 m IGN (Sables Blancs avec empreintes de feuilles). Les niveaux supérieurs des sondages correspondent essentiellement à des sables marins (sables fins et grossiers d'estran, parfois mêlés à des galets et à de grosses coquilles) surmontés par des sables dunaires à gastéropodes terrestres. Vers l'isthme de Penthièvre, des bancs tourbeux s'intercalent parfois entre les assises marines et les sables du cordon dunaire.

La succession stratigraphique rencontrée permet de tirer quelques enseignements sur **la constitution du tombolo et de sa genèse**. D'abord, contrairement à ce que l'on observe pour d'autres cordons littoraux, il ne s'agit pas d'une construction ancienne reprise par la transgression flandrienne. Avant cette dernière, le socle a été en grande partie nettoyé et les assises éémiennes au sud ne représentent jamais plus de 2 m de sédiments. Lorsque la transgression post-glaciaire s'est manifestée, un cordon devait exister à l'ouest, entre les roches de Quiberon et les Pierres Noires. A l'est de cette barrière des vases et des sables vaseux se déposaient, puis un chenal parcouru par les courants de marée s'est ouvert entre Plouharnel et Quiberon. Dans ce bras de mer, les dépôts plus fins s'accumulaient à l'abri de la barre rocheuse de Téviec. La présence de bancs vaseux dans certains des sondages méridionaux vers - 2 m IGN, permet de penser que la passe a pu momentanément se fermer, lorsque la mer était parvenue à ce niveau (petite régression marine ?). Par la suite la stratigraphie montre que les communications se sont rétablies entre l'océan et la baie de Plouharnel, en insularisant Quiberon, jusqu'à une époque récente. **Le tombolo actuel est constitué essentiellement de sables éoliens reposants sur une assise marine**. Ces dunes n'ont pu se constituer que tardivement ce qui remet en cause l'hypothèse de recul continu d'un grand arc dunaire s'accrochant à l'origine sur le versant occidental de Quiberon et les roches de Gâvres (Guilcher, 1948).

I.5 - La dynamique marine et les mouvements sédimentaires

I.5.1 - Les houles

En prenant en compte les hauteurs de houle et les vitesses limite d'érosion, on constate que des houles de 3 m, fréquentes en hiver dans le golfe de Gascogne, sont suffisantes pour effectuer un remaniement superficiel des sédiments jusqu'à 77 m de profondeur pour les grains de 0,2 mm et à 37 m pour les grains de 2 mm. Pour des houles de 7 m, en conservant les granulométries précédantes, les profondeurs de remaniement seraient respectivement de 175 et de 85 m. Les mouvements sont alternatifs, mais le déplacement vers l'avant de la crête étant plus important que le déplacement vers l'arrière, dans le creux de la vague, il se produit cependant un transit faible mais non négligeable pour les houles longues : 2,5 cm à chaque vague, à 90 m de fond pour une période de 16 s. Comme les houles dominantes sont de secteur ouest, ces mouvements se répétant pendant des années, sur les fonds de la plate-forme continentale peuvent amener à la côte des quantités non négligeables de sable.

L'action des houles dans l'étage infra-littoral est incontestable jusqu'à 10 ou 20 m de profondeur. Devant la plage de Gâvres - Quiberon, relativement abritée par l'échine rocheuse prélittorale qui réduit l'énergie de la houle, les échanges entre la plage et l'avant-plage se font jusqu'à 17 m de profondeur. Devant les plages, de Gâvres à Plouharnel, on ne note pas la présence de courants d'arrachement, ce qui n'exclut pas cependant la présence de courants de retour, sous forme d'une nappe continue. Par contre au niveau de l'isthme à Saint-Pierre-Quiberon, la plage infra-tidale est labourée par les courants de retour qui s'orientent vers le sud-ouest où ils empruntent les passes découpant la chaussée de Téviec. Lors des tempêtes, ces courants modifient certainement le profil de la rampe littorale.

Pour Quiberon on peut utiliser les enregistrements du houlographe situé à 1,1 km au sud de la pointe du Talut à Belle-Ile, pour la période 1985 - 1990. Les données provenant de celui de Groix sont moins nombreuses. Des houles de 12 s de période et plus, même en été, sont couramment observées. C'est en effet devant Belle-Ile et Groix que l'on relève les amplitudes les plus élevées en Bretagne : 10,80 m à Groix et 12,4 m à Belle-Ile. On a même enregistré des houles de 14 m au large de cette île. Cependant, les houles de 30 s mises en route par les ouragans tropicaux sont exceptionnelles. Malgré le freinage exercé par les hauts fonds pré-littoraux, les vagues à la côte peuvent encore être monstrueuses et emporter les promeneurs sur la côte sauvage de Quiberon. En effet, les niveaux de petits galets et de graviers interstratifiés dans les sables dunaires ne sont pas rares sur les rivages de la Bretagne méridionale, jusqu'à 3 - 4 m au-dessus du niveau des plus hautes mers actuelles : baie d'Audierne, Névez, presqu'île de Rhuis. En certains points des dunes de Plouarnel, par exemple à l'ouest du Bégo, les travaux de l'organisation Todt et les extractions de sable ont aussi révélé la présence de graviers, de galets et de coquilles que la dynamique éolienne aurait été incapable de transporter. On a là les traces de tempêtes violentes que des auteurs ont autrefois attribué à un haut niveau marin à l'Holocène terminal : le "Dunkerquien". Ces événements paroxysmaux semblent se répéter avec un pas de temps de temps de l'ordre de 1 000 ans et plus, d'après les datations établies jusqu'à présent sur ce type de dépôts. Au début du premier millénaire, ils ont été sans doute dévastateurs pour les massifs dunaires déjà formés à l'époque et ont parfois donné lieu au dépôt des graviers et de galets dépassant parfois 0,5 m de puissance : isthme de la Torche en baie d'Audierne, pointe des Chats à l'île de Groix, pointe du Bil à Pénerf.

Pour la région Ouest-Bretagne, les orientations des houles représentent 5,3% pour le secteur 20-22 et 13,4% pour le secteur 23 -25. Les houles de secteur 26 -28 et 29 - 31 réfractées et diffactées par les hauts fonds à l'approche de Quiberon représentent respectivement 31,6 et 22,4% des situations (1973 à 1997). Ces houles sont capables de transporter au ras du fond des sédiments en direction de Quiberon ou de la côte vendéenne. A l'approche de la côte en abordant l'échine prélittorale les crêtes de houle se déforment et leurs orthogonales tendent à converger en arrière des hauts fonds et des îles, ou au contraire à diverger au delà des vallées sous marines. Ces déviations en fonction de l'incidence de la houle engendrent des dérives littorales qui peuvent concentrer les apports de sable en certains points du littoral et favoriser ainsi la création de plages d'envol pour l'alimentation des dunes. L'arc du tombolo de Quiberon présente ainsi deux larges convexités séparées par deux parties concaves. Le saillant de la station balnéaire de Penthièvre est actuellement en voie d'érosion, tandis que l'autre saillant, entre le Mentor et la Guérite est stable ou tend à prograder en fonction des dynamiques marines et éoliennes. Les hauts fonds de Téviec et les basses voisines exercent une protection essentielle pour les plages de la partie méridionale du tombolo (Penthièvre). Par contre sa partie septentrionale est plus exposée aux houles du sud-ouest qui s'engagent entre Téviec et les Pierres Noires, mais on remarque cependant une atténuation de l'énergie des houles d'ouest, en raison de la réfraction et de l'écartement des orthogonales qui en résulte. Il se produit alors deux dérives inverses de part et d'autre de la convexité de la Grande Plage.

Le littoral de la face orientale du tombolo est modelé par les houles de sud et de sud-est, ainsi que par les vagues engendrées par les vents d'est et de nord-est dans la baie de Plouharnel. Les houles du Golfe de Gascogne n'ont pas un fetch très important et elles sont de plus atténuées par le franchissement de nombreux hauts fonds à l'est de Quiberon. En raison de leur obliquité par rapport au trait de côte, elles créent une dérive littorale orientée vers la pointe de Pen er Lé.

I.5.2 - Les courants de marée

L'onde de marée se propage selon la plus grande pente du plateau continental mais vers la côte, elle est déviée vers la droite, ce qui conduit à un courant de marée portant à l'est-sud-est à pleine mer. Les courants sont presque partout plus ou moins rotatifs et le jusant est généralement plus vigoureux que le flot. Ainsi pour un cycle de marée, les courants résiduels sont orientés entre Belle-Ile et Groix vers le nord-ouest. Dans le détail les courants semblent être d'une extrême complexité, en particulier autour des fonds rocheux de l'échine pré littorale.
Les vitesses ne sont connues qu'en surface, mais on peut estimer que les valeurs indiquées en surface en vive eau ordinaire sont valables pour le fond en vive eau exceptionnelle. En vive eau, entre Belle-Ile et les Birvideaux, on atteint 1,2 noeud (0,6 m/s), 3 h après la pleine mer, 1,5 noeud (0,8 m/s) à basse mer entre Groix et les Birvideaux. Ces vitesses sont suffisantes d'après Bonnefille pour mettre en mouvement des particules comprises entre 2 et 5 mm. Les courants de marée combinent leur action à celle des houles. Il

en résulte des transits et des blocages en certains points du littoral en fonction de la périodicité des marées et de l'orientation des vagues : plage de Kerhillio.

1.6 - La dynamique éolienne

Les plages anciennes du littoral lorientais et de Quiberon portent la marque d'éolisations intenses qui ont engendré de nombreux dreikanters dans les roches dures. Ces cailloux éolisés, nombreux à la pointe de Kerhostin, immédiatement au sud de l'isthme de Penthièvre, ont été façonnés par le vent lors des périodes glaciaires. Le plateau continental exondé était alors balayé par des vents violents qui emportaient vers l'est des sables et des limons. Il n'y a pas de traces de dépôts de sables éolisés périglaciaires sur le littoral morbihannais, ceux-ci sont allé se déposer beaucoup plus loin dans le bassin de la basse Loire et en Vendée. où ils ont remblayé des vallées. On trouve dans ces sables des minéraux caractéristiques de l'île de Groix, ce qui semble montrer que la partie occidentale du Morbihan devait faire partie de l'aire de déflation alimentant les plateaux de Loire-Atlantique, de Vendée, des Charentes et du Bordelais en sables éolisés et en limons. Il ne faut donc pas s'attendre à trouver sous les dunes de l'arc Quiberon - Gâvres de dunes pléistocènes antérieures aux dunes flandriennes. Celles-ci ont été emportées par le vent à chaque glaciation et seuls ont subsisté les dépôts protégés par des pavages de galets ou suffisamment indurés par les processus pédogéniques.

Pendant toute la transgression flandrienne les vents de mer ont poussé vers l'ouest des sables arrachés aux estrans. Des champs de dunes en vagues successives ont gravi la pente continentale jusqu'à l'échine prélittorale qui a ralenti leur mouvement. La dune de Donnant encastrée dans les falaises à l'ouest de Belle-Ile est sans doute un témoin de ces dunes qui se sont plaquées alors sur les reliefs s'opposant à leur progression. La transgression se poursuivant, une partie des sables dunaires ont été dispersés par les vagues, mais quelques cordons ont pu franchir l'obstacle entre Groix et les Birvideaux et surtout entre ces derniers et Belle-Ile. De nouveaux champs de dunes se sont à nouveau développés dans la dépression subtittorale. Ils ont progressé en direction de Quiberon et de la ligne de reliefs prolongeant au nord le horst. Les sables éoliens ont envahi le versant occidental de Quiberon et gravi la butte de Téviec. Pour A. Guilcher (1948) un arc dunaire s'appuyant à des massifs rocheux actuellement à fleur d'eau ou faiblement immergés rejoignait alors Gâvres.

La transgression se poursuivant, ce cordon dunaire livré à la déflation éolienne aurait progressivement reculé vers l'est en alimentant de grandes dunes parabolique à l'est de Kerhillio. Ces dernières, poussées par des vents d'ouest-sud-ouest, ont fossilisé l'ancienne falaise marine entre Sainte-Barbe et la Roche-Sèche, tandis que vers le sud le cordon dunaire est resté accroché à l'extrémité septentrionale de Quiberon, constituant ainsi un tombolo original avec un autre arc dunaire à pointe libre sur sa face interne.

Actuellement le vent continue son oeuvre de construction ou occasionnellement de destruction du cordon dunaire. La largeur de l'estran permet au vent de nourrir les dunes. Celui-ci provoque des transports éoliens, mais en donnant naissance à de petites vagues obliques par rapport à la côte, il crée aussi des courants déplaçant les stocks de sable sur le haut de la plage. La vitesse critique à partir de laquelle il y a transport est de l'ordre de 5 m/s, et l'expérience montre que les débits solides croissent très rapidement avec la force du vent. Ils sont de l'ordre de 40 kg/m/h pour un vent de 10 m/s, de 450 kg/m/h à 20 m/s et de 1 000 kg/m/h à 25 m/s, pour un grain moyen de 0,3 mm. Ces données soulignent l'importance des transports engendrés par les vents forts sur les plages de sable. Les roses des vents à Belle-Ile indiquent que les vents de secteur nord-ouest et ouest sont dominants. Pour ce dernier secteur les vitesses de 5 à 7 Beaufort (8 à 17 m/s) correspondent au 1/3 du total. Des vents de secteur nord-est à sud-est, sont fréquents en hiver et affectent les rivages de la baie de Plouharnel. Les vents les plus violents (plus de 25 m/s) viennent généralement du sud-ouest. Pour la période 1949 - 1996, on constate à Belle-Ile entre 1949 à 1966, une intensité importante des vents. Ensuite, jusqu'en 1989 l'intensité s'affaiblit pour augmenter à nouveau jusqu'à nos jours.

Les vents forts supérieurs à 20 m/s (72 km/h) créent des mouvements de sable importants nourrissant les cordons littoraux ou les entaillant en fonction de l'état général du trait de côte. A Belle-Ile, de 1949 à 1957, les vents de sud-ouest dominent, puis jusqu'en 1964, ils diminuent au profit d'autres directions. Puis ce sont les vents d'ouest, qui entre 1964 et 1980 représentent la plus forte proportion de vents forts. Entre 1980 et 1987, les vents de sud-ouest sont à nouveau dominants, avec par la suite un renforcement des vents

de sud et la disparition des vents de nord-ouest. On observe les mêmes tendances sur les relevés de l'île de Groix, où l'on a assisté ces dernières années au déménagement de la plage des Grands Sables qui a migré de plus de 500 m vers le nord-est en raison du renforcement des vents de sud. On n'a pas constaté d'évolution significative sur la face externe du tombolo de Quiberon, mais sur sa face interne, on peut sans doute attribuer à ce changement d'orientation des vents forts, l'érosion de l'isthme et une sédimentation accrue vers le nord.

I.7 - La morphologie dunaire (Figure 5)

A l'intérieur du V du tombolo, on observe des dépressions dont le niveau est souvent inférieur à celui des hautes mers et des buttes de sable constituant un relief très confus pour l'observateur au sol, en raison des extractions qui y furent pratiquées pour la construction du "Mur de l'Atlantique" et également pour la reconstruction de Lorient. Les sables éoliens s'avancent de 2 km au nord de la commune de Plouharnel, où les épandages sableux plaqués contre la falaise morte dans le secteur de Sainte-Barbe débordent sur le plateau jusqu'à 20 m d'altitude.

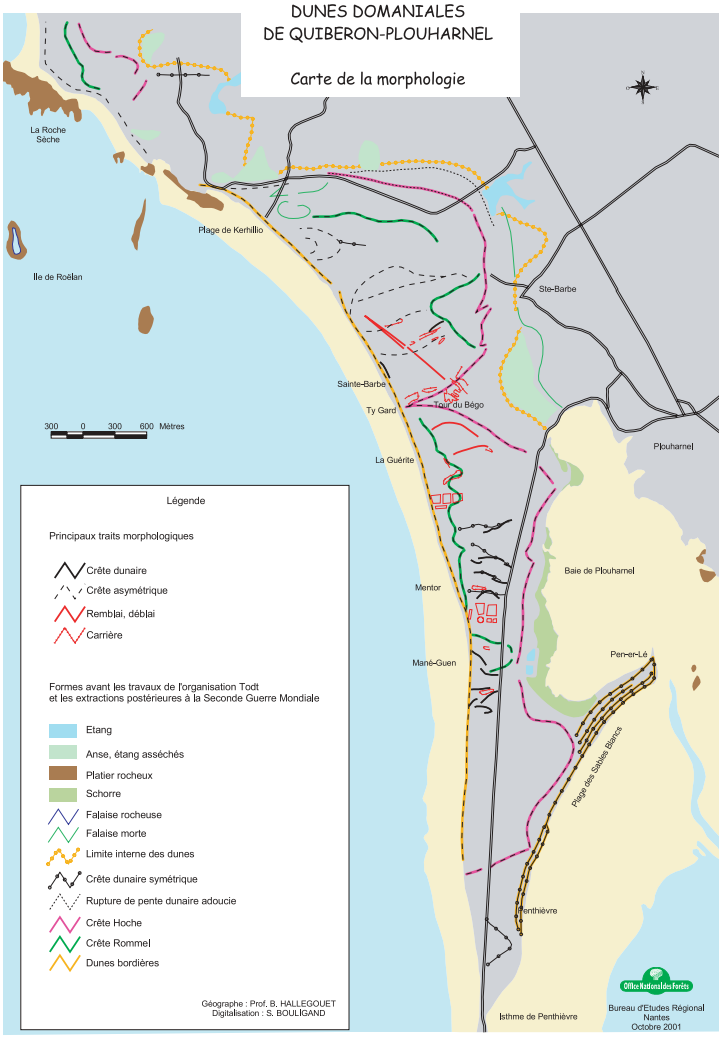


Figure 5 : Morphologie des dunes de Quiberon-Plouharnel

I.7.1 - Les crêtes

> Crête Hoche

Entre le musée de la Chouannerie et le cordon littoral à l'ouest du tombolo, l'entrée de la presqu'île est barrée par une crête orientée WNW-WSW. Après avoir refoulé l'armée royaliste vers Quiberon, au mois de juillet 1795, le général Hoche se servit de cette ligne de relief pour les empêcher d'en ressortir. Son profil en pente forte vers le sud ne doit rien à l'armée républicaine qui dut se contenter d'aménagements sommaires comme le déversement de charrettes de fumier pour combler les brèches.

Cette crête qui forme à l'ouest un promontoire culminant à plus de 12 m d'altitude fait partie d'un ensemble plus vaste dessinant un V ouvert vers le fond de la baie de Plouharnel et la dépression qui lui succède vers le nord ouest au pied du coteau de Plouharnel. Cette crête se raccorde au nord de Sainte-Barbe à un arc dunaire barrant l'étang de Lopéreth, puis l'étang asséché de Kergrosse et la dépression à l'ouest de Kerhillio. Cette ligne de relief prend appui sur la falaise morte et ne présente plus au delà du ruisseau de Lopéreth de pente abrupte vers la mer.

Si l'on se tourne vers la baie de Plouharnel, au sud du Bois d'Amour, on remarque aussi la présence d'une crête festonnée, dissymétrique avec une pente abrupte à l'ouest. Elle s'interrompt un moment au sud du carrefour du Mané Guen et de la flèche de Pen er Lé, pour réapparaître au delà de la route de la plage des Grands Sables où elle présente également un versant abrupt vers la mer. L'agglomération de Penthièvre s'est implanté à la jonction de cette ligne de relief avec la dune bordière du tombolo de Quiberon. Au sud de la station balnéaire, un arc dunaire intercalé entre les deux cordons de l'isthme de Penthièvre pourrait également faire partie de cet ensemble.

Nous avons donc dans la partie interne des dunes du tombolo de Quiberon une ligne de relief presque continue entre Kerhillio et Penthièvre. Le profil de cette crête est inverse par rapport à celui d'une dune bordière ou même des dunes paraboliques voyageuses qui présentent au contraire un flanc à pente forte sous le vent. Il s'agirait alors d'une falaise de déflation entretenue à sa base par les vagues lors de violentes tempêtes, avec au sommet une couverture végétale bien fournie permettant au versant de conserver sa raideur. La présence de niveaux de sable grossier dans l'éperon du Bégo permet de penser qu'il y a eu des tempêtes violentes, avec des vagues monstrueuses et une déflation éolienne intense qui ont fait reculer une dune unissant Erdeven à Quiberon, d'une façon irrégulière, en créant de grands rentrants par où la mer pouvait passer à marée haute. En avant il devait y avoir un large estran avec des bancs de sable grossier mêlés à de petits galets, comme on peut le voir au nord de l'agglomération de Penthièvre.

> Crête Rommel

Entre les parkings de Ty Guard et du Mané Guen, une autre ligne de reliefs dissymétriques a été utilisée par l'armée allemande pour l'installation de grosses batteries à encuvements. Celles-ci complétées par d'autres postes d'artillerie et des installations annexes furent visitées par le maréchal Rommel en avril 1944. Elles seront tenues par les troupes allemandes jusqu'à la rédition de la poche de Lorient, le 10 mai 1945. Cet escarpement festonné présente une pente raide face à l'ouest et un versant très adouci vers l'est, mais il a été très dégradé par les travaux de l'organisation Todt. L'examen de la crête montre que celle-ci n'est pas véritablement continue et qu'il y a des rentrants débouchant sur la plaine dunaire à l'est : en particulier entre le deuxième et le troisième encuvement et de part et d'autre du quatrième. Vers Le Mentor cette ligne de relief se rapproche de la dune bordière et forme, en arrière de celle-ci, une deuxième crête discontinue pour se fondre peu à peu avec elle dans le secteur du Mané Guen et disparaître. Au nord du Bégo, on peut sans doute rattacher à la crête Rommel un promontoire s'avançant à l'ouest de Sainte-Barbe et culminant vers 13 m d'altitude. Son tracé n'est pas très net en direction de Erdeven, où on observe cependant une ligne de relief bien marqué entre Kéravel et le camping de Kerhillio

La crête des batteries allemandes est dans l'ensemble moins élevée que la crête interne. Entre ces deux lignes de relief quelques buttes s'allongent vers l'ouest-nord-ouest ou l'ouest-sud-est et ne dépassent guère 7,50 m d'altitude. Vers le Mané Guen la topographie de ces dunes devient confuse avec parfois une dissymétrie bien marquée vers le sud.

La crête Rommel comme la crête Hoche correspond aussi à une ancienne falaise de déflation qui s'est développée lors d'une seconde phase de tempête aux dépens d'un massif dunaire qui s'était reconstitué en avant des ruines du massif précédant. On repère en effet dans la dépression entre cette crête et la dune bordière des galets et de nombreuses coquilles correspondant à un ancien estran ou à des projections de tempêtes. Au sud du Mané Guen la crête n'a pas été reconnue. Elle devait se situer en avant de la ligne de rivage actuelle, mais il est également possible qu'elle se confonde alors avec la crête Hoche.

I.7.2 – Dunes

> Dunes paraboliques

A l'est de la dune bordière entre Kerhillio et le Bégo se développe un système de grandes dunes paraboliques. L'arc se situant immédiatement au sud ouest du camping de Kerhillio est bien visible, puisqu'il ne rejoint pas l'ancienne falaise de déflation plus à l'est. Un autre arc parabolique se trouve inscrit dans celui-ci, mais il est moins apparent car il se trouve envahi par les sables de la dune bordière. Une autre grande dune parabolique se dessine également assez bien dans le paysage au nord du parking Sainte-Barbe. La station d'enregistrement des tirs de l'aéronavale est installée sur sa branche sud. L'autre branche est au nord des cibles et la zone de déflation interne atteint la deuxième crête interne (Rommel) à l'ouest de Sainte-Barbe. Au sud du ruisseau de Lopéreth, on observe aussi d'autres lignes de relief orientées comme les dunes paraboliques. Il s'agit sans doute de dunes en traînées qui ont dû se développer à partir d'exutoires successifs de ce cours d'eau en avant de la ligne de rivage actuelle.

> Les dunes bordières

Dans sa partie externe, le tombolo de Quiberon est constitué par deux grands arcs dunaires convergeant vers l'isthme de Penthièvre. Entre Kerhillio et le fort de Penthièvre, le cordon occidental forme une barrière continue de 11 à 12 m d'altitude, sauf au niveau de l'isthme. Cette crête n'est interrompue que par l'exutoire du ruisseau de l'étang de Lopereth et les brèches ouvertes pour accéder à la plage. Cette dernière s'allonge sur 9 km et atteint 250 à 350 m de largeur, sans qu'aucune roche ne soit visible. Le cordon oriental plus bas (6 m) ne rejoint pas le littoral de Plouharnel et se termine par une flèche à pointe libre, étranglant la baie de Plouharnel. Il est précédé par un estran sableux irrégulier découvrant lors des grandes marées sur plus de 1 km. De longs bancs de sable et des sillons de sédiments plus grossiers s'alignant vers le sud-est, donnent à cette plage une topographie particulière. Ils semblent liés à des transits sédimentaires s'opérant depuis la baie de Quiberon.

A l'ouest, lors des tempêtes, le front de la dune bordière est exposé à la fureur des vagues qui arrachent le sable du haut de plage et l'entraînent vers la zone infratidale. Les mouvements sédimentaires sont rapides et peuvent se traduire par la création d'une micro-falaise en pied de dune. Les tourbillons éoliens et l'accélération de la vitesse du vent au contact de la falaise engendrent alors une déflation accrue qui s'amplifie dans les passages recoupant la crête dunaire, pour former des amoncellements de sable en arrière de ceux-ci. Le revers du cordon est également soumis lors des coups de vent à un saupoudrage plus ou moins important qui dépend de leur force et de leur orientation, ainsi que de la hauteur de la crête et des travaux de protection mis en place au sud de la forêt domaniale. Dans le secteur de la colonie de vacances le front dunaire garde les traces d'une ancienne falaise en partie masquée sous de nouveaux apports éoliens. Les microfalaises hivernales disparaissent rapidement dès le printemps sous les apports provenant des bermes et des plages de déflation qui se développent en morte eau sur le haut de l'estran. Aussi le trait de côte est relativement stable et ce rivage dunaire bien exposé aux agressions de la mer et du vent semble en équilibre, malgré la recrudescence de vents forts de secteur sud, ces dernières années. Localement, en été, une ceinture de plantes halo-nitrophiles peut localement se développer et les chiendents des sables colonisent les nouveaux apports éoliens.

La crête dunaire est généralement simple mais localement, au niveau du parking de Sainte-Barbe, elle se dédouble. Une nouvelle crête a comblé une large concavité du littoral en avant de l'ancienne dune bordière. Cette dernière s'épaissit près de l'exutoire du ruisseau de Lopéreth qui a été dévié vers le nord par la dérive littorale portant actuellement dans cette direction. Entre le Mané Guen et la station balnéaire de Penthièvre, la dune bordière est moins large, presque rectiligne et sa crête uniforme constitue un plateau. Ce dernier est consécutif à des travaux anciens de restauration (1951) dont il reste un rideau de traverses de chemin de fer ce qui montre la stabilité de la ligne de rivage devant la colonie de vacances et la plaine dunaire s'étendant plus au nord. Dans le secteur de la Grande Plage, la crête irrégulière est souvent creusée de niches de déflation, tandis que vers Kerhillio, au nord du ruisseau de Lopéreth, sa topographie devient chaotique. On peut se demander si l'abondance des apports de sable dans ce secteur et l'importance des zones en déflation ne serait pas dues aux violents coups de vent de sud, plutôt qu'à la surfréquentation pédestre au voisinage du parking et du camping.

A l'est du tombolo, la crête s'oriente vers le nord-est et se termine par la pointe de Pen er Lé. Cette dernière, correspond à la juxtaposition de plusieurs crêtes représentant des lignes de rivage successives.

Leur topographie est actuellement très émoussée depuis la création du camping des Sables Blancs. On observe également des crêtes dunaires surbaissées dans le camping de Penthièvre où l'on distinguait très bien en 1952, les traces d'une ancienne brèche colmatée par une nouvelle crête. Récemment un lobe convexe, formé de crêtes de plages dunifiées accolées, s'est formé devant la forêt, au nord du camping. Vers la colonie de vacances, au sud, il n'y a plus qu'une crête basse actuellement décrochée de quelques mètres par rapport à l'ouvrage de protection mis en place sur le revers de l'isthme. L'examen de la dune bordière du côté de la baie de Quiberon, montre bien que cette flèche à pointe libre est soumise à une dérive portant vers le nord-est, avec une érosion importante de sa partie proximale et une progradation de son extrémité distale qui tend peu à peu à fermer la baie de Plouharnel, en rejetant le chenal de marée vers la pointe du Pô.

I.7.3 - Les dépressions du revers de la dune bordière entre Quiberon et Erdeven.

> Les dépressions du sud

Dans la partie centrale du tombolo entre le carrefour du camping des Sables-Blancs et l'agglomération de Penthièvre s'étend une plaine ne présentant que des reliefs insignifiants. Les parties les plus basses (jusqu'à 2,40 m IGN, au nord de la colonie de vacances) sont potentiellement inondables par la mer. La rupture de pente au pied de la dune bordière à l'ouest se situe vers 6 m. Les sables éoliens garnissant le fond de cette dépression reposent sur des sables marins graveleux et coquilliers ramenés en surface par les lapins installés dans des buttes surbaissées ne dépassant guère un mètre de hauteur. Cette grande cuvette est limitée à l'est par les buttes de la crête Hoche et par la dune bordière des Sables Blancs, en bordure de la forêt domaniale.

Le camping de Penthièvre occupe une zone basse et les anciennes cartes marines montrent qu'au XIXème siècle la mer y pénétrait encore. Vers l'isthme de Penthièvre, en arrière du perré de protection, le terrain de la colonie de vacances est également potentiellement inondable par la mer, et les vagues franchissent encore le barrage en hiver. Cette dépression a été autrefois plus étendue comme le montre la présence de niveaux tourbeux sur l'estran en avant des ouvrages de protection.

> Les dépressions du centre

Au nord du Mané Guen, entre la crête Hoche et la crête Rommel, s'étend une plaine basse avec quelques buttes entre lesquelles se développent des zones humides souvent noyées en hiver lorsque la nappe phréatique remonte. Vers l'ouest, entre la crête Rommel et la dune bordière, on observe aussi une succession de dépressions plus ou moins étendues. Une première zone basse apparaît au nord du Mentor et se poursuit vers les anciens bassins, puis en direction des parkings de la Guérite et de Ty Guard où la ligne de relief de l'Observatoire du Bégo rejoint la dune bordière. La topographie de cette dépression est chaotique en raison d'extractions de matériaux ou de la création de bassins et les points bas, situés parfois à moins de 2,50 m (IGN) sont humides. Au fond des anciennes carrières, la nappe phréatique est émergeante pendant la plus grande partie de l'année. L'hiver, elle peut monter à plus de 4 m (IGN) et envahir plus largement cet espace.

> Les dépressions du nord

Entre l'Observatoire du Bégo et la dune parabolique où sont implantés les cabanons de l'Aéronavale (au sud des cibles) une grande cuvette dont le fond remonte en pente douce vers Saint-Barbe se trouve également partiellement inondée en hiver. La nappe s'élève jusqu'à 5 m (IGN) dans les dépressions naturelles ou artificielles et certaines mares, toujours en eau, servent de refuge aux oiseaux d'eau. Dans le paysage, la continuité de la cuvette est rompue par la rampe édifiée par l'organisation Todt pour charger le sable destiné à la construction de la base sous-marine de Lorient et sur sa bordure orientale, les fronts de taille des anciennes carrières ne sont pas encore cicatrisés.

Vers le nord-ouest, avant la brèche du ruisseau de Lopéreth, la rampe de chargement et le remblai de l'ancienne voie de chemin de fer traversent également deux autres dépressions encadrées par des dunes en traînée entre la dune bordière et la crête Rommel. Le fond de la première se situe vers 4, 50 m, mais les tranchées de part et d'autre des remblais peuvent descendre au-dessous de 2,50 (IGN). La deuxième cuvette, au nord-ouest, est moins profonde et son fond ne s'abaisse pas au delà de 3 m. La partie orientale de ces deux dépressions est accidentée d'excavations laissées par les carriers. A Erdeven, au nord de la brèche permettant l'écoulement des eaux des étangs de Lopéreth et de Kergrosse, une autre plaine dunaire basse se développe entre la falaise de déflation et la dune parabolique en arrière de la dune bordière.

I.7.4 - Les reliefs anthropiques

Le site du tombolo de Quiberon est fréquenté depuis le Mésolithique, mais jusqu'à une époque récente les occupations successives n'ont pas laissé de traces dans la morphologie dunaire. Les anciens cheminements vers Quiberon, à partir de Sainte-Barbe, avant l'endiguement de l'anse du Bégo au fond de la baie de Plouharnel (1774), ne sont plus visibles et des activités agricoles passées il ne reste rien dans la partie sud du tombolo. Cependant, au nord, entre Sainte-Barbe et Kerhillio, on a nivelé et creusé les dunes pour leur mise en culture et on a également édifié des talus de pierres sèches pour délimiter les parcelles.

La route départementale reliant Quiberon à Plouharnel a utilisé l'ancienne digue de l'anse du Bégo après l'abandon en 1833 du moulin à marée qui y était installé. Le tracé de cette voie, qui recoupe la crête Hoche au sud de la digue, perturbe assez peu la morphologie dunaire (fossés et talus latéraux). Par contre, la voie de chemin de fer Paris Quiberon, ouverte en 1883, à l'est de celle-ci, a un impact plus important (tranchées et remblais dans les reliefs bordant la baie de Plouharnel). La protection de ces voies de communication contre l'érosion marine a nécessité, de part et d'autre de l'isthme de Penthièvre, la construction de perrés de maçonnerie.

Rien ne subsiste des aménagements réalisés lors des combats du débarquement de Quiberon en 1795. La tranchée qui fut alors creusée sur toute la largeur du massif dunaire, entre la plage de Sainte-Barbe et le camping du Bois d'Amour, a été comblée et n'a laissé aucune trace dans la topographie au sud de la crête Hoche. Par contre, les travaux de l'organisation Todt entre 1940 et 1944 ont bouleversé la morphologie dunaire. Plus de 200 blockhaus ont alors été construits sur les 7 km de dunes séparant Penthièvre de Erdeven et le site a été occupé en totalité par l'armée allemande. Leur implantation a nécessité des terrassements importants et on a aussi extrait du sable dans les crêtes dunaires, afin de dissimuler les casemates installées à la surface des plaines dunaires.

A partir de la ligne de chemin de fer de Quiberon, à l'entrée de la presqu'île, un réseau de voies ferrées a été tracé pour desservir les quatre batteries à encuvement de la crête Rommel. Leur emplacement correspond actuellement à des rampes en remblais et à des tranchées à travers les reliefs traversés. L'édification du "Mur de l'Atlantique" et en particulier la construction de la base sous marine de Lorient ont demandé de grandes quantités de granulats à béton. Aussi, on a raccordé à la ligne de Quiberon, un peu au nord de l'embranchement des batteries, une voie aboutissant à une rampe de chargement des wagons, où les wagonnets, circulant sur une voie étroite se dirigeant vers Etel, venaient décharger les sables grossiers et les graviers provenant de la plage de Kerminihy. Cet ouvrage est actuellement un élément majeur du paysage dunaire entre Erdeven et le Bégo. Il s'élève au niveau du quai de chargement, vers 11 m, et les tranchées qui ont été creusées de part et d'autre du remblai de la voie ferrée vers l'ouest s'abaissent jusqu'à 2 m (IGN). Sa continuité est maintenant interrompue par les brèches des voies d'accès à la dune bordière.

Le siège de la position du Bégo, d'août 1944 à mai 1945, a laissé aussi de nombreuses traces dans le paysage. De nombreuses tranchées profondes de 1,50 m et large de 1 m furent creusées pour relier les abris à personnel aux postes de tir. Elles sont toujours visibles sur le crête Rommel, mais ailleurs le temps les a en grande partie effacées. Pendant les combats de la poche de Lorient, les tirs des batteries lourdes du Bégo provoquèrent de violents bombardements de l'US Air Force. De nombreux cratères de bombes, parfois envahis par une végétation hygrophile, s'observent encore entre le Bégo et les encuvements, mais également plus au nord dans les dunes paraboliques entre Sainte-Barbe et Kerhillio. Actuellement cette dernière zone est toujours utilisée par la Marine nationale pour ses exercices de tirs. Autour des cibles implantées sur la dune bordière, l'explosion des obus tirés par les *Etendards* de l'Aéronavale a créé de petites dépressions et la pelouse dunaire s'en trouve très dégradée.

Après le déminage des dunes autour de la forteresse du Bégo les entrepreneurs locaux ont « chaussé les bottes » de l'organisation Todt pour extraire le sable des dunes. On peut en effet s'apercevoir sur le terrain que la plupart des carrières sont postérieures à l'occupation allemande. Le chemin bétonné suivant la crête Hoche entre Sainte-Barbe et Le Bégo a ainsi été déstabilisé et tronçonné par les fronts de taille des carrières et de larges excavations ont été ouvertes dans les anciens champs de mines. Les excavations sont souvent descendues jusqu'à la limite de la nappe phréatique et leur fond est souvent envahi par une végétation de zone humide. Dans certains cas, quand le recul des fronts de taille s'exerçait aux dépens d'anciennes falaises de déflation et lorsque la végétation a recolonisé ceux-ci, il n'est pas toujours facile de distinguer les abrupts naturels des abrupts d'origine anthropique. L'une des carrières ouverte au nord du Bégo a servi de décharge et est actuellement remblayée. D'autre carrières sont encore utilisées pour y

déverser les déchets verts. Aujourd'hui ces pratiques sont en voie de régression et un seul site, à proximité de Sainte-Barbe, dans les dunes anciennes, fait encore l'objet d'une petite exploitation.

Les dunes entre le Bégo et le Mané Guen ont aussi été creusées pour l'implantation de bassins aquacoles. Les premiers bassins, creusés près de la troisième batterie entre la dune bordière et la crête Rommel, ne furent jamais achevés car ils perturbaient les activités du Groupe d'Etude et de Recherche Balistique sur les Armes et Munitions (GERBAM). En 1970, ils furent donc refoulés vers le sud entre Le Mentor et le Mané Guen. Ces derniers furent abandonnés au bout de trois ans et aujourd'hui ils laissent dans la dune d'immenses cavités à fond plat de 2 à 2,50 m de profondeur. Cependant, un dernier bassin implanté en bordure de la baie de Plouharnel, reste encore en exploitation.

L'aménagement du site pour l'accueil du public a artificialisé également le modelé, en particulier au niveau des parkings et des accès à la plage. Le maintien d'un sentier piétonnier sur la dune bordière a aussi engendré des érosions et nécessité la mise en place de rideaux de ganivelles qui ont créé des accumulations excédentaires sur le front dunaire. Au niveau de l'agglomération de Penthièvre des enrochements ont été disposés sur la ligne de rivage afin de protéger les maisons implantées sur la crête dunaire. Les dunes de Plouharnel ont été plantées de chênes et semés de conifères entre 1852 et 1867 afin de fixer le sable, puis reboisées en conifères après la dernière guerre. Les plantations ont laissé des sillons parallèles dans la microtopographie des dunes. Ceux-ci sont peu visibles dans la forêt domaniale à l'est de la départementale plantée avant 1952, mais se voient parfaitement à l'ouest, dans la dune grise que l'on a tenté d'enrésiner entre 1978 et 1980.

II - Histoire, activités et gestion des dunes de Plouharnel-Quiberon

II.1 - Histoire

La langue de sable unissant Quiberon au continent a depuis les temps préhistoriques vu passer les hommes, bien que le passage ne fut pas toujours aisé, en particulier lorsque des brèches s'ouvraient entre l'océan et la baie de Quiberon. Des auteurs comme P.-M. Lavenot (1886), en constatant la présence d'alluvions marines sous les sables dunaires du tombolo pensaient qu'au Mésolithique le passage se faisait plus à l'ouest par un isthme s'appuyant sur les îlots de Théviec et de Rohellan, où l'on avait découvert des occupations préhistoriques. Comme il y a également des restes romains sur Quiberon, il pensait que la rupture de l'isthme n'avait eu lieu qu'après la période gallo-romaine. Au XIe siècle elle était certainement effective car une charte qualifiait Quiberon d'île. A défaut de datations C14 la date de naissance de l'isthme insubmersible actuel reste encore incertaine. Les portulans du XVIème siècle représentent Quiberon comme une presqu'île, tout comme le Neptune François, la carte de Cassini et la carte des côtes de Bretagne des Ingénieurs du Roy, levée après 1775. La superposition de la carte des Ingénieurs du Roy et de la ligne de rivage actuelle montre que l'isthme était alors plus large. A l'ouest, il n'y a pas eu depuis de recul significatif et on note même un engraissement au niveau de la convexité la Grande Plage et un comblement de l'exutoire du ruisseau de Lopéreth. Sur la côte orientale du tombolo, on peut retenir la présence d'une convexité plus marquée au nord de l'isthme et d'une lagune en arrière d'une flèche s'allongeant vers le nord, à l'emplacement du camping de Penthièvre.

Les dunes de Plouharnel ne rentrent dans l'Histoire qu'avec l'affaire du débarquement de Quiberon le 27 juin 1795. Les 3 500 hommes composant l'élément avancé de l'expédition royaliste débarquèrent sur la plage de Carnac, prirent le fort de Penthièvre, rebaptisé "fort Sans Culotte" pendant la Révolution, et firent rapidement leur jonction avec les Chouans de Cadoudal qui s'emparèrent d'Auray et de Josselin. Cependant du fait de divergences entre les chefs royalistes, des frictions vont naître entre ceux-ci et les Chouans qui vont peu à peu délaisser le combat. Le général Hoche reprendra alors Josselin et Auray et refoulera les royalistes vers Quiberon. Il lui suffit alors d'occuper la crête du Bégo, à l'entrée de la Presqu'île, pour y enfermer les émigrés. Aussi, il écrit à la Convention "Les anglo-émigrés-chouans sont dans la ratière et moi avec quelques gros chats, à la porte". Le 15 juillet sous le commandement du comte d'Hervilly, les émigrés attaquent la ligne de défense mise en place par Hoche, mais ils vont être repoussés avec de lourdes pertes malgré les canons de la flotte anglaise dont les tirs arrêtèrent la progression des Républicains vers Quiberon. Malgré un nouveau débarquement d'émigrés dans la presqu'île le 17 juillet, Hoche lança son offensive dans la nuit du 20 au 21 juillet pour prendre le fort de Penthièvre. Une partie des royalistes réussit à embarquer dans les canots de la flotte anglaise et les hommes qui restaient avec le comte de Sombreuil qui venait de débarquer sont contraints à accepter l'offre de capitulation de Hoche.

Les prisonniers dirigés sur Auray et Vannes subiront alors le feu des pelotons d'exécution, malgré l'offre de vie sauve qui leur avait été faite lors de leur rédition.

Malgré la présence de la route et du chemin de fer, le site des dunes de Plouharnel pouvait encore être considéré comme vierge en 1940, car les batteries françaises de protection du littoral étaient en position avancée sur Quiberon, Groix et Belle-Ile. Les Allemands décidèrent d'y implanter une batterie afin de protéger la base d'U-Boote de Lorient d'une attaque navale surprise puis de défendre la plage contre un éventuel débarquement. Quatre canons de 340 étaient prévus mais trois seulement furent effectivement installés. Avec une portée de 40 km, ces canons protégeaient presque tout le littoral morbihannais d'une attaque par mer, et les batteries étaient elles-mêmes défendues par un armement DCA. Des points d'appui fortifiés défendaient aussi chaque sommet.

Les Américains attaquant par la terre début août 44, les canons de 340 durent être retournés de 180°. Les assiègés subirent de lourdes pertes et les soldats envoyés à la recherche de ravitaillement désertaient. Les coups tirés vers la terre depuis les batteries du Bégo étaient imprécis car le télémètre installé au sommet de la tour d'observation ne pouvait donner les distances dans cette direction. Les canons de 340 furent progressivement mis hors de combat en avril 45, mais la poche du Bégo ne se rendit que le 10 mai 45. Par la suite les ferrailleurs récupérèrent les ferrailles et les munitions, mais firent exploser accidentellement la soute à munitions de la pièce n° 2. Malgré les combats, les fantômes de béton restent en bon état et seraient visitables. Il est d'ailleurs projeté de réaménager un poste de tir avec la pièce n° 1 qui est restée stockée sur le centre d'essai de Gâvres. Depuis quelques années déjà, l'abri infirmerie a été transformé en musée de la Chouannerie.

II.2 - Activités

Quelques cultures sont encore pratiquées dans la partie septentrionale du massif dunaire au nord-ouest de Sainte-Barbe. On y trouve aussi un champ de tir, où le GERBAM procède à des exercices trois jours par semaine. Cette servitude militaire a sans doute protégé les dunes de l'urbanisation, comme c'est le cas entre Kéravel et Kerhillio sur la commune voisine. Les extractions de sable et la décharge d'ordure sont maintenant contrôlées et les essais de véhicules sur la piste entre la Guérite et le Mentor ont cessé.
En 1816, la commune de Plouharnel était propriétaire des dunes, puis l'Etat voulant entreprendre le boisement de la bande littorale comme dans les Landes de Gascogne, elle lui céda le 17 novembre 1881, 304 ha aujourd'hui gérés par l'Office National des Forêts. 23 ha appartenant à des propriétaires privés s'y sont ajoutés par la suite. Après la dernière guerre le reboisement des dunes situées à l'est de la voie départementale, n'a pas été un succès économique en raison de la petite taille de la parcelle enrésinée. La plantation entreprise à l'ouest de la route n'a pas été une réussite et l'ONF a choisi d'y conserver la dune grise et de privilégier le traitement paysager de cet espace et des dunes situées au nord du Mané Guen.

Les activités touristiques sont en plein développement. L'agglomération de Penthièvre s'est développée à partir de 1931 sur la commune de Saint-Pierre, dans la partie méridionale du tombolo et plus récemment un village de vacances a été implanté à Kéravel sur la commune de Erdeven. Pour l'instant, la commune de Plouharnel, en raison des servitudes de tirs imposées par le polygone de Gâvres, a choisi de conserver ses dunes en état et les équipements touristiques permanents se situent en bordure de la baie de Plouharnel (Le Galion, musée de la Chouannerie, campings du bois d'Amour et des Sables Blancs). Au nord du ruisseau de Lopéreth, la commune d'Erdeven a aussi installé un camping et, au sud du tombolo, un autre camping jouxte l'agglomération de Penthièvre. Pour accueillir le public sur les plages, il a fallu aménager des parkings que l'on juge maintenant trop proches de la ligne de rivage et que l'on envisage de réaménager plus loin de la dune bordière, ce qui ne fait pas l'affaire des adeptes de funboard et des autres sportifs qui pratiquent sur la plage le char à voile, le para-kart et de nouveaux sports. Les motards et les cyclistes sont aujourd'hui peu nombreux sur les dunes et une piste cyclable est à l'étude entre Erdeven et Quiberon. Durant la saison estivale la fréquentation des parkings est intense et les touristes se répartissent sur la plage ou sur les dunes selon leurs affinités. Le reste de l'année, il y a toujours une circulation de promeneurs ou de personnes à la recherche de coins tranquilles sur les parkings.

II.3 - La gestion des dunes de Plouharnel depuis le XIXème siècle

Au XIXe siècle, les essais de plantation des dunes ne furent pas des réussites et les palissades destinées à leur protection étaient systématiquement emportées par les riverains. Les tentatives effectuées au XXème

siècle dans les années trente furent plus fructueuses, mais les boisements furent mis à mal durant la deuxième guerre mondiale. L'année 1951, avec une succession de tempêtes, fut marquée par un affolement général consécutif à un déplacement des dunes vers l'est. Pour les protéger on utilisa les vestiges de l'occupation allemande, en particulier les traverses de chemin de fer dans le but de stabiliser la ligne de rivage. Par la suite les dégradations furent dues surtout à la fréquentation touristique et, après de nouveaux essais de plantation, l'ONF entreprit de fermer la forêt au public par des clôtures métalliques. En 1976, puis de 1978 à 1982, les essais de plantation se sont poursuivis avec des résultats inégaux. En 1984, la situation dans la partie non traitée par l'ONF, au nord du Mané Guen, devient catastrophique. La végétation sur la dune bordière devient inexistante, son degré de dégradation est élevé et les sables éoliens provenant des brèches s'avancent sur 200 à 300 m et atteignent la crête Rommel. Il y a alors une prise de conscience de la gravité de la situation avec des prises de décision aboutissant à la création d'aménagements pour l'accueil du public. La majeure partie des chemins est alors fermée et seules quatre voies d'accès à la mer sont conservées. Au bout de ces voies cinq parkings sont implantés à l'emplacement des anciennes aires de stockage du goëmon et les équipements sont faits uniquement en bois. Le parking du Mané Guen est installé en 1985, le Mentor en 1987, la Guérite en 1988, puis Ty Guard (ou Hoche) en 1990. Enfin, en 1992, des aménagements plus importants vont concerner le parking de Sainte-Barbe. (voir plan, figure 1 de l'article " organisation de l'accueil du public : exemple de Quiberon - Plouharnel " en 3ème partie).

Si l'on compare les photographies actuelles à celles de 1984, on s'aperçoit que les résultats sont globalement satisfaisants. Il y a cependant toujours des problèmes en raison du comportement de personnes qui ne supportent aucune entrave à leur liberté lorsqu'elles arrivent sur les dunes. Sur le front de mer, la situation est satisfaisante et les rideaux de ganivelles sont progressivement remplacés par du grillage à mouton afin de ne pas bloquer le sable sur le front dunaire, à lui donner une pente plus conforme à la dynamique éolienne et de permettre au sable de venir colmater les brèches qui échancrent parfois la crête.

La gestion de ce site naturel continue à se heurter à des contraintes, juridiques, administratives et politiques. L'ambition actuelle est de remédier au morcellement des politiques d'aménagement grâce à un programme commun, dont le projet Grand Site Gâvres-Quiberon est la matérialisation.

III - Bibliographie

- Andersen BO P (1994). Le mur de l'Atlantique en Bretagne. Rennes, Ed. Ouest France, 26 pages.
- Bonnefille R. (1976). Cours d'hydraulique maritime. Masson, 159 pages.
- Dufresne C. (1997). *Le piège de Quiberon*. Historia, h.s.,n°9706 La Bretagne légendaire, p. 109-113.
- Faucherre N., Prost P., et Chazette A. (1998). *Les fortifications du littoral*. La Bretagne sud. Chauray-Niort Ed. Patrimoines & Médias, 279 pages.
- Guilcher A. (1948). Le relief de la Bretagne méridionale de la baie de Douarnenez à la Vilaine. La Roche-sur-Yon, 682 pages.
- Guilcher A. et Hallegouet B. (1991). Coastal dunes in Brittany and their management. Fort Lauderdale, USA, *Journal of coastal research*, 7, 2, p. 517-533
- Lavenot PM (1886-1889). Les îles d'Hoedic et d'Houat et la Presqu'île de Quiberon. Etude géographique et archéologique. B.S.P.M., 1, p.97 ; p.7
- Morzadec-Kerfourn M.-T. (1974). Variations de la ligne de rivage armoricaine au Quarternaire. Analyses polliniques de dépôts organiques littoraux. Rennes, Mém., S.G.M.B., 17, 208 p.
- Ouguerram A. et Visset L. (2001). Histoire de la végétation et première mise en évidence d'un milieu marin pendant l'Holocène dans la vallée de l'Erdre et le Val de Gesvres (Bassin versant de la Loire, Massif armoricain, France) ; Quarternaire, 12, 3, p.189-199.
- Pinot J.P. (1974). Le précontinent breton entre Penmarc'h, Belle-Ile et l'escarpement continental. Etude géomorphologique. Lannion, 256 pages.
- Prigent D. (1978). Contribution à l'étude la transgression flandrienne en Basse-Loire. Apport de l'archéologie. Nantes, Ass. Et. Préhist. Protohist. Pays de la Loire, 5, 177 p.
- Ters M. (1973). *Les variations du niveau marin depuis 10.000 ans, le long du littoral atlantique français.* Christchurch, NZ, 9e congrès international de l'INQUA « le Quarternaire. Géodynamique, stratigraphie et environnement », p. 114-135.

GENÈSE DES SYSTÈMES DUNAIRES DE LA FORÊT DES COMBOTS D'ANSOINE ET DE SES ABORDS

Pierre Barrère
Professeur émerite de l'Université de Bordeaux III
86, rue Emile Zola - 33400 Talence

Résumé :
Le système dunaire des Combots d'Ansoine, au nord de l'estuaire de la Gironde, résulte de plusieurs épisodes éoliens recouvrant un soubassement calcaire. Après des dégâts laguno-estuariens (graviers, argile...), un lit de sable a nappé l'ensemble. Des datations des sols podzoliques formés sur ces sables indiquent une phase de stabilisation vers le XI – XIIème siècle. Postérieurement se sont mis en place plusieurs générations de dunes. D'abord des paraboliques dans la partie la plus orientale sous des vents dominants d'ouest/nord-ouest. Puis un cordon barkanoïde plus récent contraste nettement avec le système précédent et implique l'action d'un vent efficace d'ouest/sud-ouest. Enfin, un cordon prélittoral bas récent achève la formation.

Abstract :
The Combots d'Ansoine dune system, on the northern side of the Gironde estuary, is the result of several aeolian episodes on a bed of limestone. After lagoon and estuary damage (gravel, clay, etc.) a layer of sand covered the whole. Dating of the podzolic soils formed on these sands indicated a phase of stabilization around the 11th and 12th centuries. Later, several generations of dunes were formed. First, the parabolic dunes in the easternmost part under the dominant west and north-west winds. Then, a more recent barkhanoid range contrasts clearly with the earlier system and implies the action of efficient west and south-west winds. Finally, a recent, low, pre-coastal range completes the formation.

Figure 1 : Plan de situation

A l'embouchure de la Gironde, les systèmes dunaires des Combots d'Ansoine et de la forêt de Saint-Augustin sont l'annexe méridionale de la forêt de la Coubre. Ils surplombent au nord-est les basses terres des mathes associées au large couloir de la Seudre, dont la direction générale est imposée par les ondulations qui affectent les sédiments crétacés de la Saintonge. Au sud-ouest, les formations dunaires s'articulent sur le rivage qui prolonge la rive droite de l'estuaire par les falaises de Saint-Palais, puis les longues plages sableuses de la Grande Côte et de la Palmyre.

I - Le soubassement calcaire, support neutre des dunes

Les calcaires crayeux du Campanien supérieur et du Maestrichtien sur lesquels reposent les sables dunaires sont affectés d'un léger pendage vers le sud-sud-ouest. Les calcaires lutétiens complètent au sommet la série stratigraphique de part et d'autre de Saint-Palais ; ils montrent que la surface des bas-plateaux saintongeais fut, au moins au sud, une surface d'abrasion marine. Son gauchissement lors des mouvements contemporains de l'orogénèse alpine a déterminé la disposition d'ensemble du relief. Des épandages plio-villafranchiens ont achevé le nivellement de la surface où des alluvions fluviatiles éparses alternent avec des produits d'altération du substrat calcaro-crayeux ; l'érosion quaternaire du large berceau de la Seudre par son annexe des mathes d'Arvert, a isolé le plateau de Saint-Augustin, qui domine le marais flandrien d'une vingtaine de mètres, par un versant convexo-concave fortement disséqué en **down.** Mais vers l'ouest, la surface primitive a été globalement conservée avec sa pente vers l'ouest. On retrouve des éléments épars des formations superficielles sur le plateau bordier des mathes, entre Lafond et le bourg de Saint-Augustin et autour de Charosson ; aux environs de 27 m. En plusieurs endroits le long de la route D25 de part et d'autre de Maine-Gaudin, à l'altitude de 18 m à l'est et de 11 m à l'ouest, la surface des calcaires affleurants est couverte par des sables roux continentaux, pouvant contenir de petits graviers, et réincorporant à leur base des fragments d'une rendzine ancienne.

Le vaste glacis qu'offrait le socle sédimentaire vers le sud-ouest ne présentait pas un véritable obstacle à la progression des sables éoliens venus du littoral atlantique ; mais comme il s'esquivait assez vite en profondeur il fut relayé dans son rôle de support à la fin de l'Holocène, par une **plaine de niveau de base** dont le plancher se situe vers 2 m NGF dans les marais incomplètement stabilisés **des mathes**, à 3 à 4 m au sud de Sicard, et vers 4 à 6 m en arrière de la Grande Côte et même entre les systèmes dunaires les plus récents jusqu'à 1 km du rivage actuel (lède de la Palmyre).

II - Caractères sédimentologiques des formations du Quaternaire récent

Les formations fluvio-marines révélées par sondage au-dessous de ce niveau de référence montrent bien quelles furent les variations des conditions durant la phase finale de la transgression flandrienne.

Rappel : Intérêt du forage de Jono, d'après Camille Gabet (1978)

Au plus près des dunes de Saint-Augustin, au sud-ouest des Mathes (le Bas Margueret, près de Sourdonnet), le **forage de Jono**, à partir du niveau + 3 m NGF, a atteint - 10 m. Là sur 2 m d'épaisseur se trouve une couche de gravier et de galets dans une matrice de sable grossier, comportant aussi de nombreux restes de coquillages, dont ***Cardium eduli***. La structure grossière et désordonnée évoque un « cordon de tempête ». **Une coquille a été datée de 3900 BP**.

Ce dispositif de fond de baie est surmonté par 2 m de **bri,** formation argilo-limoneuse de lagune ou de marge estuarienne, de toute façon dans une position d'abri relatif en fonction de la fermeture progressive du golfe d'Arvert, sans doute par des flèches littorales associées à l'estuaire de la Seudre. Les sables fins de couleur grise qui les surmontent jusqu'au zéro NGF sont alluvionnaires, sans traces importantes d'éolisation ; ils sont sans doute corrélés avec une phase d'érosion des sols dans le bassin-versant de la Seudre.

Par contre, les 3,30 m de sables supérieurs sont de granulométrie et de morphoscopie (nettement) éolienne, la phase dunaire déjà engagée ailleurs commençant ici quand le niveau marin est (franchement) stabilisé aux alentours du niveau zéro, les sables n'étant plus remaniés vers l'intérieur par l'effet de transgression.

La sablière de la Société Arcadias à Papericaud (commune de St Augustin) confirme dans l'ensemble les données du sondage Jono, avec des compléments intéressants. Le front d'exploitation est actuellement situé sur la ligne de crête de la corne septentrionale d'une dune parabolique, après avoir exploité au fil des

ans tout le sable de la corne méridionale et de l'amphithéâtre interne, jusqu'au niveau de la nappe phréatique. Les données au-dessous du zéro N.G.F. viennent d'un sondage communiqué par l'exploitant ; les données relatives aux formations supérieures viennent de l'observation directe des longs fronts d'exploitation que nous avons suivis à trois reprises.

II.1 - Les matériaux fluvio-marins flandriens (figure 2)

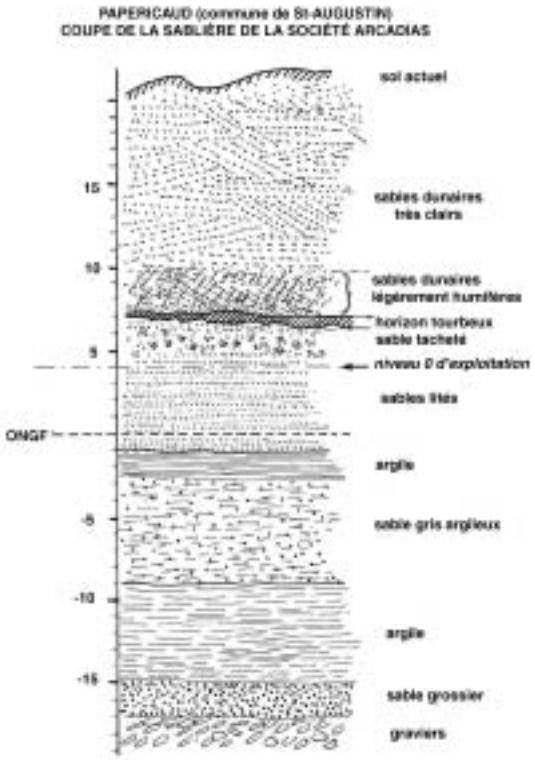


Figure 2 : Papericaud (commune de St-Augustin)
Coupe de la Sablière de la société ARCADIAS

La puissance de la formation inférieure, 17 m, est plus forte qu'aux Mathes, en accord avec une position plus occidentale. Les graviers, d'après la communication orale qui m'a été faite ont bien des caractères marins, en particulier un fort indice d'aplatissement ; la forte granulométrie des sables qui les surmontent est du type de celle des sables de bas estran. Les épaisses argiles de base (5 m) correspondant à un premier épisode laguno-estuarien, peut être du type **crassats**. Le sable gris argileux épais de 7 m confirme l'importance des apports continentaux lors d'une phase où la biomasse lagunaire devait être importante. La récurrence argileuse signale en ce lieu la persistance tardive d'un dispositif lagunaire, peut être liée à une légère poussée transgressive.

II.2 - Les sables lités inférieurs

Les sables lités, épais de près de 6 m et bien observables sur le front de taille, en particulier lors des abaissements saisonniers de la nappe phréatique, sont incontestablement éoliens par leur excellent triage et de la morphoscopie des grains (ronds - mats importants). Mais les conditions de leur mise en place sont particulières. On n'y observe pas les figures sédimentaires typiques des édifices dunaires volumineux, par exemple les stratifications entrecroisées ; on note au contraire l'extrême régularité du dispositif, chaque lit de 3 à 5 cm d'épaisseur présentant un granoclassement, fin à la base, un peu plus grossier au sommet où les minéraux lourds sont en même temps mieux représentés. On ne dispose pas d'éléments plus précis pour dire si cette disposition rythmée correspond à des variations saisonnières ou à des événements météorologiques plus brefs. Cette mise en place laminaire n'est concevable qu'en l'absence d'une végétation capable de freiner le déplacement du sable à même le sol. Pour un dispositif comparable, en ce qui concerne le « sable des Landes » du Mésolithique, on a invoqué des processus nivéo-éoliens ; on ne dispose pas ici de preuves solides d'une réminiscence froide. Il est certain par contre qu'on a disposé à ce moment-là de volumes de sables considérables à proximité du trait de côte, et qu'il y en eut suffisamment pour draper totalement le plateau calcaire d'une pellicule régulière.

II.3 - Le paléosol intermédiaire (photos 1 à 4)

Photo 1 : Les Mathes. Calcaire crayeux au pied du coteau au contact du marais *(P. Barrère)*

Photo 2 : Maine-Gaudin ; route D25. Calcaire à Orbitoïdes. Cote 18 la partie végétalisée correspond aux sables rouges à graviers *(P. Barrère)*

Photo 3 : Sables lités inférieurs et niveau phréatique *(P. Barrère)*

Photo 4 : Sables inférieurs : détail des lits à granoclassement rythmé *(P. Barrère)*

Les sables lités sont couronnés par un **paléosol** dont l'horizon le plus remarquable (A1 horizon humique) est un lit tourbeux d'épaisseur variable, de quelques centimètres à 30 cm au maximum, de couleur brun-noir. Dans ses parties les plus épaisses il inclut d'importants débris végétaux jusqu'à des fragments de bois de conifères. Sous cet horizon forestier, le sommet des sables lités est légèrement lessivé sur une vingtaine de centimètres, sans aller jusqu'à l'aspect cendreux d'un véritable horizon A2 ; mais on le distingue bien par contraste avec les sables sous-jacents, légèrement teintés d'ocre avec des ponctuations tachetées montrant le début d'une concentration des oxydes de fer (amorce d'horizon B).

Mais la diffusion des acides humiques parait très faible et la podzolisation est restée à son premier stade, très loin des alios qui en d'autres lieux moulent les dunes « anciennes » bien avérées. C'est un problème de **chronologie** : une datation au C14 indique pour la tourbe 920+/- 60 BP pour la partie inférieure de l'échantillon et 780+/- 60 BP pour la partie supérieure (analyse effectuée par BETA Analytic Inc. University de Branch. Miami U.S.A.). Ces données indiquent donc une phase de stabilisation sous couvert forestier du début du XIème siècle à la fin du XIIème siècle de l'ère chrétienne, date à laquelle commence la mise en place des formations dunaires supérieures, donc la véritable création du relief actuellement apparent.

II.4 - Les sables dunaires supérieurs (photos 5 à 8)

Les couches de sable indiscutablement éolien qui fossilisent le paléosol forestier révèlent des modifications de la dynamique de mise en place des volumes sableux. On est étonné de ne pas trouver comme en d'autres lieux (le Pilat, par exemple, en Gironde) des souches en place sur des horizons humiques : mais notre suivi du cycle n'a pas été assez long. Les amorces d'involutions des premières couches supérieures sont trop modestes pour être attribuées à une forte péjoration climatique. Mais l'existence dans les premiers mètres (vers 7-10 m NGF dans ce site) d'une ou plusieurs zones de sables gris clair légèrement humifères révèle un nouveau rapport entre le couvert végétal et l'accumulation éolienne. L'incorporation, même modérée, d'humus diffus sur plusieurs décimètres évoque une couverture herbacée supportant, en les freinant, des apports de sables notables. Dans ces conditions le volume s'accroît du fait de la végétation fixante. La masse sableuse peut cependant céder sur les points hauts qui récupèrent le plus d'énergie éolienne. C'est l'origine des ***blowouts*** (synonymes des **caoudeyres** gasconnes), à partir desquels peuvent se développer les formes paraboliques.

Photo 5 : Vue d'ensemble de la partie supérieure : paléosol basal surmonté de sables clairs à stratifications entrecroisées *(P. Barrère)*

Photo 6 : Horizon tourbeux, zone claire lessivée, zone tachetée d'ocre au sommet des sables lités inférieurs *(P. Barrère)*

Photo 7 : Echantilon de l'horizon tourbeux, riche en débris ligneux *(P. Barrère)*

Photo 8 : Base des sables dunaires supérieurs ; entrecroisements et légères ondulations d'un horizon légèrement argileux *(P. Barrère)*

Les sables jaune clair supérieurs, très frais, présentent de nombreuses stratifications entrecroisées, issues de la combinaison très mouvante entre **lamina** de déflation-transit à faible « pendage » (± 11°) du sommet de la corne et les **pentes d'équilibre** (32°) qui regardent constamment le versant externe de la corne et accessoirement le versant interne, qui s'allongent dans le sens du vent.

III - La variété morphologique des systèmes dunaires (fig. 3 et 4)

III.1 - Les formes d'accumulation régressive des dunes paraboliques

III.1.1 - Formes indécises de la première ride.

La construction des dunes paraboliques a débuté dans la suite immédiate de l'épandage des sables inférieurs. Dans la partie orientale, au sud de Lafond, les sables qui progressaient rigoureusement d'ouest en est n'ont pas débordé la bordure du plateau, mais se sont accumulés sur une forte épaisseur, comme le montrent les anciennes extractions de la Broussette. Le bourrelet sableux dans lequel ont été exploitées les diverses sablières de Lafond apparaît beaucoup plus comme la fossilisation d'une pente préexistante du soubassement que comme un talus d'envahissement totalement libre. La prédominance des stratifications horizontales dans le front d'exploitation de la sablière de Lafond confirme ce point de vue. La seule dune parabolique « indépendante » bien formée se trouve au sud du Logis, mais reste d'un commandement modeste, moins de 15 m par rapport au plateau.

La même différenciation existe à l'ouest de Cherossson, où les arcs paraboliques restent modestes, sauf à l'extrémité nord du système où la **dune de l'Observatoire** domine les hameaux du Pignou et de Papericaud d'un talus d'envahissement de plus de 30 m de commandement. Le bras méridional est très court (500 m) par rapport à la forme très allongée de la corne septentrionale, s'étirant sur plus de 1500 m à l'ouest et s'y dédoublant même en deux échines parallèles. Cette dissymétrie indique la prédominance des vents efficaces d'ouest-nord-ouest au moment de la mise en place. Elle s'accorde avec l'importance de la déflation dans l'amphithéâtre interne, excavé jusqu'à 8 m NGF, c'est-à-dire à peu près le niveau du paléosol signalé ci-dessus, qui fut le plancher de progression des grands édifices paraboliques.

III.1.2 - Les dunes paraboliques chevauchantes (photos 9 à 12)

Les premières formes de chevauchement apparaissaient déjà autour de la cuvette de Papericaud, montrant les effets de blocage dynamique dans des systèmes où le couvert végétal règle en partie les processus. Les dispositifs chevauchants à deux ou même trois éléments associés deviennent la règle dans les massifs dunaires des Pins forts, des Farges et du Golf de la Côte de Beauté, dorsale essentielle du système, où les points hauts dépassent partout 40 m.

Photo 9 : Nuancier des sables *(P. Barrère)*

Photo 10 : Ancienne sablière à l'ouest de Bourg de St Augustin. Profil pédologique à la base du versant externe de la dune parabolique de la sablière *(P. Barrère)*

Photo 11 : Dune parabolique à l'ouest de Sicard ; pente d'équilibre sur l'apex, restée proche de 60% (talus d'envahissement en bordure du marais) *(P. Barrère)*

Photo 12 : Sablière de Lafond, à l'extrémité de la dune parabolique la plus orientale des Combots. Au sommet, le sable en place est légèrement rubéfié *(P. Barrère)*

La forme la plus complète est dans le groupe des Pins forts où l'on note d'une part le **blocage frontal** de la grande dune de la Sablouse (1200 m d'ouverture à l'ouest) sur deux dunes antérieures dont elle ferme les profondes cuvettes (cote 13, creux de 25 m). Le versant interne de la crête principale est en fait la juxtaposition de creux de déflation dans la partie haute.

D'autre part, on constate vers l'ouest, dans le vaste amphithéâtre descendant jusqu'à la cote 9, le **blocage interne** d'un groupe de dunes paraboliques plus petites, qui n'ont pas pu escalader le versant concave (on pourrait parler de **formes emboîtées**).

On est donc en présence d'un système très remarquable de **construction régressive**, lié certainement à la décroissance des volumes de sable issus de la zone littorale, à la capacité du couvert végétal à freiner la progression du système et aussi, secondairement, à l'influence à distance des formes déjà établies sur l'écoulement des filets d'air.

Un dispositif comparable existe pour les dunes du Golf avec des nuances. L'apport de sable dans la dune principale qui prend des formes de plateau vers 48 m , assez rares dans les systèmes paraboliques. Les formes d'érosion éolienne sur le versant au vent deviennent alors dominantes, isolant des crêtes étroites, conduisant, dans la deuxième unité, à une véritable **dune en rateau**, montrant bien qu'en fin de phase active les talus d'envahissement ont vécu beaucoup plus de la propre substance de leur édifice que d'apports éoliens lointains.

III.2 - Les cordons dunaires très récents.

III.2.1 - Un cordon barkanoïde bien aligné (photos 13 à 16).

Etendu sur plus de 5 km du nord-ouest au sud-est, sur un tracé presque rectiligne, le cordon dunaire des Sartières et des Combots contraste totalement avec le système des dunes paraboliques par son unicité, par sa moindre altitude (20-26 m, au lieu de 35-48 m) et surtout par la rigueur de son tracé (par opposition aux dessins festonnées des dunes paraboliques).

Photo 13 : Charosson ; Les Pins Forts. Cuvette de Gravaude au sud de la cote 13, entre deux arcs paraboliques *(P. Barrère)*

Photo 14 : Sud de Sicard ; tranchée Devaux. Amphithéâtre interne de dune parabolique ; culmination sur l'apex *(P. Barrère)*

Photo 15 : Tranchée des Combots : talus recoupant la retombée du cordon barkhanoïde ; chaque ondulation correspond à une unité élémentaire *(P. Barrère)*

Photo 16 : Cordon des Sartières : talus d'équilibre de 12 m env. versant nord-est d'un élément barkhanoïde *(P. Barrère)*

Il est constitué d'unités géomorphologiques de 1er ordre juxtaposées. Chacune d'elles a 200 à 300 m de long et une largeur du même ordre. Du sommet à très faible pente, légèrement bombé, on passe progressivement à un versant en pente douce vers le sud-ouest (moyenne 25 %) formant une demie calotte. Le versant exposé au nord-est est au contraire à forte pente d'équilibre des talus d'envahissements sur 8 à 15 m de hauteur selon les cas ; son tracé est légèrement concave, esquissant des cornes plongeantes affirmant encore leur parenté avec les barkhanes des régions arides.

Mais ici les barkhanes isolées sont rares (un exemple au nord ?). La règle est la juxtaposition, comme dans les grands cordons parallèles de la côte aquitaine. Ce dispositif implique l'action **d'un vent efficace d'ouest-sud-ouest**, s'écartant donc de 30 à 40° de la direction de progression des dunes paraboliques. Il suppose aussi qu'après le déficit de sable dont ont souffert les dunes paraboliques à la fin de leur mise en place, de nouveaux volumes importants existaient sur un rivage proche dont l'orientation pourrait avoir été parallèle à celle du cordon qui se réglait nécessairement sur elle. On peut évoquer, pour ces deux nécessités, des modifications importantes survenues immédiatement à l'ouest, dans l'édification des grands édifices dunaires de la forêt de la Coubre, intervenant sur la dynamique éolienne, et les changements importants dans le tracé des rivages de part et d'autre de la Pointe de La Coubre. Il faut aussi que la végétation du plancher sur lequel s'avance le cordon entre 5 et 8 m d'altitude, soit assez faible pour permettre une libre circulation, sans quoi l'aspect barkanoïde ne peut pas se maintenir.

La durée de l'événement est difficile à apprécier. Si, sur la foi de la datation au C14, les dunes paraboliques se sont établies après le XIIème siècle (accordons leur, à titre d'hypothèse, au moins jusqu'au XIVème siècle

et XVème siècle inclus), il ne reste pour le cordon que les périodes à hivers très rudes dont 1709 marque peut être la fin. Mais à cet horizon temporel nous sommes encore loin des certitudes bioclimatiques.

III.2.2 - Les formes de transition

Dans la partie de la forêt domaniale de Saint-Augustin, qui est au contact du marais des Mathes, centre Sicard et le Jar d'Allain, un massif dunaire culminant à 32 m échappe aux descriptions et à la typologie précédentes :

- par sa direction franchement méridienne,
- par sa massivité (plus de 600 m),
- par sa combinaison équivoque avec des cornes de barkanes à l'est et au nord (Palmyre-loisirs), mais aussi avec d'indiscutables talus d'envahissement barkanoïdes (Combe de Jar d'Allain),
- par l'existence de vallons de déflation éolienne sur le versant ouest.

De toute façon, c'est un secteur singulier de dynamique éolienne, dont la mise en place principale peut être contemporaine de celle de la ride externe et qui aurait subi des remaniements au début de la phase des cordons, puisqu'il se trouvait au plus près du nouvel alignement.
Ces incertitudes attirent l'attention sur les très faibles différences dynamiques qui permettent de passer en un même lieu du type parabolique au type barkanoïde.

III.2.3 - Le cordon prélittoral,

Bien repérable par le tracé de la route D25 qui l'utilise pour éviter les terres basses et humides de la Lède (5-6 m) et du plancher flandrien (3-4 m), a la même direction soutenue que le cordon barkanoïde et donne donc confirmation de l'orientation des anciens rivages dans la période historique.
Les formes y sont peu différenciées, le sommet aplani restant entre 12 et 17 m ; la seule différence notable est entre le versant littoral relativement doux et le versant interne plus tendu, approchant, mais sur quelques mètre seulement, d'un talus d'envahissement. Il peut paraître étonnant qu'un cordon pré-littoral de genèse supposée libre ait une morphologie très proche de celle d'un cordon contraint, d'autant plus que les petites dunes paraboliques en râteau qui occupent la lède de la Palmyre montrent bien, qu'au début de la construction, la tendance était à l'étirement des formes dans le sens du vent.
L'histoire de la forestation spontanée ou dirigée pourrait dissiper les incertitudes.

Figure 3 : Schéma de relation des systèmes dunaires

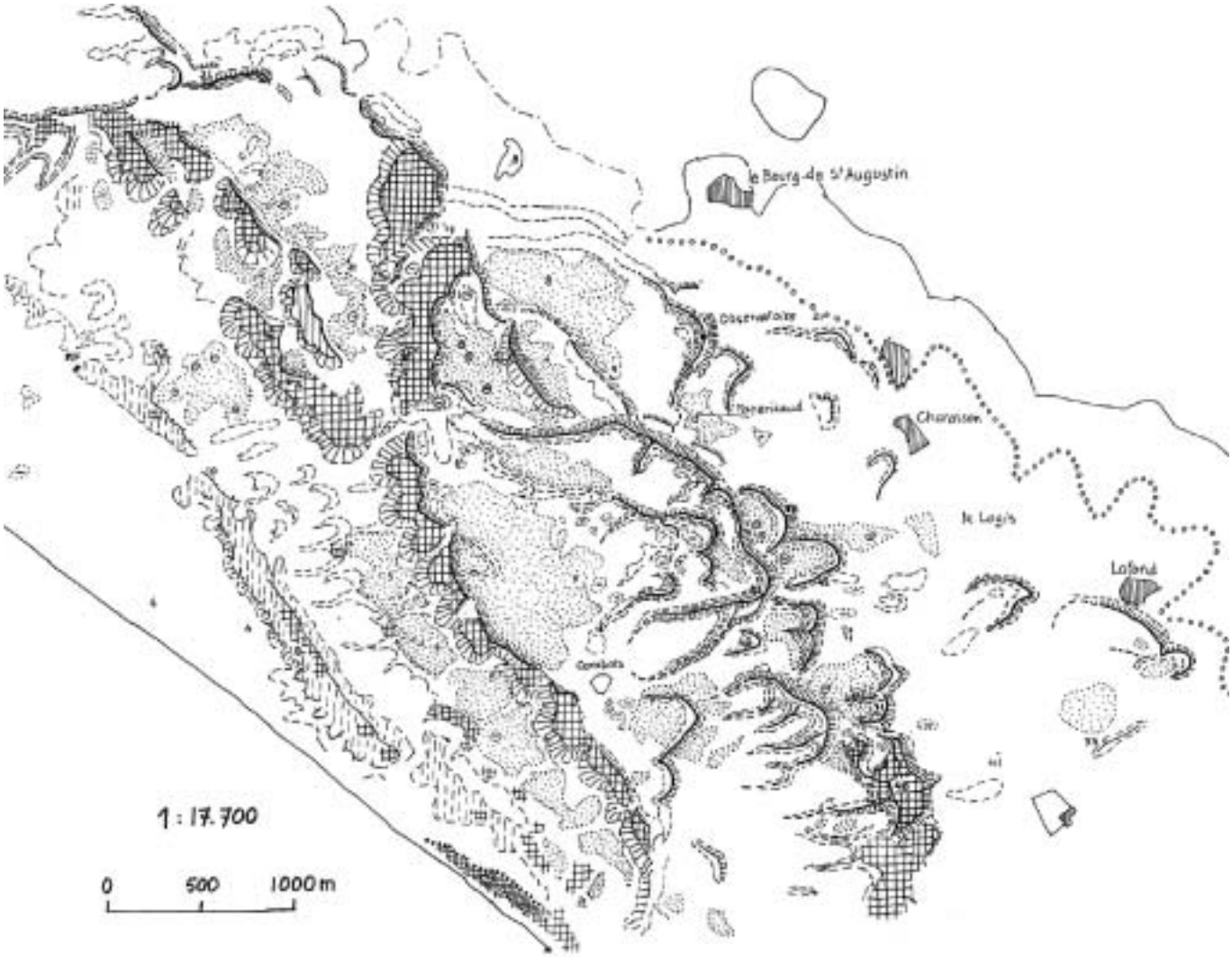
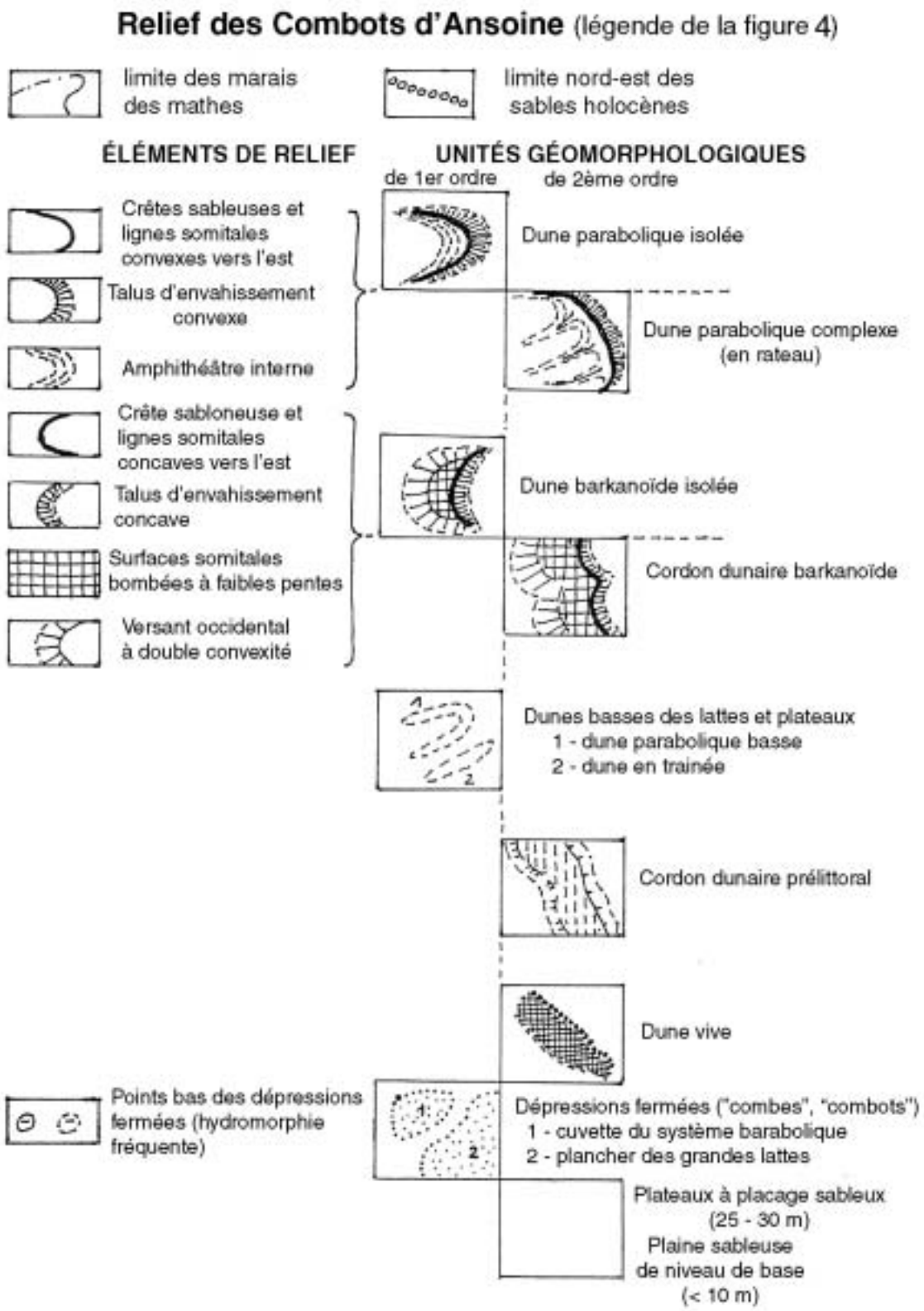


Figure 4 : Système dunaire des Combots d'Ansoine (voir légende page suivante)


Relief des Combots d'Ansoine (légende de la figure 4)
limite des marais des mathes
limite nord-est des sables holocènes
ÉLÉMENTS DE RELIEF
UNITÉS GÉOMORPHOLOGIQUES
de 1er ordre
de 2ème ordre
Crêtes sableuses et lignes somitales convexes vers l'est
Talus d'envahissement convexe
Amphithéâtre interne
Dune parabolique isolée
Dune parabolique complexe (en rateau)
Crête sabloneuse et lignes somitales concaves vers l'est
Talus d'envahissement concave
Surfaces somitales bombées à faibles pentes
Versant occidental à double convexité
Dune barkanoïde isolée
Cordon dunaire barkanoïde
Dunes basses des lattes et plateaux
1 - dune parabolique basse
2 - dune en trainée
Cordon dunaire prélittoral
Dune vive
Points bas des dépressions fermées (hydromorphie fréquente)
Dépressions fermées ("combes", "combots")
1 - cuvette du système barabolique
2 - plancher des grandes lattes
Plateaux à placage sableux (25 - 30 m)
Plaine sableuse de niveau de base (< 10 m)

PAYSAGES DES DUNES LITTORALES NON BOISÉES DE LA CÔTE ATLANTIQUE

Une conjonction de formes et de communautés végétales en constante évolution

Jean Favennec
Chargé de mission Littoral auprès de la Direction Générale de l'Office National des Forêts
16, rue Georges Mandel - BP 903 - 33061 Bordeaux cedex (France)
Tél. (33) 05.57.81.22.77 - Fax : (33) 05.56.98.41.07 - Email : jean.favennec@onf.fr

Résumé :
Les paysages dunaires résultent de facteurs naturels et anthropiques. Leur lecture (forme-végétation-dynamique) permet de guider les choix d'action, c'est aussi un outil d'évaluation de la qualité du patrimoine écologique et de suivi de son évolution.
Les avant-dunes, très liées à la plage, sont un bon indicateur des tendances évolutives du « trait de côte ».
Le « corps » de la dune littorale, fortement marqué par l'action passée de l'homme, tend à se « renaturer » sous l'effet conjoint d'agents naturels puissants (mer-vent) et de travaux de maintien plus souples.
La dune semi-fixée, transition fluctuante entre dune « blanche » et dune « grise », est un habitat à part entière qui mérite d'être identifié en tant qu'habitat prioritaire de la Directive Habitats.

Abstract :
Dune landscapes result from both natural and anthropic factors. Correct interpretation of their forms, vegetation and dynamics helps guide choices of action, aids assessment of the quality of the ecological heritage and makes monitoring its development possible.
The foredunes, closely tied to the beach, are a good indicator of the evolutive trends of the coastline.
The body of the coastal dune, deeply marked by past human action, is tending to "return to nature" under the combined effects of powerful natural forces (wind and sea) and more flexible maintenance work.
The semi-fixed dunes, the fluctuating transition between the white and grey dunes, is a habitat all on its own, one worthy of priority status under the Habitats Directive.

INTRODUCTION

La végétation est l'un des facteurs de l'édification des dunes. Associées à des formes et des processus dynamiques particuliers, les communautés végétales composent des *paysages* dont la lecture nous éclaire sur la vitalité du milieu.

La couverture végétale des dunes les plus littorale, principalement herbacée, comprend plusieurs « ceintures » parallèles au littoral. Une flore dunaire très spécialisée, et riche en endémiques, confère à ces dunes un rôle de conservatoire de paysages et d'espèces rares.

Transformées par l'homme, à des degrés divers, les dunes non boisées constituent néanmoins un écosystème semi-naturel de haute valeur patrimoniale. Avant d'envisager les pratiques de leur gestion, il faut en connaître les composantes et le fonctionnement.

1. APPROCHE GLOBALE DU PAYSAGE DUNAIRE

Le terme *paysage*, dans son sens large, recouvre ici l' « écocomplexe », mosaïque d'écosystèmes élémentaires (ou *paysages élémentaires* ou *habitats*) étroitement imbriqués et que l'on peut percevoir au premier « coup d'œil » comme une entité cohérente.

Suivant l'échelle d'observation, ce paysage global sera divisé en autant d'unités homogènes. Dans notre approche, l'unité de base (comprenant un ou plusieurs *faciès écodynamiques*) sera celle qui se distingue clairement de sa voisine par une différence conjointe de plusieurs caractères : morphologie, composition floristique et tendance dynamique.

I.1 - Dunes naturelles, dunes artificielles ?

Pour un dialogue fertile entre acteurs littoraux, il faut d'abord préciser le vocabulaire. Beaucoup de malentendus proviennent d'acceptions différentes pour de mêmes mots. C'est notamment le cas du qualificatif « naturel » qui se prête à de multiples interprétations. La majeure partie des dunes littorales européennes qui ont été « édifiées » ou transformées, domestiquées à divers degrés (notamment pour certaines dunes d'Aquitaine, de Flandres, de Hollande…), sont parfois qualifiées de dunes « artificielles ». Ainsi, le même écosystème pourra être à la fois considéré comme un milieu *artificiel* et classé habitat *naturel* d'intérêt communautaire, c'est une source de confusion. Nous proposons d'adopter des dénominations différenciées selon le degré de « naturalité » des paysages dunaires concernés :

- Dunes naturelles, pour celles qui n'ont pas été modifiées (ou bien, très peu transformées) par des interventions humaines (volontaires ou involontaires). Le cas de la célèbre dune du Pilat, au sud du bassin d'Arcachon, pourrait se rattacher à ce type. Cependant, cette très haute dune libre constitue plutôt une exception. C'est un cordon perché au sommet d'une falaise d'érosion marine qui découpe de puisssantes dunes paraboliques anciennes.

- Dunes *semi-naturelles*, pour celles qui sont marquées par diverses actions anthropiques, mais qui ont conservé les « attributs vitaux » caractéristiques des dunes, notamment un cortège végétal indigène typique, une dynamique éolienne active, des échanges entre plage et dune… En d'autres termes, celles qui ont gardé, en cas de perturbation, une capacité de retour rapide dans un bon état de conservation.

- Dunes *artificielles*, pour celles qui ont perdu durablement un ou plusieurs de leurs caractères fonctionnels principaux. Ce peut être le cas des cordons-digue établis par poussage de sédiments depuis le bas de plage, des cordons armés de béton qui jouent un rôle de digue sur la côte de Hollande, des cordons séparés de la plage par des murs. Ce sont les dunes qui n'ont plus de capacité de réversibilité vers un état semi-naturel.

Notre réflexion sera centrée sur les dunes semi-naturelles de la côte atlantique française, où ce type de dune, nettement dominant, s'étend sur au moins 400 km (dont 340 gérés par l'Office National des Forêts). La plupart des enseignements issus de ce secteur géographique sont transférables sur les côtes de la Manche, et de façon plus générale sur les côtes sableuses atlantiques (au sens large) de la façade occidentale de l'Europe.

I.2 - Une succession d'habitats en constantes transformations et interactions.

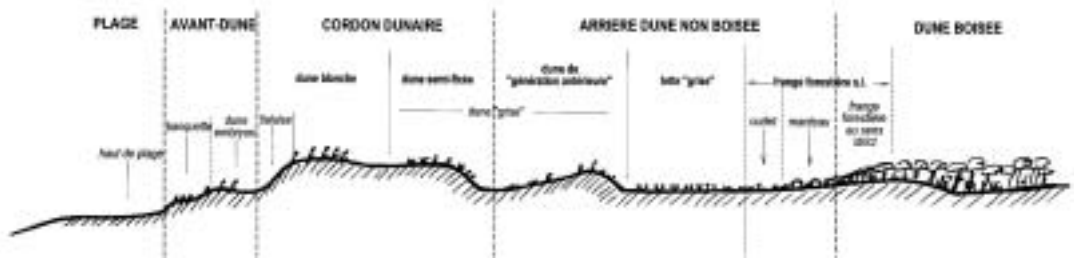


Figure 1 : Schéma général des paysages des dunes littorales atlantiques non boisées.

Ce schéma est bien sûr très simplifié. D'une part, il faudrait distinguer les différents systèmes selon leur genèse (cordon adossé, flèche sableuse à pointe libre…) et selon la nature du matériau sédimentaire dominant (teneur en calcaire, granulométrie…). D'autre part, il ne prend pas en compte les phases dynamiques qui se succèdent de façon périodique ou brutale, et qui constituent un des caractère clé de ces dunes. Il permet cependant de préciser le vocabulaire et de distinguer les unités fonctionnelles de base dont la dynamique sera détaillée par la suite.

II. Le haut de plage

Le «haut de plage » ne constitue pas une unité dunaire proprement dite, mais la nature et l'évolution de la dune sont intimement liées à celles de la plage. C'est sur le haut de plage que se manifestent les prémisses de dunes, c'est aussi là que le vent prélève la plus grande quantité du sable dunaire.
Le haut de plage peut être immergé à l'occasion des tempêtes et des fortes marées, seules des plantes annuelles adaptées à une très forte salinité peuvent s'y développer. Profitant des matières organiques des « laisses » de mer, cette flore est de caractère halo-nitrophile. Le recouvrement végétal y est très faible. Lorsqu'une « prairie » relativement continue se développe (faciès parfois dénommé *green beach* - plage verte - en Grande-Bretagne), on assiste au passage du milieu marin au milieu terrestre, les processus éoliens prennent alors le pas sur les processus marins.

La principale association phytosociologique des hauts de plage de la côte atlantique est le *Beto-Atriplicetum arenariae* (syn. *Beto-A. laciniatae*). Les espèces les plus répandues sont le Cakilier maritime (*Cakile maritima*), la Soude brûlée (*Salsola kali*) et l'Arroche des sables (*Atriplex laciniata*). A titre exceptionnel, on rencontre dans le sud landais, à Tarnos, une station à *Euphorbia peplis*, relique d'une communauté thermo-atlantique halo-nitrophile considérée comme disparue de la côte atlantique.

La végétation des hauts de plage présente rarement son plein développement, tant en raison de l'érosion marine que de la pression humaine (piétinement, nettoyages mécaniques…).

Dans la directive européenne « Habitats », les groupements à annuelles des plages de sable (code CORINE -désigné à la suite Cor…- : 16.12) ne sont pas inclus, on y trouve cependant la végétation annuelle des laisses de mer des plages à galets (Cor : 17.2), ce point de la Directive mériterait une rectification.

III - Les avant-dunes

> Un bourrelet bas en étroite relation fonctionnelle avec la plage.

Comme l'indique leur nom, les avant-dunes sont toujours en position frontale, au contact du haut de plage. Mais cette position topographique ne suffit pas à caractériser une unité dont l'analyse est précieuse pour le suivi de l'évolution littorale. C'est en effet son approche fonctionnelle qui est pertinente. Pour Paskoff (1997) : *« Le propre d'une avant-dune est de constituer une unité morphologique clairement définie par sa forme en bourrelet bien distinct, parallèle au rivage, dominant la plage d'un côté et un espace bas de l'autre. Son originalité est aussi d'appartenir à un* ***système sédimentaire*** *l'associant étroitement à la plage et à l'avant-plage par des échanges sédimentaires réciproques au gré des variations de l'énergie des vagues et de celle du vent. »*
Ce paysage est parfois qualifié de dune *primaire*, terme à éviter car source de confusion avec le vocabulaire des géologues qui nomment ainsi les dunes anciennes. La désignation de *dunes de première ligne* est aussi à éviter, car toutes les dunes *bordières* ne sont pas des *avant-dunes*. Le terme de dune *initiale* donne une bonne image des stades jeunes de l'avant-dune.

> Une construction par succession de stades dynamiques caractérisés à la fois par des communautés végétales et des formes particulières.

Sur les côtes sableuses bien alimentées en sédiments, le haut de plage se recharge en période de beau temps. Sur la partie interne de la berme, accumulation de haut de plage temporairement soustraite du battement des marées, peut s'amorcer le développement de petits éléments de prairie à Chiendent des sables - *Elymus farctus* syn. *Agropyron junceiforme* -, graminée résistant bien à la salinité et capable de freiner le sable transporté par le vent depuis la plage. Si le répit d'érosion marine est durable, ces éléments deviennent jointifs sous forme d'une *banquette* sub-horizontale souvent dénommée *banquette à Agropyron*. C'est en effet le Chiendent des sables qui domine le groupement végétal de ce premier stade (voir tableau I). Mais très rapidement, l'Agropyron est rejoint par d'autres espèces vivaces : le Liseron soldanelle - *Calystegia soldanella* -, L'Euphorbe maritime - *Euphorbia paralias* -, le Panicaut - *Eryngium maritimum* - et puis, si les apports de sables sont suffisants, par l'Oyat - *Ammophila arenaria* -, le Gourbet des

Aquitains. Moins halophile que l'Agropyron, l'Oyat ne s'installe que lorsque l'épaisseur de la banquette lui permet de se soustraire à la trop forte salinité. Tout d'abord il constitue de petites bosses allongées dans le sens du vent, ou *nebkas* (dunes « girouette » ou *shadow dunes*) qui par coalescence formeront une *dune embryonnaire*. La poursuite de la dynamique constructive peut aboutir à une *avant-dune établie*, bourrelet continu et volumineux à couverture végétale dominée par l'Oyat accompagné du Chiendent des sables et d'un cortège de psammophiles.

Tableau I – Groupe socio-écologique n° 1

(Les groupes cités dans cet article résultent de l'analyse statistique de 839 relevés réalisés par l'ONF en 1997-98 sur 100 transects répartis sur l'ensemble de la côte aquitaine. Les valeurs par espèces correspondent à leur % dans les relevés du groupe.)

	gr1	gr1.1	gr1.2	gr1.3
Nombre de relevés	**85**	**35**	**37**	**13**
dont Gironde	44	22	14	8
Landes	41	13	23	5
Nombre de transects	**62**	**29**	**36**	**13**
dont Gironde	28	17	13	8
Landes	34	12	23	5
Espèces caractéristiques				
Elymus farctus	100	100	100	100
Calystegia soldanella	84	80	97	54
Euphorbia paralias	76	74	100	15
Eryngium maritimum	62	89	54	15
Cakile maritima	26	20	22	54
Espèces différentielles				
Ammophila arenaria	48	100	16	0
Espèces complémentaires				
Otanthus maritimus	6	0	14	0
Honkenya peploides	1	0	3	0
Salsola kali	4	0	3	15
Couverture en phanérogames (%)	10 - 35	15 - 40	15 - 35	0 - 25
Couverture en mousses et lichens (%)	0	0	0	0
Faciès dominants				
Banquette	25	9	24	69
Dune embryonnaire	40	46	43	15
Falaise	20	17	27	8

Ce groupe socio-écologique peut être subdivisé en trois sous groupes liés à une décroissance progressive de la salinité : le ss-groupe 1.3 corrélé à 69% au faciès de banquette est le plus halophile et dans le ss-goupe 1.1 cohabitent l'Oyat et l'Agropyron dans des faciès plus internes.

> Désignation phytosociologique (syntaxonomie).

Les avant-dunes se raccordent principalement à l'association de l' *Euphorbio paraliae-Agropyretum juncei* des dunes embryonnaires du sud de l'Angleterre au Sud-Ouest de l'Espagne. Le stade le plus évolué de l'avant-dune (parfois dénommé *avant-dune établie*) peut aussi se rattacher à la phase jeune (à Agropyron) de l'association de *l'Euphorbio paraliae-Ammophiletum arenariae* ou du *Sileno thorei-Ammophiletum arenariae*, stade initial de la dune « blanche ».

Dans la Directive européenne « Habitats », le paysage des avant-dunes est bien identifié, il correspond à l'habitat « dunes embryonnaires atlantiques », Cor : 16.2111 et code NATURA 2000 (désigné plus loin N2000…) : 2110.

> Une relative homogénéité des avant-dunes de la côte atlantique (de la Bretagne à l'Aquitaine).

Les communautés végétales des avant-dunes, très inféodées à la salinité, présentent peu de variations locales. Cependant, dans le secteur Vendée-Bretagne, le Panicaut se raréfie et le Diotis maritime -*Othantus maritimus*-, bien représenté en Aquitaine, y est plus rare, voire absent.

> L'interprétation des formes de terrain n'est pas toujours évidente.

Des difficultés de lecture des paysages de l'avant-dune peuvent survenir par suite de « télescopages » de faciès liés à des actions anthropiques ou naturelles. C'est tout particulièrement vrai dans le cas des « cordons bordiers » du type aquitain très marqués par les modelages anthropiques. Par suite de la tendance au recul des côtes, ce cordon « contraint » se retrouve au contact de la plage, position avancée dans laquelle il masque la physionomie que présenterait une avant-dune non adossée. C'est ainsi que les avant-dunes, au lieu d'être nettement individualisées, sont souvent étroitement liées aux cordons dunaires, *superposées* à des versants externes (**photo 1**) ou bien même *plaquées* à ces versants (**photo 2**).

Photo 1 : Seignosse-le-Penon – Avant dune superposée au pied du versant externe d'un cordon d'origine calibrée *(J. Favennec)*

Photo 2 : Sud Gironde - Avant-dune plaquée sur la base d'un versant externe de cordon dunaire. La composition du tapis végétal (Agropyron) montre clairement le transfert récent de sable de plage *(J. Favennec)*

La typologie des avant-dunes est liée au fonctionnement de la plage. Elles ont un fort caractère indicateur sur les tendances évolutives des côtes meubles.

Les avant-dunes sont à la fois acteur, produit et témoin des fluctuations sédimentaires de la plage. Lors des périodes de sédimentation (budget sédimentaire positif) de nouvelles avant-dunes se développent en haut de plage, il y a progradation du rivage. En période à budget équilibré, les avant-dunes sont stables (cette notion de stabilité ne doit pas être confondue avec une fixité, en réalité il s'agit de fluctuations autour d'une position constante du trait de côte sur le moyen terme). En période à budget déficitaire, les avant-dunes sont absentes ou bien en cours de destruction par l'énergie des houles.
On peut distinguer trois grands types de situation illustrés par des ***séquences évolutives*** particulières (**figure 2**) :

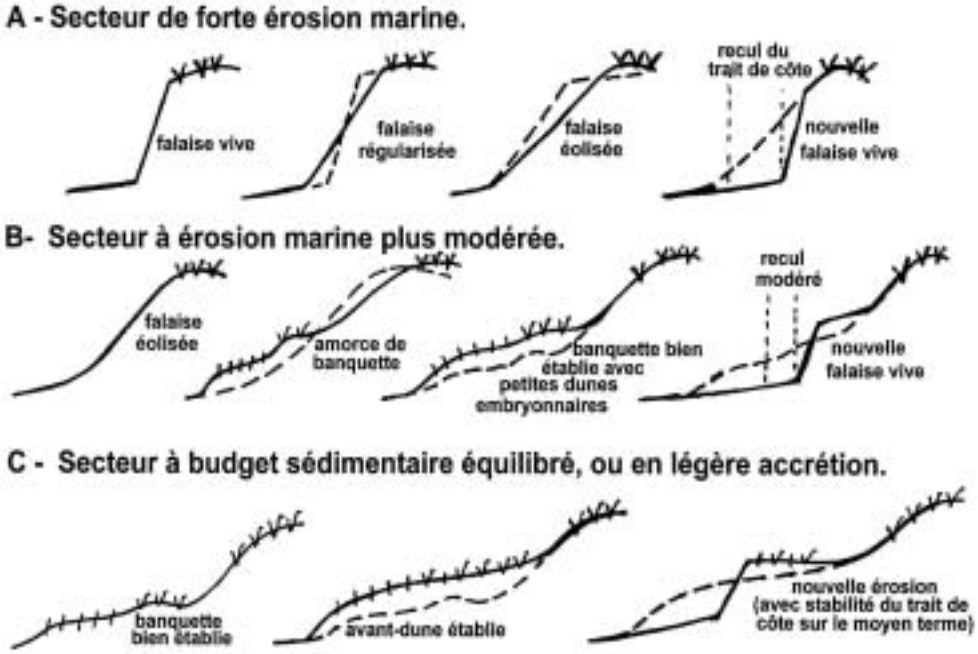


Figure 2 : Séquences évolutives des faciès de contact entre plage et dune.

A. **En secteur à érosion marine forte et continue**, les avant-dunes sont absentes et une falaise (photo 3) entaille un stockage sableux d'origine antérieure, peu ou pas alimenté par des sédiments provenant de la plage.

Photo 3 : Médoc (nord Gironde) – Sur une côte en recul continu, l'étroit cordon de dune perchée est principalement alimenté par le sable de la falaise *(J. Favennec)*

B. **En secteur à érosion marine modérée**, des avant-dunes de faible volume (photo 4) se développent pendant les phases de répit dont la durée est de l'ordre de 10 à 15 ans, elles ont un caractère précaire et n'atteignent jamais le stade d'avant-dune établie

Photo 4 : Centre Gironde – Avant-dunes de faible volume, dans ce secteur à budget sédimentaire déficitaire, elles restent précaires *(J. Favennec)*

C. **En secteur à budget sédimentaire équilibré**, ou en légère accrétion, des avant-dunes permanentes peuvent s'établir (photo 5).

Photo 5 : Centre Landes – Avant-dune volumineuse à caractère permanent dans un secteur à budget sédimentaire positif *(J. Favennec)*

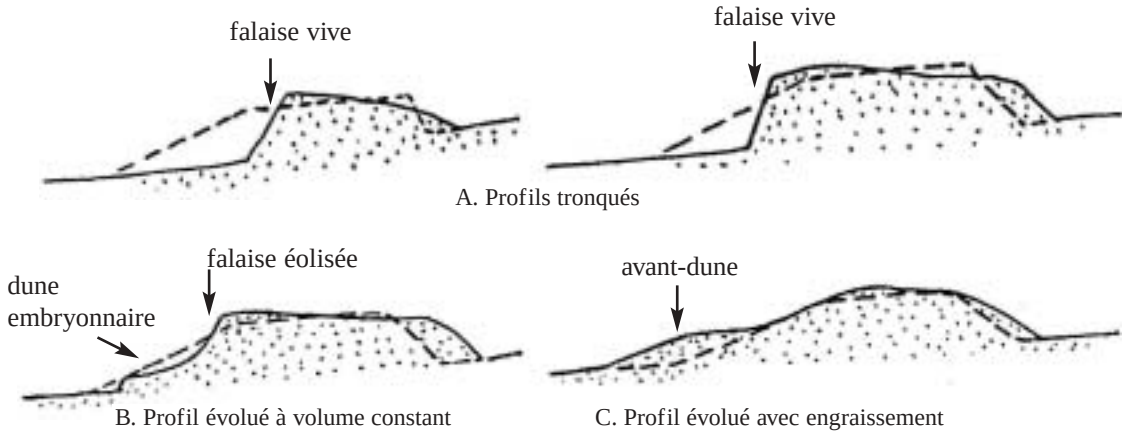
IV - Les cordons dunaires (dérivés de cordons modelés ou calibrés), caractérisation et évolution

Nous utilisons le terme de *cordon dunaire* pour qualifier un bourrelet continu et volumineux (10 à 25 m de hauteur, 100 à 200m de largeur) qui longe la côte et domine nettement les autres entités majeures du paysage côtier : la plage et les avant-dunes du côté externe, l'arrière-dune du côté interne.
Même si cette entité n'est pas nettement individualisée dans les classifications basées principalement sur la couverture végétale, nous choisissons d'adopter cette subdivision paysagère car c'est une forme majeure et fréquente, clairement identifiable sur le terrain dans plusieurs régions et dans plusieurs pays.
Les cordons dunaires se différencient des avant-dunes par leur genèse, leur forme, leur couverture végétale et leur dynamique. Ils ne sont pas en interaction directe, étroite et permanente, avec la plage. Ils sont marqués par des actions de contrôle anthropique et émanent (au moins partiellement) du remaniement d'accumulations sableuses antérieures (blocages anthropiques, avant-dunes…). Leur hauteur est surélevée par rapport au niveau qui serait atteint par des formes naturelles, en raison notamment des entretiens qui aident la végétation à retenir le sable en transit.

Cette définition a des limites. Lorsqu'un fort blocage de sable a été effectué trop près du haut de plage, ou bien dans les secteurs en recul rapide, les cordons dunaires se trouvent en position frontale et sont susceptibles d'être interprétés comme des avant-dunes. Le choix typologique doit alors dépasser le simple examen visuel et s'appuyer sur des données complémentaires de dynamique (échanges sédimentaires avec la plage ?…) et d'histoire évolutive (côte en recul ? importance des actions anthropiques ?…).

A divers degrés, la quasi-totalité des dunes côtières d'Europe est marquée par l'action de l'homme qui a cherché à se protéger des incursions sableuses (et parfois marines) en bloquant une partie du sable en transit au plus près de sa source, par divers systèmes de palissades, des couvertures et des plantations. Suivant l'intensité des travaux de maintien et suivant la nature des techniques mises en œuvre, ce cordon « contraint » peut être assimilé soit à un paysage semi-naturel, soit à un ouvrage de défense de type génie civil. La suite de l'approche concerne les cordons dunaires « sauvages » contrôlés de façon souple, selon des méthodes du type de celles qui sont mises en œuvre par l'Office National des Forêts sur la majeure partie des dunes littorales de la côte atlantique française (voir article « contrôle souple des dunes littorales non boisées… », en 2ème partie).

> Sous l'effet conjugué de la mer et du vent, les cordons anciennement calibrés évoluent vers des formes complexes dépendant du contexte écologique et morpho-sédimentaire local.
Sur le terrain on peut observer de nombreuses variantes dérivant de cordons dunaires anciennement calibrés et qui sont l'objet d'entretiens de type contrôle souple (**figure 3**) :



3.A Sur les tronçons de côte en recul relativement modéré avec alternance de phases d'érosion et de répit (fréquents dans le centre girondin), les profils sont *tronqués*, translatés vers l'intérieur et moins volumineux que les cordons calibrés d'origine.

3.B. En secteurs d'équilibre entre érosion et apports sédimentaires, les profils sont *évolués* avec conservation, voire légère augmentation, de volume. Des dunes embryonnaires de faible ampleur occupent l'avant-dune pendant les phases de répit.

3.C. Sur les tronçons à bilan sédimentaire positif, le cordon est « engraissé » sur son versant externe et précédé d'avant-dunes bien établies et durables.

Figure 3 : Cordons issus de dunes calibrées.

Sur les tronçons de côte en recul rapide et constant, le profil anthropique d'origine n'est plus visible, la mer a « cannibalisé » (métaphore souvent utilisée par R.Paskoff) l'ancien cordon. On est en présence de cordons résiduels, souvent de faible volume, limités sur leur flanc externe par une falaise marine constamment ravivée. On parlera de *cordons perchés* lorsque le sable récemment remobilisé recouvre des horizons formés antérieurement dans un contexte différent. Cette situation est fréquente sur la côte Nord girondine (Médoc) en Aquitaine (**photo 3**) et sur le littoral de la Coubre en Charente maritime.

Dans quelques situations, peu fréquentes, on a pu assister à la remobilisation généralisée de cordons anciennement calibrés.

Cette remise en mouvement génère des dunes transgressives, très peu végétalisées. Suivant le volume sableux disponible et le degré de recouvrement végétal, elles adoptent des formes de type barkanoïdes (**photo 6**), de type parabolique ou de fortes langues de sable (pourrière) (**photo 7**). Ces champs de dunes mobiles, dites parfois *secondaires*, provenant du remaniement de dunes précédemment fixées ou contrôlées, constituent un paysage spectaculaire, longtemps considéré comme catastrophique, qui aujourd'hui, en raison de sa rareté et d'une évolution des mentalités, peut être considéré comme un paysage de haute valeur esthétique, scientifique et patrimoniale. C'est ainsi que l'ONF a choisi de laisser en « dynamique libre » les cordons dunaires littoraux de la Réserve Biologique Domaniale de la Côte d'Opale (Merlimont, Pas-de-Calais).

Photo 6 : Cap-Ferret (Gironde) – 1988, avant réhabilitation. Cordon fortement transgressif (avancée de 12m/an) de type barkanoïde *(J. Favennec)*

Photo 7 : Centre Gironde - Sous l'effet d'une forte érosion marine, le cordon dunaire se remobilise fortement, des « pourrières » avancent aux dépens des arrières-dunes *(J. Favennec)*

> **Certains cordons dunaires n'ont pas pour origine principale le modelage anthropique.**

Dans un contexte de plages en « engraissement », l'enchaînement des stades dynamiques de l'avant-dune peut aboutir à la construction d'un cordon de dune blanche d'aspect proche de celui des cordons dérivant de cordons calibrés (**photo 8**).

Photo 8 : Sur le rivage en accrétion, à la Pointe Espagnole (nord des dunes domaniales de la Courbe en Charente Maritime), un cordon de dune blanche à *Ammophila arenaria* s'est formé naturellement à l'avant d'un cordon anciennement calibré qui se trouve maintenant en position d'arrière-dune semi-fixée *(J. Favennec)*

V - Les communautés végétales des cordons dunaires (mobiles et semi-fixés)

Cette approche concerne les cordons dunaires au sens large, issus de calibrage ou non. En effet, les profils calibrés gérés de façon souple laissent place à des systèmes complexes dont les formes moins contraintes sont associées à des communautés végétales dépendant plus des processus naturels que des actions anthropiques.

Suivant leur largeur et la quantité de sable en transit, les cordons dunaires présentent une série de faciès écodynamiques plus ou moins importante. Ces faciès sont en évolution constante, et parfois très rapide. Fortement réactif, ce milieu de dune « mobile » (qualificatif qu'il faut relativiser par rapport aux dunes mobiles des zones arides) est un lieu idéal d'études fondamentales sur les processus dynamiques. Sa forte résilience (prouvée lors de divers chantiers de réhabilitation) vient contrebalancer son caractère de fragilité souvent mis en exergue.

Les cordons bien alimentés en sable dans les secteurs côtiers à budget sédimentaire équilibré présentent la plus grande variété de faciès morphologiques et végétaux, parmi lesquels, dans un gradient de mobilité et de flux sédimentaire décroissant, on peut distinguer deux types dominants **(figure 4)** : dune blanche et dune semi-fixée.

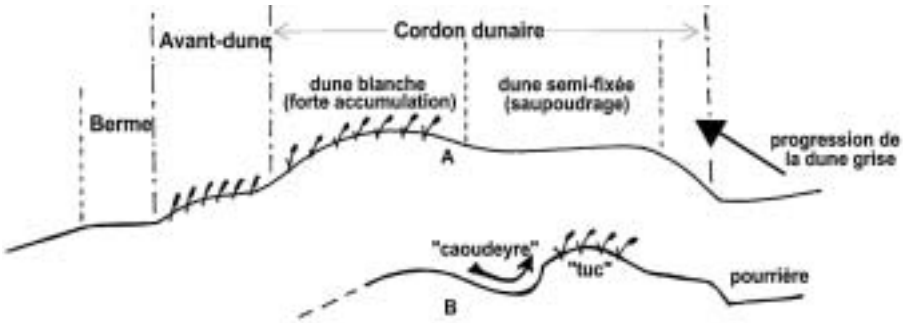


Figure 4 : Faciès écodynamiques des cordons dunaires en secteur côtier à budget sédimentaire équilibré.
A. avec tendance à la stabilisation de la partie arrière
B. avec remobilisation et tendance à la parabolisation

V.1 - La dune « blanche »

Parfois nommée dune *vive*, qualificatif qu'il vaut mieux réserver aux dunes très mobiles et à végétation absente ou très claire, la dune blanche (*yellow dune* des anglo-saxons) est peuplée d'une végétation claire caractérisée par l'omniprésence de quatre psammophiles (tableau II), avec dominance de l'Oyat qui impose sa physionomie. Les conditions écologiques sont dominées par le transit et l'accumulation sableuse, la salinité décroît nettement.

Tableau II – Groupe socio-écologique n°2

	gr2	gr2.1	gr2.2	gr2.3	gr2.4	gr2.5	gr2.6
Nombre de relevés	**272**	**46**	**20**	**34**	**68**	**66**	**38**
dont Gironde	142	43	18	18	57	4	2
Landes	130	3	2	16	11	62	36
Nombre de transects	**82**	**27**	**9**	**25**	**38**	**25**	**20**
dont Gironde	42	24	7	11	30	4	1
Landes	40	3	2	14	8	21	19
Espèces caractéristiques							
Ammophila arenaria	96	100	100	97	93	100	84
Eryngium maritimum	93	80	90	94	90	100	100
Euphorbia paralias	88	87	100	88	82	89	92
Calystegia soldanella	86	87	85	94	82	82	95
Linaria thymifolia	44	28	50	24	25	73	61
Espèces différentielles							
Galium arenarium	55	43	40	76	0	95	87
Festuca juncifolia	46	33	65	0	12	89	76
Elymus farctus	33	4	50	59	9	23	97
Silene uniflora ssp thorei	33	4	5	32	3	62	87
Hieracium eriophorum	28	0	0	6	3	71	68
Helichrysum stoechas	25	93	5	6	3	29	5
Artemisia campestris ssp maritima	12	7	95	0	4	2	16
Espèces complémentaires							
Leontodon taraxacoides	37	52	15	41	7	67	29
Ononis repens ssp maritima	22	20	10	3	0	48	45
Lotus corniculatus	18	2	15	3	4	52	18
Corynephorus canescens	13	35	15	0	4	18	5
Cakile maritima	12	9	25	21	18	2	11
Couverture en phanérogames (%)	20 - 50	25 - 45	25 - 45	25 - 40	15 - 40	25 - 45	30 - 45
Couverture en mousses et lichens (%)	0	0	0	0	0	0	0
Faciès dominants							
Dune blanche sur banc d'accrétion	5	0	45	3	4	0	0
Versant externe de dune blanche calibrée évolutive	27	13	0	24	25	32	55
Bombement sommital de dune blanche calibrée évolutive	24	17	10	12	24	44	16
Bombement frontal de dune blanche calibrée évolutive	7	4	20	12	12	0	3
Caoudeyre sur dune blanche calibrée évolutive	6	7	0	3	6	11	0

On peut distinguer plusieurs variantes locales, marquées par la présence d'Immortelle (sous-groupe 2.1 des faciès en stabilisation), riches en Armoise (ss. groupe 2.2 fréquent de part et d'autre du Bassin d'Arcachon), avec Epervière laineuse - *Hieracium eriophorum* - (ss.groupes 2.5 et 2.6 qui caractérisent une phytocénose endémique des Landes)…

Bien développées du sud des Landes à Oléron, les dunes blanches sont de moindre ampleur sur les côtes de Vendée et de Bretagne à transit sableux plus faible. Dans l'extrême sud landais, on rencontre aussi un type de cordon dunaire bas et étalé à granulométrie plus forte.

Un type particulier de dune blanche de *remobilisation* (figure 4 B) peut se développer dans les parties médiane ou arrière des cordons dunaires. Suivant l'ampleur de la forme d'érosion et son ancienneté, il en résultera un mélange variable de végétaux typiques de la dune blanche et de la dune fixée. Ces « perturbations » ne doivent pas être considérées comme une régression du milieu, mais plutôt comme un des processus de rajeunissement localisé, caractère propre aux dunes mobiles et facteur de leur diversité. C'est pourquoi nous proposons de remplacer les concepts de faciès *régressif* et *progressif* par ceux de faciès de remobilisation et de stabilisation, sans connotation en matière de santé du milieu.

Dans la nomenclature phytosociologique, la dune blanche (au sens strict, telle que définie ci avant) se rattache à deux associations de la sous-alliance de *l'Euphorbio paraliae-Ammophilenion arenariae* (ammophilaies des dunes meubles atlantiques du sud de l'Angleterre au Sud-Ouest de l'Espagne) :
- L'*Euphorbio paraliae - Ammophiletum arenariae*, ammophilaie des dunes atlantiques franco-britanniques. Une subdivision en deux « races géographiques » est proposée (Géhu et al. 1995) : une race à *Leymus arenarius* (Manche orientale), une race type (Manche occidentale) et une race à *Galium arenarium* et *Matthiola sinuata* (sud-Armoricain). Cette dernière est bien représentée en Vendée où les dunes blanches sont en général de moindre mobilité.
- Le *Sileno thorei-Ammophiletum arenariae*, association endémique d'Aquitaine et de Charente maritime longtemps considérée comme une « race » à Silène de Thore de l'association précédente. Elle comprend trois espèces endémiques, la Silène de Thore (*Silene Thorei*), la Linaire à feuilles de thym (*Linaria thymifolia*) et l'Armoise (*Artemisia campestris* ssp. *maritima*).

Dans la directive « Habitats », les dunes blanches sont incluses dans l'habitat élémentaire (N2000 : 2110 ; Cor : 16.212) des « Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* ». Leur variante atlantique correspond selon Corine biotopes (Cor 16.2121) à trois associations : L'*Elymo-Ammophiletum* (groupement nordique à Elyme des sables –*Leymus arenarius*-, en France, à partir de la Manche, côte ouest du Cotentin), l'*Euphorbio-Ammophiletum* (groupement centre atlantique, voir ci dessus, Corine ne distingue pas le *Sileno-Ammophiletum*) et l'*Otantho-Ammophiletum* (groupement de la zone méditerranéo-atlantique de la Galice au Nord-Ouest marocain ; cette forme trouve son plein développement sur la côte portugaise).

V.2 - La dune semi-fixée (ou dune de transition).

La partie centrale et/ou sommitale des cordons dunaires, à l'abri de la zone d'accumulation de dune blanche, est caractérisée par un transit sableux faible et une amorce de stabilisation. La proportion de psammophiles diminue. Elles s'associent à des espèces de dune fixée (Immortelle, Canche blanchâtre…) et à des espèces qui affectionnent les épandages sableux modérés (Fétuque et Gaillet, souvent conjoints).

Ce groupe (voir tableau III) présente aussi plusieurs variantes locales, faciès à Armoise (ss.groupe 3.3), faciès « dégradé » riche en Carex et en rudérales (ss. groupe 3.4), « plateaux » des cordons landais à *Hieracium eriophorum* (ss. groupes 3.5 et 3.6)…

Dans la nomenclature phytosociologique, la dune semi-fixée correspond aux festuçaies (caractérisées par une dominance de Fétuque - *Festuca juncifolia* - et de Gaillet des sables - *Galium arenarium* -) de la sous-alliance de *l'Euphorbio paraliae-Festucenion arenariae* subdivisée en deux associations :

- Le *Festuco juncifoliae-Galietum arenarii* sur le littoral Sud armoricain et Centre ouest ; il se distingue notamment par la présence de la Luzerne marine (*Medicago marina*) d'affinité psammophile et thermophile.

- Le *Galio arenarii-Hieracietum eriophori*, vicariante aquitaine (au sud du Bassin d'Arcachon) qui se différencie notamment par la présence de l'endémique *Hieracium eriophorum* et l'abondance d'une autre endémique (à aire plus large), l'Astragale de Bayonne (*Astragalus baionensis*).

Dans la directive européenne « Habitats », la dune semi-fixée est rattachée à l'alliance de l'*Ammophilion arenariae* (Cor 16.2121 dunes blanches de l'Atlantique, code N2000 : 2120). Ce rattachement n'en fait pas un habitat prioritaire. Cependant, une association comme le *Galio arenarii-Hieracietum eriophori*, très rare au niveau européen, revêt une importance patrimoniale majeure, elle mériterait de figurer au titre des habitats prioritaires.

Cet exemple montre que la simple division dune blanche/dune grise est trop rigide et réductrice. Les divers habitats et leurs variantes sont étroitement imbriquées et en matière de choix de gestion, on devra raisonner sur des mosaïques d'habitats plutôt que sur des habitats élémentaires dont la cartographie fine des limites fluctuantes est aléatoire.

Tableau III – Groupe socio-écologiques n°3

	gr3	gr3.1	gr3.2	gr3.3	gr3.4	gr3.5	gr3.6	gr3.7	gr3.8
Nombre de relevés	**162**	**25**	**21**	**14**	**25**	**27**	**16**	**18**	**16**
dont Gironde	76	15	20	14	15	0	0	6	6
Landes	86	10	1	0	10	27	16	12	10
Nombre de transects	**62**	**13**	**13**	**6**	**18**	**12**	**8**	**13**	**8**
dont Gironde	32	8	12	6	12	0	0	5	4
Landes	30	5	1	0	6	12	8	8	4
Espèces caractéristiques									
Ammophila arenaria	93	96	86	93	92	93	100	94	94
Helichrysum stoechas	79	96	100	93	48	78	100	39	88
Corynephorus canescens	78	88	90	100	16	100	88	61	100
Eryngium maritimum	67	40	48	57	64	93	75	83	75
Calystegia soldanella	65	76	52	64	52	59	44	100	75
Euphorbia paralias	63	32	48	36	84	74	75	89	63
Leontodon taraxacoides	63	56	33	36	48	96	81	50	100
Espèces différentielles									
Galium arenarium	60	88	33	14	4	96	100	78	63
Festuca juncifolia	52	56	10	43	12	100	94	72	31
Lotus corniculatus	40	84	5	29	8	74	38	50	6
Jasione crispa ssp maritima	36	40	14	64	12	67	25	11	63
Ononis repens ssp maritima	35	32	38	21	16	56	75	33	0
Silene portensis	31	16	0	29	0	74	25	17	94
Hieracium eriophorum	20	24	0	0	4	59	94	44	6
Linaria thymifolia	28	12	10	29	32	33	0	33	88
Artemisia campestris ssp maritima	17	8	10	100	32	0	0	6	6
Astragalus baionensis	10	0	0	0	0	4	81	11	6
Euphorbia polygonifolia	8	0	5	0	12	7	0	0	44
Espèces complémentaires									
Carex arenaria	20	4	14	0	52	4	44	22	19
Hypochoeris radicata	15	12	0	7	8	7	25	50	25
Conyza canadensis	12	16	0	0	20	4	6	33	19
Silene uniflora ssp thorei	10	8	0	0	8	11	13	39	6
Rumex acetosella	10	8	10	0	0	11	6	17	31
Polygonum maritimum	9	0	0	0	16	0	6	17	44
Couverture en phanérogames (%)	25 - 50	30 - 50	25 - 45	25 - 40	20 - 60	25 - 50	30 - 50	40 - 70	25
Couverture en mousses et lichens (%)	0 - 05	0 - 10	0 - 10	0	0	0 - 05	0	0	0
Faciès dominants									
Cordon de dune blanche calibrée évolutive	34	12	5	21	36	33	44	78	56
Cordon de dune semi-fixée calibrée évolutive	46	72	71	57	12	59	44	11	31

V.3 – dunes grises de la partie interne des cordons dunaires.

Certains cordons dunaires peuvent aussi, à l'arrière de rivages en progression, être colonisés par un tapis végétal assimilable à de la dune grise, ce type sera détaillé à la suite avec les paysages de l'arrière-dune.

VI - LES ARRIÈRE-DUNES

Ce terme, volontairement général, englobe une unité paysagère souvent complexe. Elle comprend la plupart des dunes *fixées* (dunes boisées exclues) souvent dénommées dunes *grises*. Ce qualificatif est souvent trop inféodé à la seule couverture végétale. Par dune grise, on peut désigner un paysage de dune fixée, ou bien seulement une végétation de dune grise.

Les arrière-dunes se différencient du cordon dunaire par des formes peu influencées par les modelages anthropiques, par une altitude plus faible, par une position plus abritée, par une dominance très nette des faciès stabilisés, par une amorce de pédogénèse… Cependant, leur dynamique est très influencée par la façon dont est géré le cordon dunaire qui les précède.

L'extension des arrière-dunes a été notablement réduite par les grands boisements du XIXème siècle. Pris en tenaille entre la dune mobile et la dune boisée, les arrière-dunes présentent rarement leur potentiel paysager optimal.

La prise en compte équilibrée des caractères morphologiques, botaniques et dynamiques nécessite une subdivision de cette unité en habitats homogènes (**figure 5**).

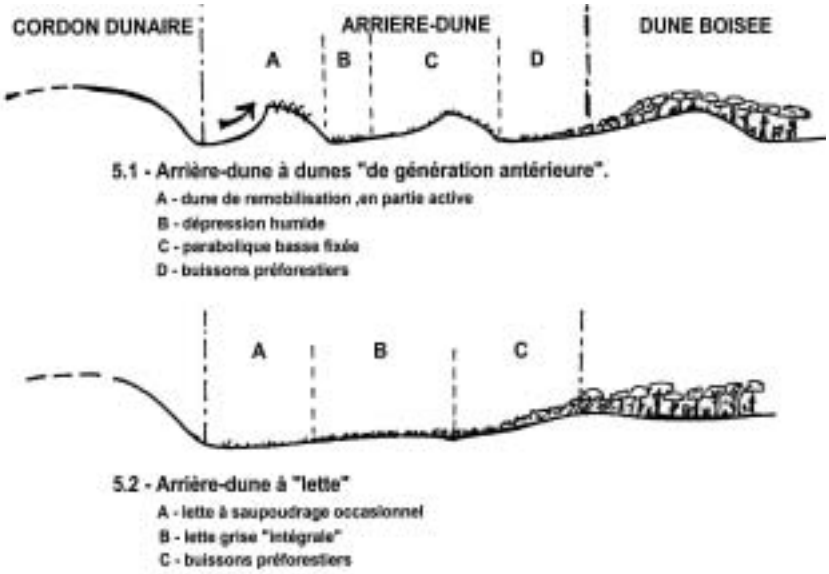


Figure 5 : Schéma d'organisation du paysage des arrière-dunes atlantiques.

VI.1 – Les dunes grises de « génération antérieure ».

Ces systèmes de dunes basses que l'on rencontre à l'arrière du cordon sont des témoins du paysage antérieur au boisement des dunes internes et au modelage du cordon littoral. Elles sont parfois nommées dunes sub-actuelles ou dunes *de génération antérieure au profilage* (Barrère 1980). Leur forme dominante est de type parabolique, souvent sous forme de paraboles groupées *en rateau*, parfois combinées avec des dunes *en tas* ou en « dos de baleine » allongées dans le sens des vents dominants (voir photo 7 de l'article « contrôle souple…" en 2ème partie). Cette morphologie nous aide à reconstituer le fonctionnement des dunes littorales avant les travaux de contrôle. Le schéma simpliste - parfois exposé sur des panneaux grand public - de l'absence totale d'avant-dune et de la création *ex-nihilo* d'un cordon protecteur est à écarter. Les dunes de génération antérieure résultent du remaniement d'anciennes avant-dunes.
Certaines de ces dunes de génération antérieure ont connu des phases récentes de mobilité, notamment entre les deux guerres du XXème siècle, période de relâchement des entretiens au cours de laquelle le cordon calibré fut disséqué par des excavations ou « caoudeyres », amorce d'autant de paraboliques qui ont transgressé l'arrière dune, chevauchant et recouvrant parfois totalement les formes antérieures.

VI.2 – les « lettes » grises.

Ce type d'arrière-dune, dénommé par le terme gascon de *lette*, mérite d'être identifié. C'est une dépression subhorizontale située entre des bombements dunaires (**photo 9**). La lette de l'arrière dune traitée ici est la plus externe, elle est parfois nommée lette externe. Selon Barrère (1989), c'est le souvenir direct de la plate-forme de sable des Landes sur laquelle ont transité les diverses générations de dunes. Son relief déprimé pourrait amener à penser que les fonds humides y abondent, ce n'est pas le cas, les lettes sèches sont nettement dominantes.

Les lettes sont souvent allongées en couloir parallèle à la côte, elles peuvent être divisées en une bordure externe occasionnellement saupoudrée de sable et une partie interne totalement fixée ou abondent mousses et lichens.

Photo 9 : Gironde – “Lette grise” à l’arrière d’un cordon d’origine calibrée *(J. Favennec)*

VI.3 – La végétation des dunes grises et lettes grises en conditions sèches

Lorsqu’il ne se rapporte pas à un contexte dynamique particulier, le terme « dune grise » concerne le tapis végétal qui recouvre les dunes fixées, quelle que soit leur morphologie.

La composition floristique des dunes grises connaît de fortes variations régionales. La salinité et le transit sableux ne sont plus les facteurs limitants, ce sont les facteurs climatiques et pédologiques locaux qui prennent le dessus.

La croissance en hauteur des végétaux est cependant très limitée, par le vent, la brûlure des embruns lors des tempêtes, mais aussi par la sécheresse et la pauvreté du sol.

En Aquitaine les pelouses de dune grise sont dominées par le « couple » Immortelle (*Helichrysum stoechas*) et Canche blanchâtre (*Corynephorus canescens*) associé à une proportion variable de mousses et de lichens (**tableau IV**).

Tableau IV – Groupe socio-écologique n° 4

	gr4	gr4.1	gr4.2	gr4.3	gr4.4	gr4.5
Nombre de relevés	**104**	**29**	**17**	**25**	**21**	**12**
dont Gironde	72	26	17	24	1	4
Landes	32	3	0	1	20	8
Nombre de transects	**48**	**20**	**5**	**14**	**13**	**12**
dont Gironde	29	17	5	13	1	4
Landes	19	3	0	1	12	8
Espèces caractéristiques						
Helichrysum stoechas	95	100	88	100	86	100
Corynephorus canescens	93	100	100	80	95	92
Espèces différentielles						
Jasione crispa ssp maritima	63	66	71	32	95	58
Ammophila arenaria	58	72	82	20	48	83
Carex arenaria	53	3	12	92	81	100
Pinus pinaster	28	41	59	4	19	17
Herniaria glabra et/ou ciliolata	25	7	6	4	62	75
Silene portensis	23	21	12	0	67	17
Rumex acetosella	23	3	18	12	62	33
Artemisia campestris ssp maritima	19	0	100	12	0	0
Ononis repens ssp maritima	13	10	24	0	0	50
Tuberaria guttata	12	7	0	8	33	8
Espèces complémentaires						
Leontodon taraxacoides	32	24	18	32	33	67
Lotus corniculatus	30	34	29	28	33	17
Galium arenarium	27	31	12	0	33	83
Festuca juncifolia	14	7	18	0	14	58
Hypochoeris radicata	14	10	18	4	19	33
Calystegia soldanella	10	17	6	8	10	0
Vulpia fasciculata	10	10	0	12	5	25
Eryngium maritimum	9	3	0	8	5	42
Festuca vasconcensis	9	0	0	0	38	8
Hieracium eriophorum	9	0	0	0	29	25
Thymus serpyllum ssp praecox	7	0	0	0	24	17
Couverture en phanérogames (%)	25 - 50	30 - 50	30 - 45	25 - 45	25 - 50	40 - 55
Couverture en mousses et lichens (%)	0 - 40	0 - 20	0 - 30	5 - 55	5 - 50	0 - 50
Faciès dominants						
Cordon de dune semi-fixée calibrée évolutive	28	52	53	4	5	25
Arrière-dune de "génération antérieure"	44	45	35	76	24	25
Arrière-dune de remaniement	3	0	0	0	14	0
Lette grise	18	3	0	8	57	33

Dans cet ensemble régional, on peut aussi distinguer des variantes locales : forte proportion d'Armoise (ss. groupe 4.2, de part et d'autre du Bassin d'Arcachon), abondance de Carex (ss. groupe 4.3, nettement girondin), abondance de la Silene de Porto et présence de la Fétuque basque (ss.groupe 4.4 des lettes landaises)…

Particularité des communautés à Armoise. De part et d'autre du Bassin d'Arcachon, ainsi que dans les zones Nord et Sud des dunes littorales d'Aquitaine, les groupements végétaux sont marqués par une forte proportion, ou une dominance, de l'Armoise (*Artemisia campestris ssp.maritima*), le plus souvent dans des faciès semi-fixés, mais aussi en dune mobile et en dune fixée. Ce caractère de la végétation est souvent difficile à mettre en parallèle avec la syntaxonomie phytosociologique. L'écologie des groupements à Armoise mérite d'être précisée, en effet cette communauté possède un fort caractère indicateur.

Entre le Nord Médoc et l'île d'Oléron s'effectue une transition entre les dunes de type centraquitain sur sable siliceux et les dunes de type vendéen sur sable plus ou moins calcarifère. Dans le nord girondin apparaissent l'Ephédre ou « raisin de mer » (*Ephedra distachya*), l'Euphorbe de Portland (*Euphorbia portlandica*), et le Garou (*Daphne gnidium*), qui abonderont dans les dunes grises de Charente-Maritime et de Vendée.

Dans le centre Ouest, en conditions de plus grand déficit hydrique estival, la végétation des dunes grises est dominée par un peuplement à Ephèdre et Armoise. L'Immortelle est toujours présente, mais nettement moins abondante.

Dans les dunes fixées du sud Bretagne, le tapis de Chamaephytes est composé d'un mélange équilibré d'Ephèdre et de Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*).

Un rôle majeur des mousses et lichens. Insuffisamment pris en compte dans les analyses phytosociologiques, les mousses et lichens sont cependant une composante forte des paysages dunaires. C'est la strate bryo-lichénique qui est en grande partie à l'origine de la couleur grise et parfois des « dunes noires » à Tortula (*Tortula ruraliformis*), mousse particulièrement développée dans les dunes flamandes et picardes du nord de la France.

Position phytosociologique des dunes grises.

Les dunes grises sèches du littoral atlantique français sont rattachées à l'alliance de *l'Euphorbio portlandicae-Helichrysion stoechadis* (végétation partiellement chamaephytique des arrière-dunes thermo-atlantiques riches en bryophytes, lichens et thérophytes divers). En France, l'alliance est subdivisée en cinq associations synendémiques :

- Le *Thymo drucei-Helichrysetum stoechadis* (arrière-dunes ouest armoricaines),
- Le *Roso spinosissimae-Ephedretum distachyae* (arrière-dunes sud armoricaines),
- L'*Artemisio lloydii-Ephedretum distachyae* (arrière-dunes de Vendée et de Charente),
- Le *Sileno portensis-Helichrysetum stoechadis* (arrière-dunes de Gironde et des Landes),
- L'*Alysso loiseleuri-Helichrysetum stoechadis* (arrière-dunes franco-basques, association endémique présente dans quelques stations réduites du sud aquitain, de part et d'autre de l'embouchure de l'Adour).

Au niveau de la Directive « Habitats », les « dunes fixées à végétation herbacée (dunes grises) » sont identifiées comme **habitat prioritaire** et codifiées Cor : 16.221 à 16.227 et N2000 : 2130. Les dunes grises des côtes thermo-atlantiques se rattachent aux « dunes grises de la Biscaye » (N2000 : 2132 et Cor : 16.222, alliance de l'*Euphorbio-Helichrision*, subdivisé en Cor : 16.2221, dunes grises calcicoles à *Ephedra distachya* et Cor : 16.2222, dunes grises acidifiées de Gascogne).
Les « communautés herbacées annuelles » (N2000 : 2137 et Cor : 16.227, groupement dunaire à plantes annuelles pionnières des sols pauvres) sont aussi un **habitat prioritaire** inclus dans l'ensemble précédent.
Sur la marge interne des dunes grises du Sud Ouest, on rencontre une formation de dune *brune* à Bruyère cendrée (*Erica cinerea*) et Fétuque basque (*Festuca vasconcensis*) rattachée aux « dunes fixées décalcifiées eu-atlantiques (*Calluno-Ulicetae*) » classé **habitat prioritaire** (Cor : 16.24 et N2000 : 2150).
Suivant son extension relative, ce faciès (Cor 16.244, dunes françaises à Erica cinerea du Festuco vasconcensis-Ericetum cinereae) peut être regroupé avec les dunes grises, telles que définies ci dessus, ou bien rattaché au manteau des buissons préforestiers.

VI.4 – Les dépressions humides de l'arrière-dune

Des dépressions humides occupent les parties basses de certaines lettes et l'intérieur de certaines dunes paraboliques. Ce faciès particulier, lié à la proximité de la nappe phréatique revêt une grande importance en matière de diversité biologique des arrière-dunes. Quand leur dimension le permet, il est bon de les identifier au sein des dunes « grises ». Leur rareté justifie des mesures particulières de préservation, ou de restauration.

VI.5 – Les buissons préforestiers

Dans le cas de l'écosystème optimal, le passage de la dune grise (à végétation rase) à la dune boisée (très souvent par intervention anthropique) s'effectue par une série de liserés végétaux (ceintures végétales) de hauteur et de proportion en espèces ligneuses croissantes. On distingue en général un *ourlet* à grandes herbes et petits buissons qui précède la lisière proprement dite et un *manteau* arbustif étroitement imbriqué à la lisière sous forme d'un *bouclier* anémomorphosé… Ce paysage se présente d'abord en buissons isolés, puis en nappe continue, alors le relief n'est plus directement perceptible, et c'est la strate arbustive qui imprime son caractère au paysage.
On peut distinguer deux grands types de buissons préforestiers et de lisière :

- au sud du Bassin d'Arcachon la pinède à Chêne-liège (*Quercus suber*) avec ourlet à Ciste à feuille de sauge (*Cistus salvifolius*), Bruyère à balais (*Erica scoparia*)… se développe sur des sables siliceux,
- au nord du Bassin d'Arcachon, la pinède à Chêne vert (*Quercus ilex*) avec, à partir du nord Médoc,

un ourlet à Garou (*Daphne gnidium*), Troène (*Ligustrum vulgare*)… résulte de terrains à caractère neutrophile ou calcarifère et d'un climat plus sec.

VII - Conclusion

L'analyse des paysages de dunes littorales doit associer les approches socio-écologique et géomorphologique, sans oublier les données historiques qui constituent aussi un facteur explicatif des paysages « naturels » observés.

Certains éléments de ces paysages, parfois considérés comme des stades transitoires ou comme des superpositions occasionnelles de communautés reconnues dans la nomenclature phytosociologique, sont en réalité des faciès permanents constitutifs à part entière des paysages dunaires, c'est particulièrement le cas des dunes semi-fixées.

L'évaluation patrimoniale des dunes littorales doit s'appuyer sur la diversité biologique (végétale et animale) et géomorphologique, mais aussi sur la capacité de cette mosaïque paysagère de constamment s'adapter aux événements climatiques. Les faciès de remobilisation ne doivent pas, a priori, être considérés comme des régressions et la recherche systématique de stabilisation des dunes littorales ne peut être considérée comme un choix optimal de gestion patrimoniale.

VIII - Bibliographie

- Barrère P. (1980). Rapport préliminaire en vue de l'étude suivie du cordon dunaire du littoral aquitain ; étude pour l'Office national des Forêts Bordeaux.
- Office national des Forêts et Université de Bordeaux III (1989). *Memento technique des dunes littoral aquitain*, 10 fiches et un livret sur la végétation.
- Barrère P. (1989). *Memento technique des dunes littoral aquitain*, fiches écodynamiques ; étude pour l'Office national des Forêts Bordeaux.
- Gehu J.M. (1993). Schéma synsystématique et typologie des milieux littoraux français atlantiques et méditerranéens ; Colloque phyotosicologiques XXII Bailleul 1993, pages184 à 212.
- Commission Européenne (1997). *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne* ; version Eur 15 : Bruxelles DG XI ; 109 pages.
- Gehu J.M. (1997). Phytodiversité et intérêt patrimonial de la végétation des dunes littorales françaises ; *Biodiversité et protection dunaire* ; Actes du séminaire de Bordeaux ; Lavoisier Tec et Doc ; pages 158 à 164.
- Favennec J., coordinateur Barrère P. direction scientifique (1997). *Biodiversité et protection dunaire* ; Actes du séminaire de Bordeaux ; Lavoisier Tec et Doc ; 311 pages.
- Paskoff R. (1997). Typologie géomorphologique des milieux dunaires européens ; *Biodiversité et protection dunaire* ; Actes du séminaire de Bordeaux ; Lavoisier Tec et Doc ; pages 198 à 219.
- Rameau J.C. (1997). *Corine biotopes* ; Version originale des types d'habitats française ; ENGREF Nancy ; 217 pages.
- Duffaud M.H. (1998). Végétation des dunes littorales atlantiques de l'Adour à Noirmoutier ; *Revue Forestière Française* ; pages 328 à 348.
- Favennec J. et coll (1998). *Guide de la flore des dunes littorales non boisées* ; Editions Sud-Ouest ; 167 pages.
- Favennec J. (1998). Gestion patrimoniale et suivi d'un écosystème dunaire côtier : exemple de l'Aquitaine (France) ; *Dunas da Zona Costeira de Portugal* ; Actes du colloque Eurocoast Portugal (Leiria - juin 1997) ; p. 169 à 193.
- Favennec J. et coll (1999). *Les paysages et communautés végétales des dunes littorales non boisées d'Aquitaine*. Premiers résultats d'un suivi mis en place par la Direction Régionale ONF de Bordeaux ; O.N.F. document interne, 122 pages.
- Favennec J. (2000). The Office National des Forêts actively involved in managing and protecting the french coast; *Coastline*; Revue de l'EUCC 2000 n° 2; livret central de 12 pages.

LES CARTES ÉCODYNAMIQUES

Marie-Claire Prat
Université de Bordeaux III - Institut de géographie, Laboratoire de géographie physique appliquée
Esplanade des Antilles – 33600 Pessac
Tél. 05.56.84.50.50 - Fax : 05.56.84.68.39 - Email : marie-claire.prat@montaigne.u-bordeaux.fr

Pierre Barrère
Professeur émerite de l'Université de Bordeaux III
86, rue Emile Zola - 33400 Talence

Résumé :
Depuis quelques années, la réalisation d'une cartographie écodynamique traduit les recherches menées en Aquitaine dans les domaines de l'analyse et de la gestion des milieux littoraux. Associant cartographie géomorphologique et cartographie de la végétation, elle permet de visualiser la situation dynamique, à un moment donné, des milieux dunaires situés en arrière de plages soumises à une fréquentation croissante, dans un contexte de recul du trait de côte pour la majorité d'entre elles. Outil de diagnostic, les cartes écodynamiques permettent de poser les problèmes de gestion, de fonder les plans d'actions et d'assurer un suivi grâce à la répétition de la cartographie à intervalles réguliers (tous les 5 ans).

Abstract :
Over the last few years, the results of the research into coastal environment analysis and management in Aquitaine have been used to create ecodynamic maps. Combining geomorphological cartography and vegetation mapping, this system provides a view of the dynamic situation at a given moment of the dune environments located behind beaches subject to increasing anthropic pressure, most of which are also affected by coastal retreat. As a diagnostic tool, the ecodynamic maps provide a clear statement of a problem and help action plans. Revised on a regular five-yearly basis, the maps also provide effective monitoring.

INTRODUCTION

Le concept de carte écodynamique a d'abord été employé par J. Tricart dans les années 70. Dans des conditions différentes, il peut être utilisé pour les milieux littoraux. Un nouveau type de carte, élaboré d'abord pour le littoral sud-ouest de la France, synthétise les données concernant le domaine littoral par combinaison de l'analyse géomorphologique (formes de plage et modelé dunaire) et de l'analyse biogéographique (groupements végétaux). Les documents ainsi construits constituent des instruments précieux d'analyse du milieu littoral (biotope et phytocénose) et servent ensuite de base à la réflexion sur la gestion de ces territoires d'interface mer-terre-atmosphère, milieux fragiles où la pression anthropique s'est fortement accrue depuis un demi-siècle.

I - LA CARTOGRAPHIE DES PLAGES ET MILIEUX DUNAIRES

I.1 -La méthodologie

Chaque carte associe la représentation symbolisée des formes du relief, étudiées en stéréoscopie à partir de photographies aériennes à grande échelle (1 :5000 ou 1 : 8000), et les différents types de groupements végétaux. La présentation peut intégrer plusieurs plans superposés : un transparent où sont figurées au trait noir les formes dunaires et un fond couleur traduisant les caractères de la couverture végétale (**fig. 1 La Cantine Nord**). Mais les deux cartes peuvent être fondues en une seule en noir et blanc (**fig. 2 Cap Ferret**) où la géomorphologie figure en traits noirs et où les différents types de groupements végétaux sont représentés également en noir, sous forme de symboles : grisés d'intensité différente, semis de points ou de tiretés de taille différente.

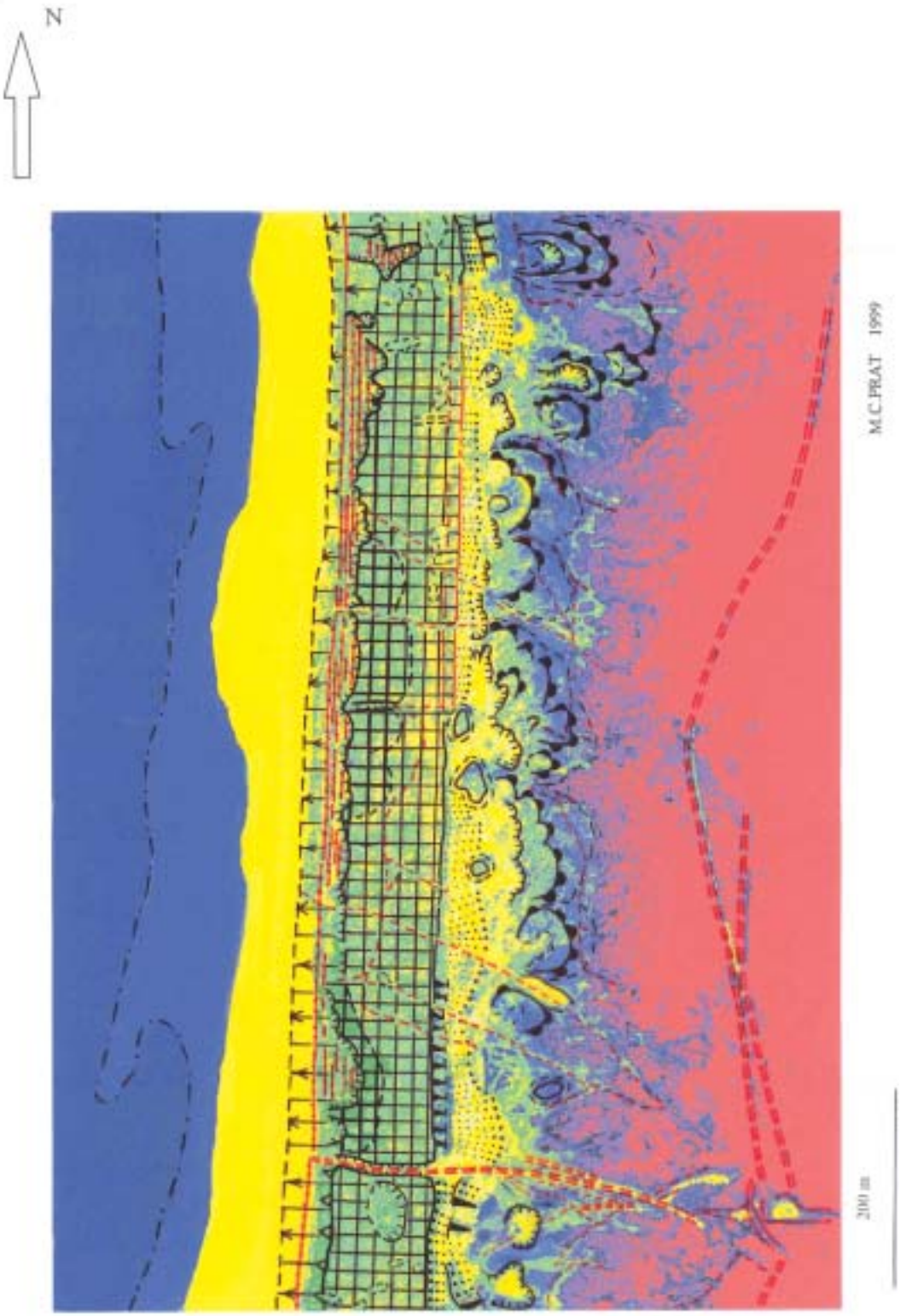


Figure1 : Carte écodynamique de la Cantine Nord
à la limite des communes de Lacanau et du Porge en Gironde *(M.C. PRAT)*
(voir légende p116)

Après une période de forte érosion marine et éolienne, un répit d'érosion a permis de traiter la dune littorale avec des brise-vent pour limiter le départ des sables vers l'arrière. La carte met en évidence de nombreux cheminements à partir d'un parking sauvage situé au sud de la zone.

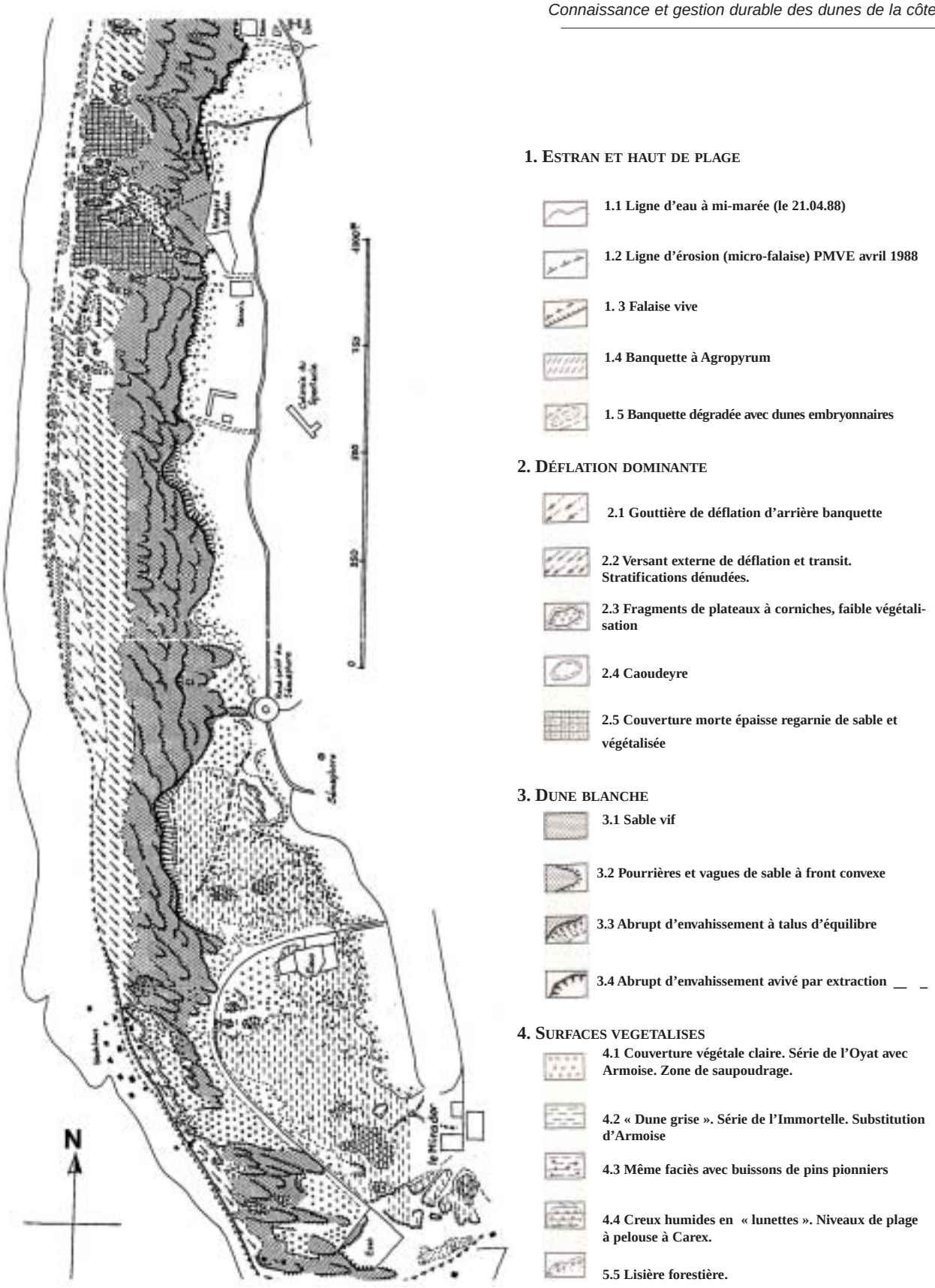


Figure 2 : La presqu'île du Cap-Ferret (Gironde) – *P. Barrère - 1988*

A partir des années 70, une progression rapide de l'érosion marine combinée avec une fréquentation anarchique a conduit à la forte dégradation du système dunaire, mise en valeur par la carte (déflation éolienne à l'ouest et pourrières à l'est). Ce site a ensuite été réhabilité de 1989 à 1995.

La réalisation des cartes écodynamiques requiert un travail d'analyse préalable, couplant travail de terrain et utilisation de la télédétection (photographies aériennes et/ou images satellitales). Dans ce but, des missions aériennes spéciales ont été régulièrement effectuées à la demande de l'Office National des Forêts en 1985, 1989 et 1994 sur la côte aquitaine (échelle du 1 : 5000), en 1995 (échelle du 1 : 5000) sur les côtes charentaise et médocaine et en 1998 (à l'échelle du 1 : 8000), sur l'ensemble du littoral aquitain et charentais. Le travail sur photographies aériennes présente un avantage très net par rapport à l'utilisation d'images satellitales. En effet, les cartes écodynamiques réalisées à l'échelle du 1 : 5000 permettent de descendre à une définition d'ordre métrique alors que le pixel pour les images SPOT (en multispectral) est de 20x20 m.

Néanmoins, ce nouvel outil issu de l'imagerie satellitale a été utilisé pour le 2ème Atlas des dunes publié en 1990 (Barrère). Un premier atlas des dunes avait été réalisé en 1981 (Barrère, Duparc) afin de disposer d'un document permettant de faire le point sur les effets des reprofilages réalisés avec des engins lourds sur le littoral aquitain et de programmer les interventions techniques nécessaires à l'entretien des dunes. Les cartes réalisées permettaient de définir 6 types écodynamiques de dunes selon leur évolution. En 1990, le traitement des images SPOT n'excluait ni le recours à la vérité terrain, ni l'utilisation des photographies aériennes. L'interprétation, fondée sur la densité de la végétation, permettait un diagnostic global dans le cadre des unités d'intervention d'ordre kilométrique. Le traitement d'image, complété par le traitement statistique, visait à définir des types de dunes selon la répartition des faciès de végétation dans des segments préalablement définis. La segmentation préliminaire résultait de la confrontation des images satellitales et des photographies aériennes afin de préciser la dynamique des milieux. Les cartes, à l'échelle du 1 : 25 000, faisaient apparaître 9 types de couverture végétale (**fig. 3 Carcans-Lacanau**) et mettaient en évidence les grandes catégories de situation en classant en 5 groupes les 170 segments dunaires du littoral aquitain. Ainsi, se trouvaient définis les milieux très déstabilisés méritant une attention urgente ou au contraire les secteurs plus stables.

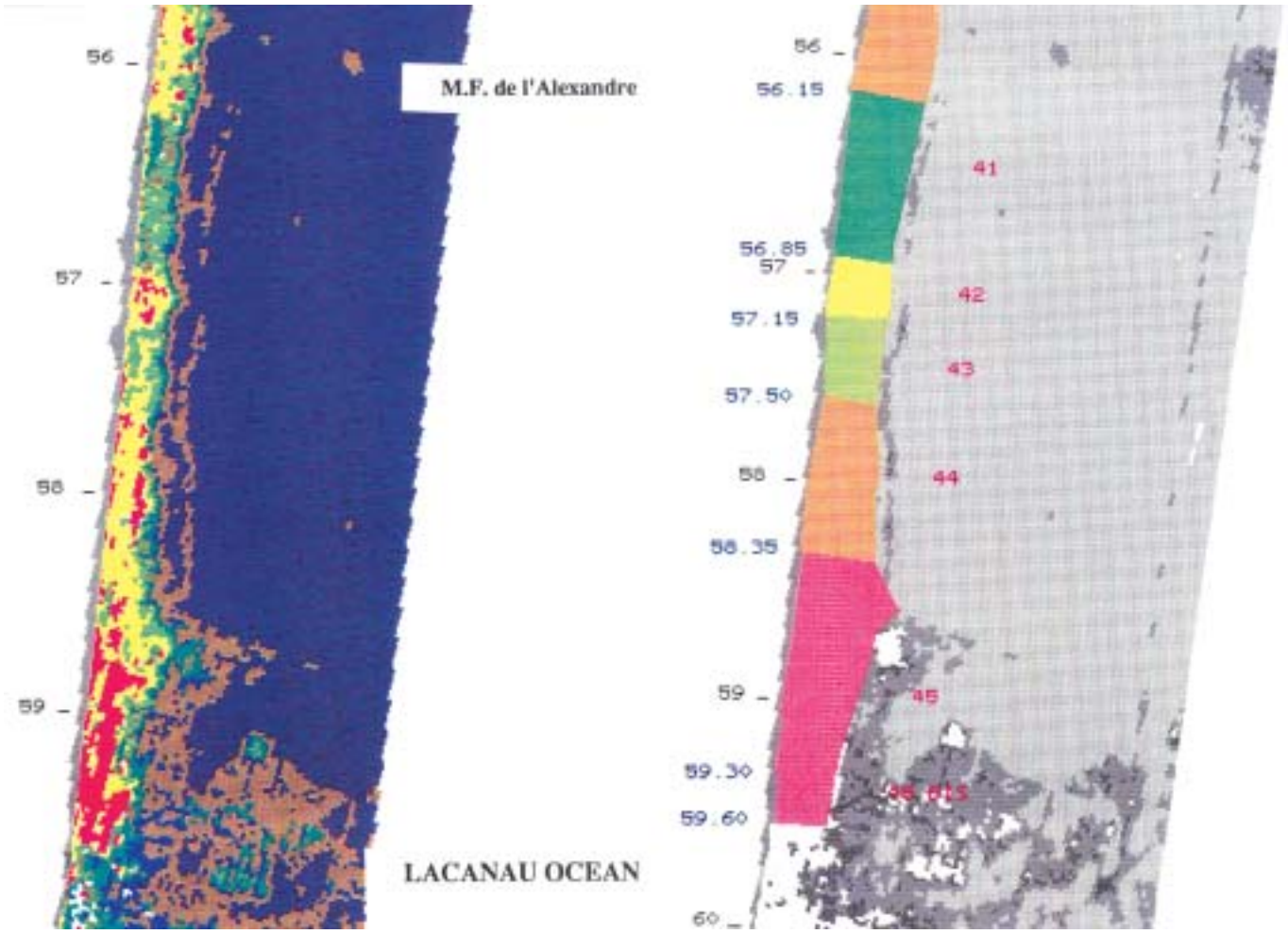
I.2 - L' importance du travail de terrain

La méthode naturaliste reste fondamentale à partir de l'indispensable travail sur le terrain. En effet, au delà de la monotonie apparente des formes dunaires existent de nombreuses nuances, toutes significatives de la dynamique du relief et de la végétation. Les caractères des plages et du contact plage-dune sont révélateurs de la situation locale : érosion marine avec présence de falaises sableuses régulièrement rafraîchies ou au contraire répit d'érosion voire engraissement du haut de plage avec l'existence de bermes et de banquettes d'accrétion d'origine marine.

Le travail au sol doit toujours être accompagné de relevés précis : altitudes, pentes, hauteur des falaises ou des abrupts d'envahissement. Les formes de détail, révélant érosion ou accumulation, doivent être soigneusement notées. Seule une étude fine de ce type permet d'identifier les actions marines ou éoliennes responsables de l'évolution du modelé et de raisonner en termes de dynamique (marine et/ou éolienne).

Les analyses au sol peuvent être encore plus poussées, comme dans le cas de l'étude du littoral charentais. Plusieurs profils dunaires de la plage à la forêt, établis au théodolite, et renouvelés au bout d'une année, permettent des calculs de volumes sableux correspondant aux transits éoliens de la plage à la dune. Le suivi régulier de certains transects aboutit à évaluer avec précision la quantité de sables érodés ou accumulés selon des rythmes mensuels, saisonniers ou annuels. Les prélèvements d'échantillons de sables analysés en laboratoire débouchent sur l'analyse des granulométries et des processus éoliens ou marins. Ces mesures fournissent ainsi les éléments précis qui vont étayer les observations de terrain pour déboucher sur l'évaluation de la situation dynamique du secteur étudié.

Le travail de géomorphologie doit être accompagné par des observations sur la végétation. Le long des mêmes transects significatifs, de la plage à la forêt en passant par la dune littorale et la lette, des relevés phytosociologiques, avec détermination des espèces, taux de recouvrement végétal et caractères d'abondance débouchent sur la définition des groupements végétaux caractéristiques de chaque zone. Le repérage de ces milieux sur les photographies aériennes permet ensuite le traitement supervisé des images.



CLASSIFICATION DES FACIÈS DU MILIEU DUNAIRE

- Sable d'estran
- Sable nu de dune
- Végétation herbacée claire
- Végation herbacee à densite moyenne
- Végétation herbacée dense
- Dune grise
- Classe de transition
- Lisière
- Forêt homogène

CLASSIFICATION DES TYPES DE DUNES

1. Sable nu très important
- 1.1.1. Dunes libres
- 1.2. Dunes fortement déstabilisées

2. Végétation claire dominante
- 2.1. Profilé récent à fort transit sableux
- 2.2. Profilé très évolutif, début de déstabilisation
- 2.3. Profilé récent en équilibre faiblement évolutif

3. Végétation de densité moyenne
- 3.1. Avant déstabilisé dune mouvementée au 1er
- 3.2. Densité de végétation plus forte

4. Végétation moyenne bien établie
- 4.1. Dune mouvementée au 2ème degré
- 4.2. Profil conservé très végétalisé

5. Végétation dense
- 5.1. Dune mouvementée, localement dégradée
- 5.2 Dune mouvementée, très stable

Figure 3 : Extrait de l'Atlas des types de dunes du littoral aquitain (1990)

La cartographie va prendre en compte la différenciation du couvert végétal organisé en bandes parallèles de la plage à la dune boisée en fonction d'un gradient décroissant de salinité, de ventilation, de transit et d'accumulation du sable. La présence de ces différents milieux (dune blanche, dune grise, dune arbustive et dune boisée) sur une largeur suffisante est intéressante car elle garantit leur capacité d'adaptation aux perturbations éventuelles : comme dans le cas de la tempête de décembre 1999.

La coordination entre les diverses observations du terrain et l'interprétation des photographies aériennes permet de déboucher sur la réalisation des cartes écodynamiques associant carte géomorphologique et carte de la couverture végétale de manière à mettre en évidence les relations entre dynamique dunaire et dynamique de la végétation.

II - LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE

La photo-interprétation en stéréoscopie est soutenue par l'observation directe du terrain. Elle doit permettre une cartographie très fine des formes dont l'identification est indispensable à l'interprétation de la dynamique. Les formes de plage et du modelé dunaire y sont donc représentées par des signes symboliques traduisant également les dynamiques marine et éolienne.

II.1 - L'identification et la hiérarchisation des formes

Afin d'unifier les représentations cartographiques, il est important d'utiliser un vocabulaire précis, reconnu par la communauté scientifique. Le Mémento technique de la dune rédigé par P.Barrère (1989), fournit le vocabulaire de base concernant les formes du modelé et leur signification dynamique. Chaque fiche est consacrée à une forme importante du domaine dunaire : falaise sableuse, caoudeyre, lette, abrupt d'envahissement, pourrière, profil de la dune littorale…). La description est accompagnée de schémas et de photographies permettant d'établir des nuances à partir de la forme-type. Le vocabulaire ainsi défini peut être utilisé à la fois par les chercheurs et les praticiens, permettant de fructueux échanges.
Les formes du relief identifiées sont ensuite représentées par des traits noirs et des signes additifs qui viennent en complément selon la nature du processus à l'œuvre dans la morphogenèse (processus marins ou éoliens, d'érosion ou d'accumulation).

Les différentes formes du modelé (plages et dunes) doivent être hiérarchisées en fonction de la vigueur des escarpements, de la hauteur des dunes, de la vigueur des pentes ou de l'importance des formes de déflation éolienne. Cette hiérarchisation se traduit à travers la force des traits et la densité des figurés (**Fig. 4**).

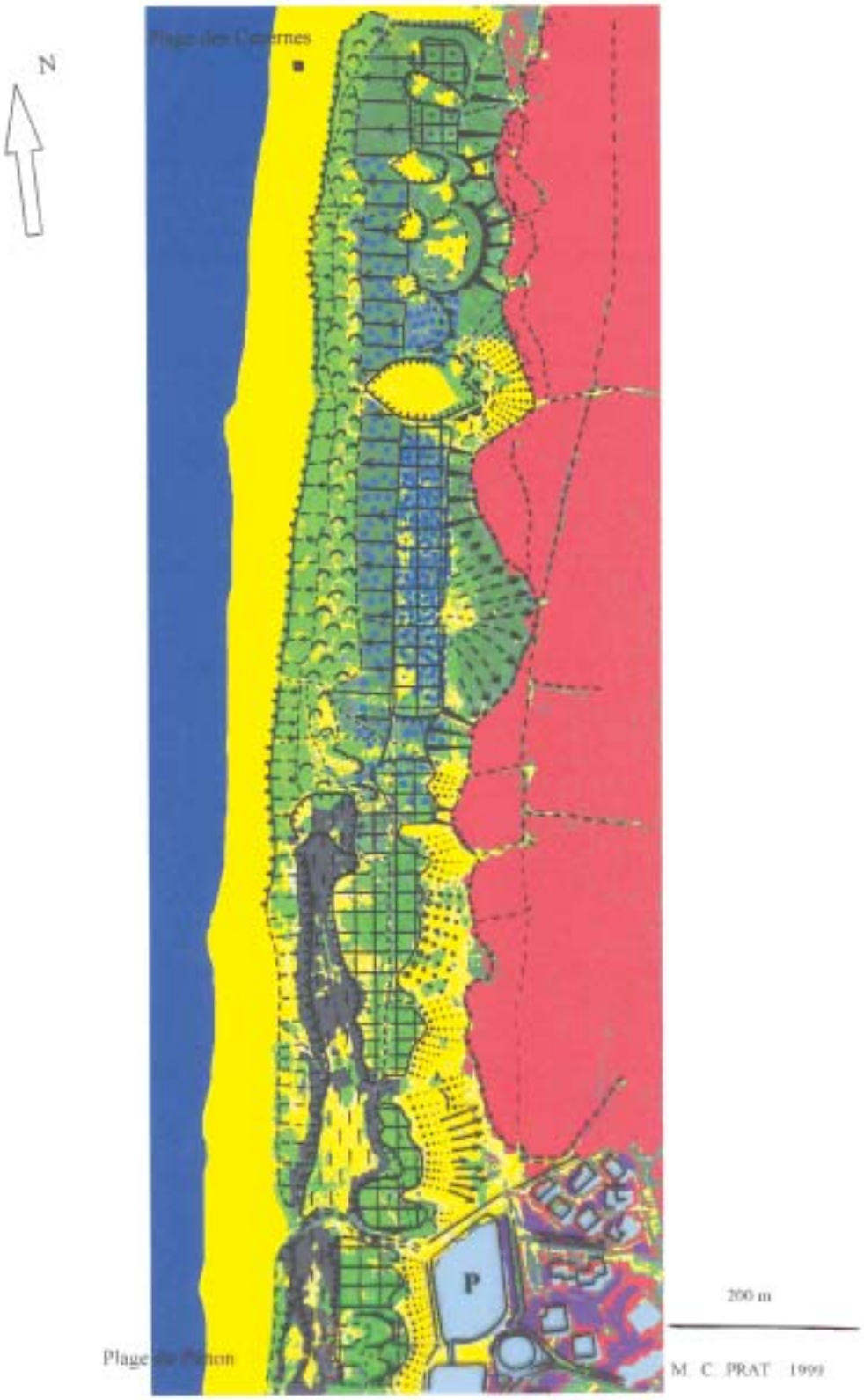


Figure 4 : Les dunes de Seignosse Nord (Landes) entre dynamique naturelle et forte anthropisation *(M.C. PRAT)* *(voir légende p 116)*

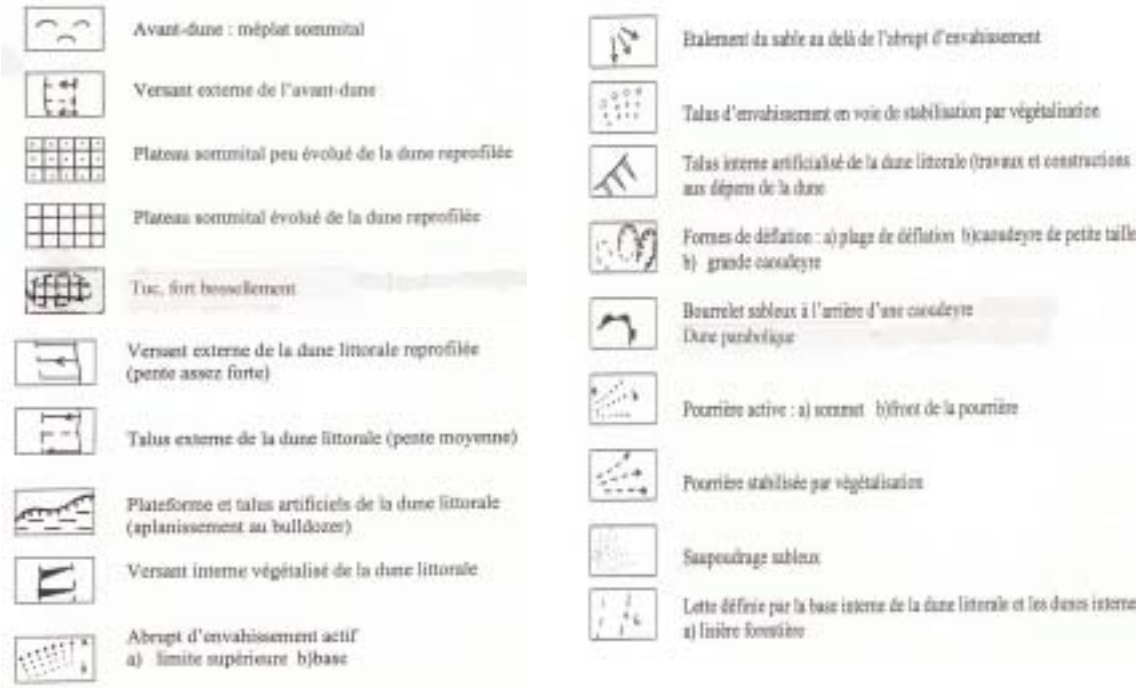
Au nord de la zone, en avant d'une dune recalibrée à la fin des années 70, et évoluée (caoudeyres et pourrières), s'est formée une avant-dune volumineuse, aujourd'hui bien végétalisée. La formation d'une petite falaise traduit le déplacement vers le sud du secteur en érosion existant depuis quelques années au nord de la plage des Casernes (1,5 m/an). Au sud, à proximité de la station balnéaire, les formes dunaires tourmentées traduisent une histoire complexe associant dynamique naturelle et interventions humaines.

LA COUVERTURE VÉGÉTALE

LES FORMES DU RELIEF

1. Le littoral : de la plage à la dune

2. Les dunes littorales



LES MARQUES ANTHROPIQUES

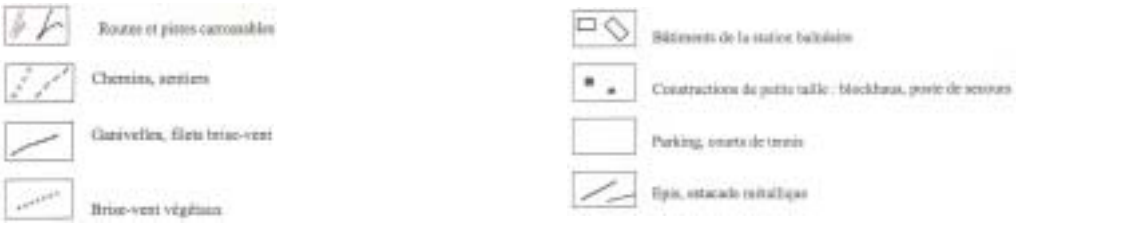


Figure 5 : Légende commune aux cartes des figures 1 et 4

Dans un contexte de forte érosion marine (recul du trait de côte de 10 m/an), on observe une extension des surfaces de sable nu sur la dune littorale et vers l'intérieur des terres à partir des chemins très fréquentés par les touristes qui gagnent la plage à partir des pistes forestières. Les couvertures claires à oyats et/ou armoises progressent, alors que la végétation de dune grise a été fortement dégradée.

II.2 - Les familles de formes

Les formes, une fois définies, sont classées en catégories dynamiques (érosion, accumulation, transit). Cette typologie se traduit dans la légende (voir légende des figures 1 et 4), classée en fonction de la nature des formes (d'érosion ou d'accumulation) et de la position des différents éléments dans le milieu littoral : formes de plage, dune littorale, lette et dunes internes.

Les formes de plages et d'avant-plage sont bien identifiables sur les photos au 1 : 5000, dans la mesure où les missions aériennes sont réalisées à marée basse : barres ou cordons obliques prélittoraux, baïnes, bermes, croissants de plage. On peut ainsi apprécier les stocks sableux à proximité du trait de côte, tandis que la largeur de l'estran reste une donnée importante pour évaluer le champ d'action éolienne et donc les possibilités de transit sableux de la plage à la dune. La connaissance de ces caractères associés à ceux de l'avant-plage est utile pour comprendre la position du déferlement des vagues et donc leur efficacité.

Le passage de la plage à la dune se fait différemment selon les types de dunes mais surtout en fonction du contexte dynamique et du budget sédimentaire local. La présence d'une banquette en haut de plage signifie un phénomène d'accrétion marine tandis que des dunes élémentaires ou nebkas traduisent les remaniements éoliens en haut de plage et le piégeage du sable par la végétation halonitrophile. Une avant-dune, nourrie par les apports sableux éoliens en provenance de l'estran existe si le budget sédimentaire est positif ou stable. La falaise est au contraire le signe d'une attaque marine. Elle peut être vive ou régularisée en période de répit d'érosion marine.

Les formes d'éolisation de la falaise permettent de juger de l'importance des actions éoliennes. Elles peuvent être relevées de manière exhaustive et témoignent du degré de dégradation de la dune littorale. Ce sont des formes secondaires (brèches, couloirs, siffle-vent) venant se superposer à la forme principale issue de l'érosion marine. Mais celle-ci est souvent l'initiatrice de l'éolisation de la falaise en créant un escarpement qui par effet Venturi accélère la vitesse du vent et augmente sa force d'érosion. On peut donc associer dans la légende les figurés qui traduisent par leur combinaison la superposition des dynamiques.

La dune littorale est souvent artificielle. Dès le XIXème siècle, les interventions de l'homme à la recherche d'un profil « idéal » ont conduit à l'existence d'un plateau sommital à très faible pente, presque horizontal. Les formes de dégradation de ce profil sont facilement identifiables sur les photographies aériennes : de la plaque de déflation de dimension métrique à la caoudeyre de plateau de taille décamétrique ou pluridécamétrique. Les bossellements à différentes échelles traduisent les remaniements éoliens et le piégeage du sable par la végétation psammophile. Au contraire, les « tucs » sont des formes d'accumulation sableuse plus importantes qui témoignent d'une déstabilisation à l'avant de la dune. Ces contrastes accumulation/érosion doivent être exprimés par le choix des symboles et leur classement dans la légende.

A l'arrière du cordon dunaire littoral, les autres éléments du relief dunaire, (abrupts d'envahissement, pourrières) ont une signification écodynamique nette, traduisant la mobilisation d'une importante quantité de sable vers l'intérieur des terres. Ce phénomène est susceptible de submerger la végétation si les arrivées sableuses sont massives et peut entraîner la disparition des plantes de la dune grise.

Dans la lette, les formes de remaniements éventuels doivent être notées (plages de déflation, zones de saupoudrage) à condition qu'un contrôle terrain permettent de différencier formes d'érosion et formes d'accumulation de manière à lier ces phénomènes aux actions enregistrées depuis la plage et le cordon dunaire. Ce flux de sable en transit peut être suivi, mesuré, grâce à des contrôles fréquents sur les transects équipés.

A l'arrière, les dunes internes (dunes paraboliques ou barkhanes) sont des héritages de dynamiques développées dans un contexte climatique et géomorphologique différent (position différente du trait de côte, couverture végétale plus ou moins importante). Elles peuvent être le lieu de remaniements importants avec des caoudeyres de deuxième ligne.

Une certaine simplification des associations de formes doit conduire à la mise en évidence des phénomènes majeurs afin de permettre une lecture rapide des dynamiques marine et éolienne dans le secteur considéré. Les formes simplifiées et hiérarchisées sont symbolisées sur la carte traduisant ainsi l'interprétation du chercheur qui analyse le milieu littoral.

III - La cartographie de la couverture végétale

L'état de la couverture végétale reste un élément essentiel du diagnostic sur la situation écodynamique. La végétation reste en effet la clé du contrôle de la dynamique éolienne.

Les différentes valeurs de gris de la photographie aérienne en émulsion panchromatique doivent être également associées à la texture de l'image de manière à identifier les différents groupements végétaux en s'appuyant sur les relevés de terrain : détermination des espèces, relevés phytosociologiques sur des placettes témoins, soigneusement repérées sur les photographies aériennes avec détermination du taux de recouvrement et des caractères d'abondance. L'identification des groupements végétaux, la densité de la végétation permettent un diagnostic sur la dynamique de la plage à la forêt. La notion de *catena* se trouve à la base de la différenciation graphique.

Cette analyse peut être complétée par des relevés au sol sur l'état des plantes, leur port qui traduit les effets de la ventilation et du mitraillage par le sable. Des calculs de biomasse peuvent également apporter des indications s'ajoutant à la notion de taux de recouvrement. Finalement, l'ensemble des éléments analysés doit permettre d'évaluer le sens de l'évolution vers une meilleure végétalisation et une augmentation de la biodiversité ou au contraire vers une déstabilisation avec disparition de certaines plantes indicatrices comme les lichens par exemple.

Les photographies aériennes peuvent être numérisées puis traitées avec un logiciel tel que Adobe Photoshop ou Multiscope. Ce travail permet ensuite une grande précision dans la cartographie avec une résolution d'ordre métrique. Une fois déterminés les secteurs témoins, validés par le travail sur le terrain, la réponse radiométrique de chaque groupement végétal permet le traitement automatique. L'informatique peut ainsi aider au traitement complet d'une zone littorale importante.

Les équidensités sont traduites par des symboles différents. Les groupements végétaux caractéristiques sont représentés par des figurés de surface utilisant des trames variées ou des aplats colorés. En fausses couleurs, on peut utiliser les couleurs du spectre de la radiation solaire du jaune au rouge. La plus ou moins grande saturation de la teinte exprime ensuite des différences de densité. Mais on peut également utiliser des figurés noir et blanc, de densité croissante en fonction du degré de recouvrement végétal (**fig. 2**).

Néanmoins, la carte en couleurs présente l'avantage d'une meilleure lisibilité car la végétation représentée en couleurs est clairement différenciée des formes dunaires dessinées en noir. Est ainsi soulignée la différenciation en plusieurs ensembles dont le recouvrement végétal et la stabilité vont en croissant (**Fig. 1**).

Les surfaces de sable nu apparaissent en jaune. Elles correspondent à des formes de déflation ou à des formes d'accumulation. La cartographie géomorphologique vient alors en préciser la nature : cuvettes de déflation ou au contraire pourrières et abrupts d'envahissement.

Les couvertures claires de la dune blanche à Oyats et/ou Armoises, dans les secteurs d'apports sableux importants, sont représentées en vert clair, plus ou moins mêlé de jaune selon l'importance des plages de sable nu séparant les touffes de végétation.

Les milieux de dune grise figurent dans des couleurs allant du bleu au parme, selon la densité du recouvrement végétal allant de formes où le recouvrement végétal n'est pas total (absence des Lichens, Immortelles moins denses) à des milieux de dune grise intégrale à Immortelles, Mousses et Lichens, où le recouvrement est supérieur à 90%.

Les formes très dégradées de la dune grise et la transition avec la dune blanche apparaissent en vert soutenu. Ces formes de transition ont une grande signification pour le diagnostic de la situation dynamique.

Les milieux de lisière : pins isolés et bas, landes buissonnantes sont représentés en violet.
La forêt figure dans des tons de rouge plus ou moins soutenu. Comme dans chaque type, la plus ou moins grande saturation de la teinte exprime les différences de densité.

Les faits d'origine anthropique sont représentés par des traits noirs (routes, pistes, chemins, caillebotis) ou en rouge vif. Cette dernière couleur permet de mieux souligner les interventions humaines : ganivelles et filets brise-vent, couverture de branchages, ou plantations. Leur tracé géométrique (linéaire ou disposition en quinconce) signale les traitements des secteurs déstabilisés : restauration de la dune littorale, cicatrisation des formes de déflation.

IV - UNE VISUALISATION DE LA SITUATION ÉCODYNAMIQUE

Les rapports entre les formes et la couverture végétale sont essentiels pour le diagnostic. Le regroupement de la carte géomorphologique et celle de la couverture végétale, qu'il s'agisse d'une seule carte en noir et blanc ou d'un calque superposé à un fond coloré, permet de visualiser les grandes unités physiographiques, mais aussi les multiples nuances des milieux dunaires. Dans un souci de communication plus facile et de manière à élaborer un plan de gestion de la zone, une simplification peut être nécessaire. Celle-ci peut également permettre des comparaisons à intervalles réguliers.

IV.1 - Une généralisation nécessaire en vue d'un suivi

Pour permettre d'utiles comparaisons, il faut retenir uniquement certaines limites importantes, d'ordre géomorphologique (plage/banquette d'accrétion marine, falaise, limites de plateau dunaire, position des abrupts d'envahissement ou des fronts de pourrières) et les limites entre les types de groupements végétaux (dune blanche/dune grise, ourlet buissonnant des lisières forestières, forêt). La mise en évidence des faciès progressifs (allant vers une diversification des espèces et un recouvrement plus important) et des faciès régressifs (diminution de la diversité et de la densité végétales) est fondamentale, d'où la nécessité d'un bon diagnostic. Il est en effet inutile de faire des plantations dans des secteurs à dynamique progressive puisque la végétalisation est en train de se faire naturellement. De même les tentatives de reboisement, dans des zones où la dynamique éolienne est trop forte, sont vouées à l'échec.

Une généralisation établie à partir de cartes établies à 5 ans d'intervalle (1990 et 1995) souligne les transformations rapides des grands types de milieux, dans un secteur de non intervention (**Fig. 6**). Il est indispensable de pratiquer un redressement des photos des 2 missions en utilisant le fond de carte topographique I.G.N ou bien utiliser des orthophotoplans. Ce type de généralisation peut être ensuite intégré dans un système d'information géographique (S.I.G) de manière à réaliser des comparaisons lorsque de nouvelles missions sont traitées.

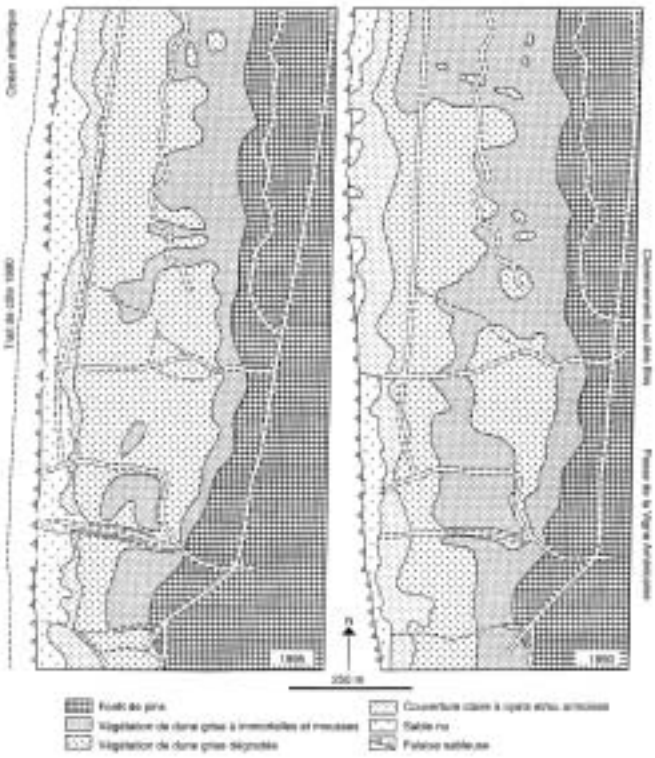


Figure 6 : Oléron Comparaison de 2 cartes : 1990 et 1995 *(M.C. PRAT)*

La généralisation peut être réalisée manuellement en dégageant par simplification des « patatoïdes » correspondant aux grands ensembles. Le problème reste toutefois celui du changement éventuel d'auteur d'une mission à l'autre, d'où l'intérêt d'établir un protocole de lissage des résultats, applicable d'une carte à l'autre. On peut également s'appuyer sur l'outil informatique en utilisant un programme spécifique de lissage de l'image obtenue.

Ces comparaisons sont indispensables pour un diagnostic d'évolution qu'il s'agisse d'un secteur où la dynamique naturelle s'exprime librement (**Fig. 6 Oléron**) ou d'une zone à forte intervention anthropique pour protéger les installations touristiques situées à l'arrière du cordon littoral (**Fig. 7 Seignosse**). Un pas de temps de 5 ans paraît une bonne formule dans ces milieux à évolution très rapide. Il permet de suivre l'évolution du trait de côte et des milieux dunaires, les effets des travaux réalisés, les conséquences de certains évènements particuliers comme la tempête de décembre 1999. Il s'agit alors de saisir le sens de l'évolution de manière à dégager une politique de gestion.

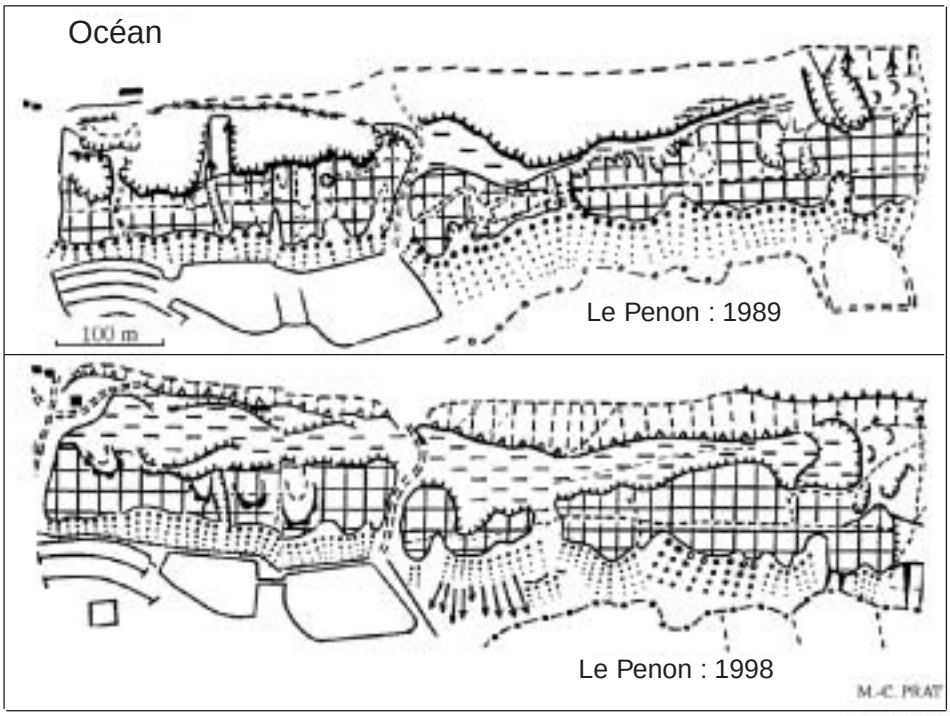


Figure 7 : Seignosse-le Penon (Landes) : comparaison de 2 cartes : 1989 et 1998 *(M.C. PRAT)*

Le versant occidental de la dune présentait en 1989 un état de dégradation avancée, d'origine éolienne. La déflation éolienne alimentait à l'arrière des abrupts d'envahissement actifs menaçant les installations de la station balnéaire. Après 1994, une réflexion globale sur la gestion des dunes a permis à l'Office National des Forêts de réhabiliter la dune (apports de sable, couvertures et plantations).

IV.2 - Un support pour la réflexion et les plans de gestion

IV.2.1 - Les transferts de connaissances

Les cartes écodynamiques transmettent des connaissances destinées aux gestionnaires des milieux dunaires. Un diagnostic objectif est indispensable avant toute intervention. Il peut être traduit par la carte accompagnée de sa légende.
Toutefois, une généralisation à partir d'une carte très détaillée est utile dans la mesure où elle va permettre de mettre en évidence plus rapidement les grandes unités physiographiques avec pour chacune d'entre elles les problèmes et les besoins en matière d'intervention.
Ce transfert de connaissances a été d'abord réalisé au niveau du littoral français (Vendée, Charentes, Aquitaine) par le biais de journées de travail réunissant techniciens et chercheurs, puis au Portugal (carte de Torreira). Il serait souhaitable d'étendre ce réseau aux autres littoraux français et européens afin d'aborder toutes les nuances régionales et compléter le vocabulaire.

IV.2.2 - Un outil pour les choix d'intervention

Les choix se font généralement à l'issue du dialogue entre praticiens et chercheurs et en fonction des objectifs poursuivis. Tout dépend du rôle assigné aux dunes littorales : protection de la forêt de production à l'arrière, préservation d'un stock sableux disponible pour alimenter la plage, conservation de la biodiversité, accueil du public. Aujourd'hui, organiser la fréquentation est devenue une exigence qu'il faut concilier avec la protection des milieux littoraux. Il faut donc faire des choix : stabiliser les sables, les retenir au plus près de la plage, restaurer ou parfois recréer la dune littorale. Mais en même temps, il est toujours préférable d'accompagner la dynamique naturelle, ne pas chercher à la contrarier de manière à laisser s'exprimer une certaine diversité géomorphologique, source de paysages variés et plus attrayants, et permettant une biodiversité dont la valeur patrimoniale est aujourd'hui reconnue.

IV.2.3 - Une base utile pour le suivi des travaux

La carte écodynamique sert de base et elle est ensuite utilisée pour le plan d'intervention défini par les techniciens. Elle peut constituer un support pour le « sommier » de la dune. Ce document d'ordre, qui a été généralisé sur le littoral aquitain à partir de 2001 est comparable au « sommier » de la forêt réalisé par les forestiers de l'O.N.F. (voir article « *le sommier de dune, un système d'Information Géographie pour le suivi et la gestion prévisionnelle des dunes non boisées du littoral aquitain* » de Dah Dieng). Il regroupe toutes les actions réalisées, année après année, en associant pour chaque secteur une fiche technique sur les travaux engagés (matériel, quantités, coûts) et leur localisation sur la carte. On peut aussi enregistrer la position du trait de côte et garder la trace d'évènements exceptionnels affectant le littoral. La transmission du savoir est ainsi assuré de génération en génération. Ce document permet à court terme d'évaluer les impacts des travaux décidés et de juger de l'efficacité des différentes techniques utilisées en fonction de l'état des dunes avant travaux. On peut ainsi apprécier les choix de gestion qui ont été faits. Ces retours d'expériences sont toujours très utiles pour décider des choix à venir.

➢····· V - CONCLUSION

La confection de cartes écodynamiques réalisées à intervalles réguliers permet d'appréhender la dynamique actuelle des milieux littoraux et de prévoir leur évolution à court terme. Un bilan sédimentaire négatif et la remontée du niveau de la mer se traduisent en effet par un recul généralisé du trait de côte, très complexe dans le détail et procédant par à-coups, lesquels s'inscrivent rapidement dans les morphologies. L'érosion marine est fidèlement relayée par la dynamique éolienne, elle-même influant rapidement sur l'évolution et l'adaptation des groupements végétaux. Il existe donc une très grande solidarité entre les milieux, comme entre les processus, que la carte écodynamique met en évidence. Outil de recherche mais aussi de communication, la cartographie écodynamique permet une lecture du paysage littoral qui a modifié le regard des gestionnaires. Elle apparaît comme un préalable indispensable avant toute intervention anthropique à des fins de protection, d'aménagement ou de gestion de ces milieux particulièrement fragiles et très évolutifs.

➢····· VI - BIBLIOGRAPHIE

- Barrère P., Koechlin J., ONF (1989), Mémento technique des dunes du littoral aquitain.
- Barrère P. (1990), Atlas des types de dunes du littoral aquitain.
- Barrère P. (1997), Contribution des chercheurs à une gestion raisonnée des milieux dunaires non boisés in « *Biodiversité et protection dunaire* » p.152-157 + carte écodynamique hors-texte Editions Lavoisier TEC & DOC.
- Prat M-C. (1997), Les milieux dunaires charentais in *« Biodiversité et protection dunaire* » p46-65 + cartes écodynamiques hors-texte. Editions Lavoisier TEC & DOC.
- Prat M-C. (1999), La dynamique dunaire dans le sud-landais in *« Le littoral sud-landais, environnement et développement durable* » L.G.P.A.- O.N.F Programme Life p 63-87 + cartes écodynamiques hors texte.

DYNAMIQUE, ANALYSE ET TYPOLOGIE DES DUNES GRISES

Françoise Rozé
Laboratoire d'Ecologie Végétale – Université de Rennes I
Complexe scientifique de Beaulieu - 35042 Rennes cedex
Tél. 02.99.28.61.50 - Fax : 02.99.28.16.26 - Email : Francoise.Roze@univ-rennes1.fr

Résumé :
Les dunes grises constituent un stade dynamique intermédiaire entre la dune mobile et les boisements littoraux. La dune grise peut évoluer vers des fourrés pré-forestiers. Il s'agit d'un ensemble de groupements végétaux diversifiés constituant le cœur du paysage dunaire. Le fourré est souvent moins riche que la dune grise. L'analyse des attributs vitaux met en évidence les caractéristiques écologiques et fonctionnelles de l'écosystème, elle sert également de support à la détermination de l'habitat de référence. L'analyse fine de certaines perturbations comme le piétinement, les plantations, le saupoudrage de sable ou l'action des lapins est particulièrement informative.

Abstract :
Grey dunes are an intermediate dynamic stage between mobile dunes and coastal woodland. Grey dunes can evolve into pre-forest thickets. They constitute a diverse plant grouping that form the heart of the dune landscape. Thicket areas are often less rich that grey dunes. The N2000 protection system classifies grey dunes as priority habitats for conservation. The habitat documents may provide a reference, but it is worth going further still by using vital attribute concepts. Planners can control the vegetation dynamic by introducing a number of changes and using restoration tools to obtain maximum biological diversity. Human frequentation and the growth of trees on grey dunes imply modifications that it is useful to know for each site. For sustainable management, periodic expert assessments are required in the early stages.

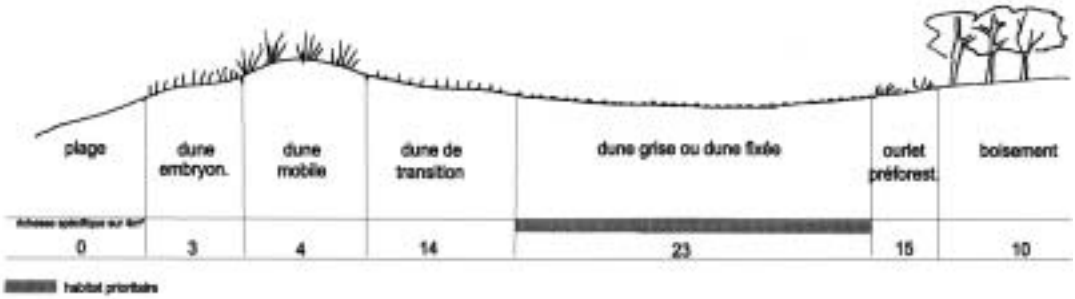
INTRODUCTION

Si les dunes étaient autrefois considérées comme des zones hostiles à rentabiliser par des boisements, elles sont devenues très attractives avec le développement du tourisme et sont souvent au centre des préoccupations des responsables locaux.
Les dunes grises sont depuis peu reconnues comme un milieu naturel de haut intérêt. La communauté européenne dans sa directive habitat fait ressortir une demande de protection des habitats dunaires. Le gestionnaire doit intégrer l'ensemble des désirs pour avoir des propositions soutenues par une argumentation solide.

I - POSITION DYNAMIQUE DES DUNES GRISES : LA SUCCESSION DUNAIRE, EXEMPLE DE QUIBERON-PLOUHARNEL.

La lecture d'un paysage dunaire se fait à la fois dans le temps et dans l'espace. A l'interface entre terre et mer, la dune constitue une zone de grande diversité écologique. Lorsque la dune est colonisée par la végétation elle se stabilise, il s'agit d'une dynamique progressive qui aboutit à terme le plus souvent à un fourré pré-forestier.
La figure 1 montre les différents stades de la formation de la dune qui se juxtaposent en même temps dans le paysage dunaire :

Figure 1 : Le paysage dunaire, exemple de Quiberon-Plouharnel.



La dune embryonnaire constitue le premier stade d'édification caractérisé par une association dominée par *Elymus farctus*.

La dune mobile se met en place ensuite avec l'association végétale à Euphorbia paralias et Ammophila arenaria (*Euphorbio paralias-Ammophiletum arenariae).*

La dune de transition ou dune semi- fixée est, de notre point de vue, un niveau dont la conservation est prioritaire en raison de sa très grande richesse en espèces. Elle relève dans l'exemple choisi à Quiberon-Plouharnel du *Galio Koelerion albescentis* et peut être considérée comme un élément de la dune fixée du fait de ses caractéristiques fonctionnelles.

La dune grise ou dune fixée recouvre différentes associations végétales de pelouses rases plus ou moins ouvertes où la strate bryo-lichénique est souvent diversifiée avec un fort recouvrement. Différents types de végétation (alliances) sont référencés sur la côte atlantique :

L'*Euphorbio-Helichrysion* qui présente des faciès à *Ephedra distachya* ou à *Rosa pimpinellifolia* où se situe *Omphalodes littoralis* plante inscrite sur le livre rouge des plantes protégées.
Le *Trifolio-Geranietea sanguinei* qui se présente sous forme de végétation herbacée plus ou moins haute des lisières et des ourlets pré-forestiers.
Le *Thero Airion* constitué d'une végétation herbacée sur sables pauvres en azote.

Les fourrés sont souvent le terme ultime de la végétation sous un climat hostile aux arbres en raison du sel et des conditions écologiques. Lorsque des arbres ont été plantés ces groupements précèdent souvent les boisements en raison de la modification des conditions écologiques dues au changement de structure de la végétation mais on peut se demander s'ils sont durables en absence de boisement.

Les boisements sur dune ont le plus souvent été semés et ne constituent pas un habitat prioritaire du fait de leur faible richesse spécifique. Certains groupements sub-spontanés revêtent un caractère prioritaire mais ce cas est rare. Le plus souvent les pinèdes peuvent être considérées comme un groupement à fort caractère anthropique qui correspond à une perte en originalité et en richesse pour les espèces végétales par rapport à la dune grise.

➢····· II - Facteurs qui modifient le fonctionnement de la dune grise : action de l'homme par plantation, piétinement, fractionnement.

Dans le paysage dunaire naturel, la dune se constitue à partir de l'accumulation de sable sur les laisses de marée ; elle évolue et se transforme en fonction des conditions écologiques (climat, végétation, transformations progressives du sol). A cette dynamique naturelle se superpose le plus souvent l'action de l'Homme.

Autrefois la dune était un lieu inhospitalier où l'on prélevait du sable et où éventuellement des animaux pouvaient trouver une maigre pâture. On y trouvait la place pour sécher le goémon.
Au XIXème siècle des semis de Pins ont été réalisés afin de fixer les massifs dunaires mobiles et éventuellement de les valoriser.

Au début du XXème siècle les prélèvements de sable ont été abondants puis la fréquentation touristique a été également une cause de dégradations, surtout à partir des années 1970.

Depuis 20 ans la loi interdit les prélèvements de sable et la stabilisation des massifs se fait par la pose de ganivelles en fronts de dunes. Du fait de ce contrôle des mouvements de sable et de la fréquentation, il est nécessaire d'avoir une vision globale de la gestion des dunes et de s'interroger sur l'utilité des plantations de résineux qui, de plus, se sont avérées très peu productives.

La demande de la collectivité a changé. Les dunes sont un lieu d'accueil important sur le littoral et la demande d'un paysage de qualité est de plus en plus forte.

La demande communautaire de conservation de la biodiversité est devenue précise au niveau des dunes grises dont la conservation est prioritaire du fait d'un fonctionnement original qui se traduit par une très grande richesse végétale.

Les surfaces occupées par les dunes n'ont cessé de diminuer du fait de la pression urbaine, de la construction de routes et de stationnements. Ces fractures dans le paysage ont des conséquences sur le fonctionnement de l'écosystème, elles limitent les interactions vitales.

La conservation des dunes grises doit être complétée par une politique volontaire de restauration des écosystèmes concernés et par un contrôle du fonctionnement des paysages dunaires. Il est nécessaire d'analyser à la fois les dégradations, les processus de restauration et les perturbations qui interviennent sur les sites.

Différentes perturbations ont été analysées sur le site expérimental de Quiberon-Plouharnel : le piétinement, les plantations des résineux, les lapins, le vent et le saupoudrage de sable.
La figure 2 récapitule la position de la dune grise dans ce contexte.

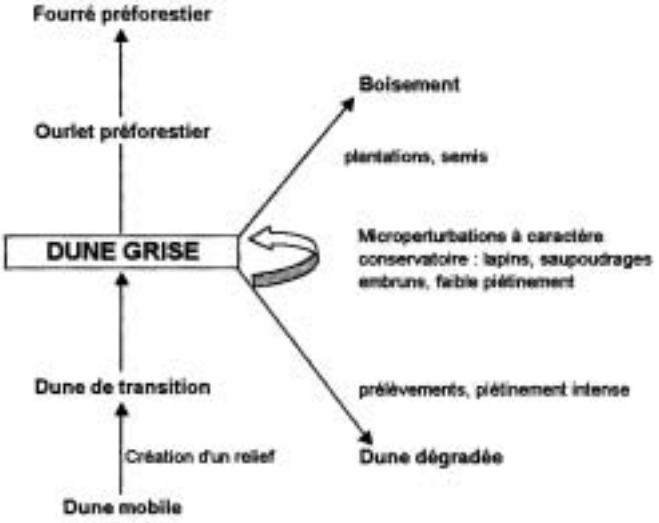


Figure 2 : Origine et devenir de la dune grise en conditions naturelles ou perturbées.

II.1 - Effets du piétinement sur la végétation de la dune grise.

Le sol est compacté et la végétation dégradée. Les conséquences varient en fonction de la nature des communautés végétales et en fonction de la saison ainsi que de la période de fréquentation. Il est possible de préciser l'impact du piétinement en protégeant certaines zones et en analysant la re-colonisation.
La figure 3 montre que l'écosystème se restaure très lentement. Les espèces de la dune mobile sont nombreuses mais leur abondance diminue avec le temps et elles font place à une végétation proche de la dune de transition. Dans la dune de transition ou dans la strate herbacée de la dune grise, le piétinement peu avoir un effet positif. La réponse au piétinement dépend de l'équilibre entre compaction du sol et destruction de la végétation. La compaction du sol fait diminuer la porosité et accroître l'humidité. L'ouverture du tapis végétal peut avoir un effet positif sur certaines espèces.

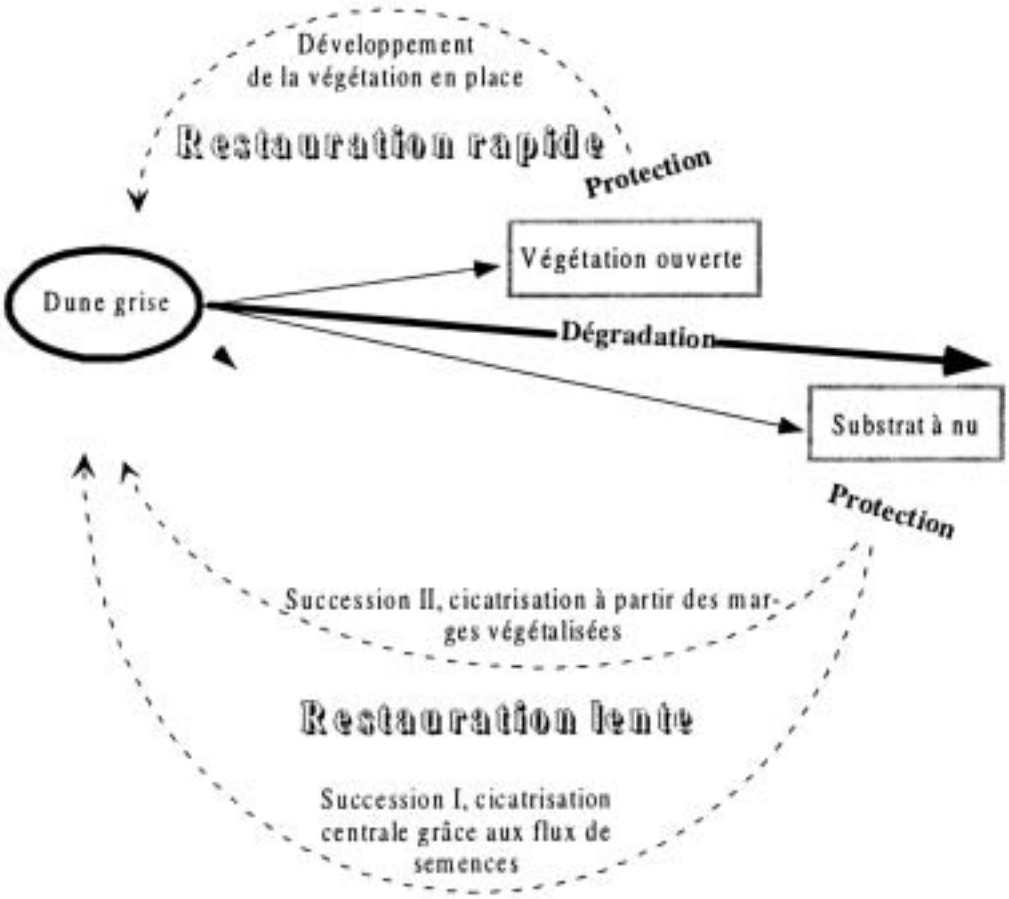


Figure 3 : Processus de restauration des dunes grises dégradées après la mise en place d'une protection.

Différents indices sont utilisés pour évaluer la perturbation liée au piétinement (fig4) :

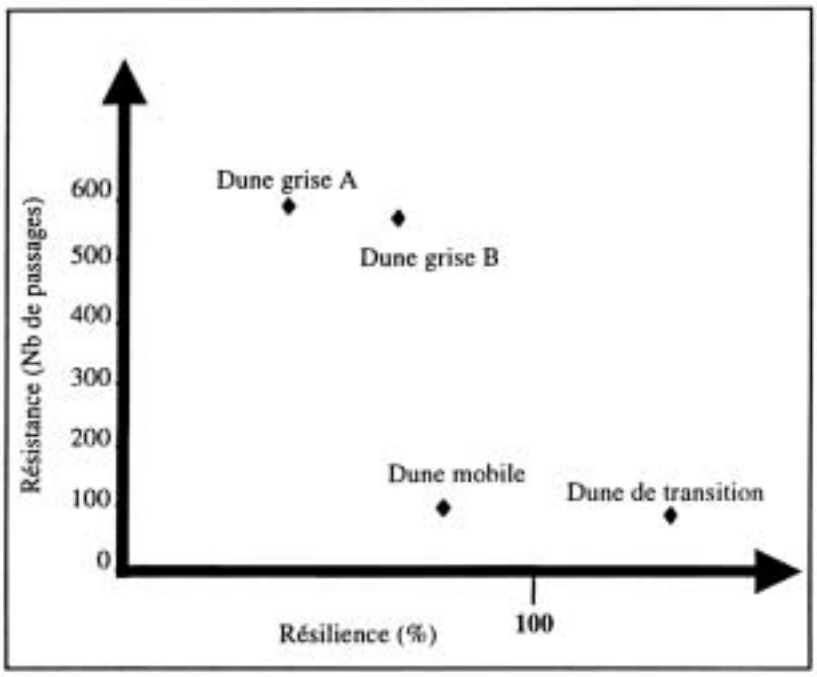


Figure 4 : Résilience et résistance au piétinement de quatre communautés végétales.

La **résistance** est évaluée en mesurant l'intensité de la fréquentation (en nombre de passages) qui provoquent une diminution du recouvrement de la végétation de 50% par rapport aux recouvrement initial.

La **résilience** est le temps qu'il faut à la végétation pour retrouver son état initial. Un indice de résilience est obtenu en mesurant le recouvrement de la végétation un an après une dégradation de 50%.

Un indice de **tolérance** peut être calculé en prenant le nombre de passages qui induit une dégradation de 75%**,** il traduit le seuil de fréquentation à ne pas dépasser. Les dunes grises, à forte résistance et faible résilience, s'opposent aux dunes blanches caractérisées par une faible résistance et une résilience plus forte. Un piétinement a un plus grand effet immédiat sur la dune blanche que sur la dune grise, par contre un piétinement intense de la dune grise risque de marquer le paysage très longtemps.

II.2 - Effets des plantations de pins sur le sol et la végétation de la dune grise.

Une étude des clairières le long des côtes atlantiques (Lemauviel et Rozé 2000) a montré que les différences phyto-géographiques étaient marquées. Deux trajectoires apparaissent cependant pour l'évolution des clairières : elles aboutissent soit à la dune grise soit au fourré pré-forestier. Chaque cas peut s'expliquer par les caractéristiques pédologiques, la richesse en espèces, le recouvrement de la végétation et l'exposition aux conditions climatiques littorales.
Le boisement accélère la dynamique progressive de la végétation.

La transformation de l'écosystème dunaire par le boisement est très progressive, souvent la première génération n'a que très peu d'effet. Plusieurs générations de boisements peuvent permettre l'installation d'écosystèmes différents et moins originaux du fait de l'évolution du sol en parallèle.

➢····· III - Effets d'autres perturbations sur le site de Quiberon-Plouharnel

Les effets des lapins ont été testés par une analyse par défaut où des placettes sont soustraites à l'action des lapins et analysées en comparaison avec celles qu'ils fréquentent. Des grattages et des dépôts de ses fécès ont été testés. Il apparaît que le grattage de la végétation peut permettre une diversité accrue de la végétation en créant des niches écologiques pour la régénération des annuelles. Une faible intensité de perturbation est favorable au développement d'*Omphalodes littoralis*. Le grattage avec exportation des débris entraîne des modifications plus importantes.
A travers le saupoudrage, le vent est un élément majeur de la détermination de la composition floristique de la dune de transition. Des essais expérimentaux ont été réalisés, ils mettent en évidence la bonne adaptation de deux espèces, *Festuca rubra* ssp.*arenaria* et *Galium arenarium*. Ces plantes créent en peu de temps un tapis végétal dont la structure est suffisamment stable pour permettre le développement d'espèces mois adaptées à cet apport de sable. Elles disparaissent des communautés végétales lorsque la compétition devient plus difficile, si le saupoudrage a cessé de sélectionner la flore.
Pour toutes ces expérimentations, la cicatrisation est étudiée plusieurs années après la pertrubation.

L'intérêt des micro-perturbations sur l'abondance d'*Omphalodes* est net dans la partie sud du site de Quiberon.

Les fascines et les litières d'ajonc se sont avérées très efficaces pour capter les graines portées par le vent et de ce fait accélérer la restauration de la végétation.

➢····· IV - Interface dune-forêt, principes de gestion, références, attributs vitaux, indicateurs

L'écologie de la restauration est une discipline récente, elle est née du besoin de compléter l'approche descriptive de l'écologie par une approche prescriptive. Elle doit intégrer un certain nombre de paramètres dont l'activité humaine.
Les objectifs, sur cette partie des dunes, sont de conserver le patrimoine biologique et parfois de stabiliser le substrat.

Selon le concept d'attributs vitaux (caractéristiques corrélées pouvant servir d'indicateurs de la structure et du fonctionnement d'un écosytème) proposé par Aronson *et al.* en 1995, nous proposons les attributs suivants pour la dune grise :

- une richesse floristique en espèces pérennes importante,
- une richesse floristique en espèces annuelles très forte,
- un spectre biologique large,
- une très grande diversité biologique,
- un recouvrement de la végétation de 100% sauf pour les dunes de transition,
- une très faible phytomasse aérienne,
- une très faible productivité de la phytomasse,
- la présence d'espèces caractéristiques d'un point de vue phyto-géographique (ou espèces clé de voûte) comme *Tortula ruraliformis, Ephedra distachya,* ou *Rosa pimpinellifolia,*
- un stock de graines dans le sol assez important et diversifié (Lemauviel *et al.* à paraître),
- une surface du sol souvent sableuse et perméable (sauf cas particuliers),
- une faible réserve en eau disponible,
- une durée de disponibilité en eau du sol très faible,
- une litière peu abondante de type mull,
- de nombreux organismes fixateurs d'azote (légumineuses : *Medicago maritima, Lotus corniculatus...* ou Cyanobactéries : *Nostoc* sp.…).

La dune boisée présente des attributs vitaux différents : le nombre d'espèces a diminué le sol a souvent évolué.

Différentes dynamiques sont possibles pour une dune grise. Très souvent les dunes grises ont été dégradées. Les dégradations se traduisent par une baisse de la richesse en espèces végétales puis par une déstabilisation du substrat ou par une évolution vers un système moins original. Il est essentiel de bien préciser l'écosystème de **référence**, c'est-à-dire vers lequel on va s'orienter, l'objectif à atteindre. Contrôler l'ensemble des attributs vitaux est souvent utopique par contre plusieurs d'entre eux sont souvent faciles à analyser. Le référentiel européen natura 2000 constitue une étape importante vers l'identification d'écosystèmes de référence en terme de composition. Les références concernant le fonctionnement des écosystèmes sont pour l'instant plus difficiles à utiliser.
A l'échelle du paysage, il peut également être tenté de décrire des attributs vitaux. Aux attributs de composition, il est possible d'ajouter l'insertion dans un paysage plus large, la capacité de restauration, le respect des directives européennes et le niveau de dégradation.

V - Bibliographie

- Lemauviel S. and Rozé F. (2000) : Ecological study of pine forest clearine along the French Atlantic sand dunes : Perspectives of restauration. *Acta oecologica* 21 (3) p. 179-192.
- Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C., Pontanier (1995) : Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. *In l'Homme peut-il refaire ce qu'il a défait* ? J. Libbey Paris. p. 11-29.
- Lemauviel S. and Rozé F. (2001) : Response of four plant communities to trampling in a dune system in Brittany. (soumis).

PLACE DES MOUSSES ET LICHENS DANS LE PAYSAGE DES DUNES GRISES : CAS DU SUD LANDAIS

Raphaël Jun
Doctorant en Laboratoire d'Ecologie Végétal – Université de Rennes I
Le Hillon - 40260 Castets

Résumé :
Les différentes études et observations réalisées sur le littoral aquitain depuis avril 1997, nous ont permis de montrer que les mousses et les lichens forment des peuplements persistants sur la dune. Ils recouvrent parfois de larges surfaces, mais la diversité maximale est observée en dunes fixées non boisées, dunes "grises" en limite de frange forestière. Du fait de leur localisation sur la dune, de leur relation avec certaines plantes caractéristiques telle que *Helichrysum stoechas*, de leur mode de développement et de leur sensibilité à la dynamique dunaire, les peuplements de mousses et de lichens peuvent être considérés comme des indicateurs biologiques du caractère de stabilisation ou de déstabilisation de la dune. Des études complémentaires devraient être effectuées et intégrées aux plans de gestion des sites du réseau Natura 2000 pour permettre aux gestionnaires d'avoir une connaissance plus approfondie du milieu et de mettre en place des politiques de gestion respectant de manière globale les différents habitats de la dune.
Mots Clés : mousses, lichens, dune grise, indicateur biologique, Natura 2000, gestion, habitat

Abstract :
Studies and observations of the Aquitaine coast since April 1997 have demonstrated that mosses and lichens are persistent populations on dunes. They sometimes cover wide areas, but maximum diversity is observed on non-wooded fixed dunes, the so-called "grey" dunes on the woodland fringe. By dint of their location on the dune and their relationship with characteristic plants such as *Helichrysum stoechas*, their mode of development and their sensitivity to dune dynamics, moss and lichen populations may be considered to be biological indicators of the stable or unstable character of the dune. Further studies should be performed and incorporated into the management plans for Natura 2000 network sites, to provide managers with a deeper knowledge of the environment and enable them to implement management policies suitable for the various dune habitats.
Key words: mosses, lichens, grey dunes, biological indicator, Natura 2000, management, habitat

INTRODUCTION

Depuis avril 1997, différentes études et observations des peuplements de mousses et lichens ont pu être réalisées (Jun 1997, 1999) sur les dunes littorales non boisées du sud des Landes, essentiellement sur les sites de Seignosse et de Tarnos, chantiers pilotes du projet Life 95.
Nous avons recensé en priorité les espèces terricoles et/ou humicoles se développant sur le substrat dunaire. Des observations ont été effectuées également pour les lichens épiphytes.
Nous exposerons dans un premier temps les espèces rencontrées, leur répartition sur la dune, ainsi que des éléments de la dynamique des peuplements. Dans un deuxième temps nous parlerons de l'intérêt patrimonial des espèces. Enfin, nous apporterons des éléments de réflexion sur quelques principes de gestion du milieu dunaire.

I - LES ESPÈCES RENCONTRÉES ET LEUR RÉPARTITION SUR LA DUNE

Les mousses et les lichens présents sur la dune sont des espèces vivaces, héliophiles et thermophiles, poïkilohydres (leur teneur en eau s'équilibre en fonction du taux de l'humidité de l'air), douées de reviviscence, qui ont développé des particularités biologiques et physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Elles constituent des peuplements permanents donnant une couleur caractéristique aux paysages de dunes "grises", vert-jaune l'hiver et brun-gris l'été.

Les espèces de mousses et de lichens ont été recensées suivant un transect ouest-est allant de la plage à la frange forestière. La limite de la dune non boisée est la lisière de la forêt de protection. Au-delà, s'étend la dune boisée.

La liste des mousses recensées sur les dunes littorales non boisées du sud des Landes est consignée dans le tableau I, celle des lichens dans le tableau II. *(La systématique adoptée est pour les mousses: SMITH 1978 The Moss Flora of Britain and Ireland, et PURVIS et Al. 1992 The Lichen Flora of Britain and Ireland, pour les lichens.)*

L'utilisation de la loupe, du microscope ainsi que de réactions chimiques (pour certains lichens) sont indispensables à la détermination précise des échantillons sur le terrain et en laboratoire. Certaines caractéristiques d'observation et de détermination sont mentionnées dans les tableaux.

(Les réactions sont notées P pour le paraphénylène diamine, K pour la potasse, Cl pour l'hypochlorite de sodium (eau de javel), KCl pour une réaction successive de K et Cl.)

I.1 - Les mousses…

Deux catégories de mousses se distinguent qui leur confèrent des caractéristiques, un pouvoir de colonisation et de rétention du sable, propres.

Les mousses dites acrocarpes, représentées, entre autres, par *Tortula ruraliformis* se développent sous la forme de tiges dressées, elles retiennent le sable dans l'enchevêtrement de leurs tiges.

Les mousses dites pleurocarpes, représentées surtout par *Hypnum cupressiforme*, se développent sous la forme de tiges rampantes fixant solidement le sol.

BINOME	Caractéristiques	Répartition sur la dune
Brachytecium albicans	Stérile, pleurocarpe	rare, micro stations en dune fixée
Bryum bicolor	Généralement fructifiée, acrocarpe,	Assez fréquente.
Bryum capillare	Fructifiée, acrocarpe,	Assez fréquente.
Campylopus introflexus	Généralement fructifiée, acrocarpe	Assez fréquente en limite de frange forestière, semble être envahissante
Campylopus atrovirens	Généralement fructifiée, acrocarpe,	assez rare.
Ceratodon purpureus	Généralement fructifiée, acrocarpe	assez rare, çà et là en dune grise
Dicranum scoparium	Stérile, acrocarpe	assez rare, surtout en frange forestière
Homalothecium lutescens	Stérile, Pleurocarpe.	assez rare, çà et là en dune grise
Hypnum cupressiforme (var elatum et ericetorum)	Stérile, Pleurocarpe	très fréquente, elle couvre souvent l'arrière dune fixée, sinon rare.
Pleurochaete squarrosa	Stérile, Acrocarpe.	assez rare.
Polytrichum juniperinum	Stérile, acrocarpe,	fréquente en limite de frange forestière.
Pseudoscleropodium purum	Stérile, Pleurocarpe.	peu fréquente, sauf en limite de frange forestière sous couvert végétal.
Rhacomitrium canescens	Stérile, Acrocarpe.	assez rare.
Rhytidiadelphus squarrosus	Stérile, pleurocarpe,	rare, présente dans les zones sous couvert végétal.
Tortula ruraliformis	Stérile, Acrocarpe	très fréquente, surtout dans les zones à immortelles.

Tableau I : Liste des mousses récoltées et recensées sur les dunes non boisées du sud des Landes au 06/00.

Tortula ruraliformis et *Hypnum cupressiforme* sont les seules qui colonisent de grandes surfaces de dune, remontant parfois sur le bombement sommital (plateau pour les dunes ayant subies un calibrage mécanique). Toutes deux forment de grands tapis permettant un recouvrement total (parfois 100%) du sable en lette. Les autres espèces ne prennent réellement de l'importance qu'en limite de frange forestière ou dans les zones colonisées par le Ciste à feuilles de sauge (*Cistus salvifolius*).

Cependant, le développement de ces espèces sur des micro stations peut nous donner des informations sur l'état de la dune notamment sur les modifications (apports en nutriments organiques ou minéraux), la formation de sol (pédogenèse), et les déstabilisations que peut subir la dune (érosion éolienne et impact anthropique par piétinement).

Enfin, il existe de nombreuses autres espèces dès que l'on rentre dans la frange forestière qui sont susceptibles, par avancée de la forêt ou recul de la dune, de se retrouver dans la zone d'étude (*Dicranum scoparium*, *Thuidium tamariscinum*...).

I.2 - …Les lichens

Les lichens sont constitués d'une association symbiotique entre une algue et un champignon. La forme de l'appareil végétatif du lichen (le thalle) leur permet de résister plus ou moins bien à l'ensablement.

Le port fruticuleux (ressemblant à un petit buisson) est le plus représenté, il semble être le plus adapté parce qu'il permet au lichen de croître en hauteur et de se dresser au-dessus du substrat. L'espèce la plus rencontrée est *Cladonia rangiformis* qui se développe sur de larges surfaces de préférence en dunes "grises" (photo 1).

Photo 1 : Cladonia rangiformis sur tapis dense de Tortula ruraliformis en dune grise *(R. Jun – 2001)*

Le port foliacé est également représenté, le lichen se développe sous la forme d'une feuille posée sur le substrat ou sur le tapis de mousses. Sa résistance à l'ensablement est faible mais des espèces comme *Peltigera rufescens* et *Cladonia foliacea* (deux variétés) forment des colonies parfois très denses.

Enfin, le port podétié complexe en forme d'entonnoir (scyphes) n'est représenté que par une seule espèce, *Cladonia chlorophaea*. Sur la dune, sa résistance à l'ensablement est faible.

Les lichens sont surtout représentés par des Cladonies, *Cladonia rangiformis*, *furcata* et *foliacea* (deux variétés) qui se développent sur le tapis de mousses dans toutes les parties ensoleillées.

Des observations et déterminations complémentaires pourraient montrer la présence d'autres espèces de *Cladonia*, comme *Cladonia mediterranea*, rare sur la façade atlantique au sud de l'estuaire de la Gironde,

mais récemment identifiée sur le littoral aquitain sur la dune domaniale de Vielle - Saint-Girons (Nougadère 1998).

BINOME	Caractéristiques	Répartition sur la dune
Cladonia ciliata (var. *tenuis* et var. *ciliata*)	Thalle fruticuleux P+, K-, Cl-, KCl-	assez fréquent en limite de frange forestière.
Cladonia chlorophaea	Thalle complexe, P+	assez rare, présent sur débris de matière organique.
Cladonia foliacea (var *alcicornis*)	Thalle foliacé, P+, KCl+	assez fréquent.
Cladonia foliacea (var *convoluta*)	Thalle foliacé, P+, KCl+	assez fréquent.
Cladonia furcata (deux variétés dont var. *racemosa*)	Thalle fruticuleux, P+, K-, KCl+	assez fréquent.
Cladonia portentosa (plusieurs variétés)	Thalle fruticuleux P-, K-, Cl-, KCl+	assez fréquent, surtout en limite de frange forestière, près des cistes.
Cladonia rangiformis	Thalle fruticuleux, P-, K+, Cl-, KCl-.	très présent.
Cornicularia aculeata	Thalle fruticuleux noir	rare, çà et là en arrière dune fixée.
Evernia prunastri var. *arenaria*	Thalle fruticuleux en lanières	seulement quelques individus, très rare.
Peltigera rufescens	Thalle foliacé, pas de réaction	très présent au sud de Tarnos où son thalle peu atteindre une vingtaine de centimètres.

Tableau II : Liste des lichens récoltés et recensés sur les dunes non boisées du sud des Landes au 06/00.

Notons également la présence d'un lichen qui se remarque facilement par sa couleur jaune orangée, *Xanthoria parietina*, non spécifique des dunes, se développant sur les blockhaus et les piquets en ciment.

Enfin, il existe également plusieurs lichens épiphytes (*Parmelia*) qui se développent sur les souches, troncs et branches des arbres ou arbustes présents, et qui dans certaines conditions écologiques peuvent se développer à même le sable. Seuls des travaux d'observation ont été réalisés, exceptée pour *Evernia prunastri var. arenaria* qui fut cartographiée.

Le cortège de lichens en dunes boisées ne varie que très peu, la majorité des individus rencontrés sont des variétés de l'espèce *Cladonia portentosa* présente également dans les dunes non boisées en limite de frange forestière.

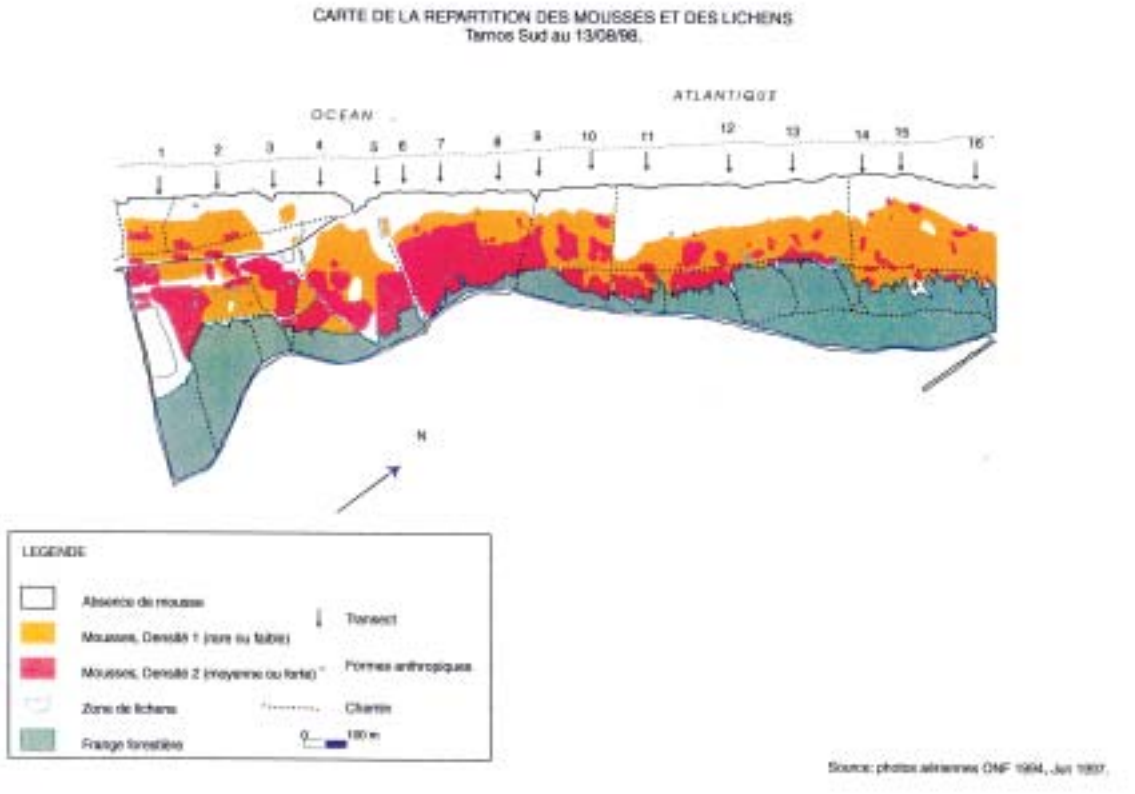
Très peu d'individus peuvent être observés au sol pour plusieurs motifs, notamment en raison de la présence d'un recouvrement important de pins dont les aiguilles recouvrent presque entièrement le sol ne laissant pas les lichens se développer.

Parmi les lichens lignicoles des *Parmelia* ont été observés. Leur développement sur les pins est assez réduit, et fonction de l'âge de ceux-ci en relation avec le dynamisme de leur desquamation de leur écorce. Ils ne se développent presque exclusivement que sur les souches pourrissantes et sur les pins âgés, de préférence orientés du côté est ou nord.

II - Répartition sur la dune

Les mousses et les lichens ne possèdent pas de racines comme les plantes supérieures mais des rhizoïdes, cette caractéristique les empêche de coloniser un substrat meuble comme le sable en dune mobile. C'est pourquoi, nous observons leur maximum de développement en dune fixée, dans les zones stabilisées où leur recouvrement est souvent important. La cartographie de ces zones est difficile, d'une part à cause de la petite taille des espèces qui leur permet de passer facilement inaperçues et, d'autre part en raison de leur capacité à occuper des micro stations (en fonction des micro reliefs) correspondant à des conditions écologiques bien définies. Il existe donc des rapports étroits entre les espèces présentes sur une station et les caractères écologiques, qui permettront (une fois que ces caractères sont bien identifiés) aux gestionnaires d'utiliser certaines espèces comme indicateurs biologiques.

Les études réalisées nous ont permis d'élaborer les cartes de répartition des mousses et lichens sur les sites de Seignosse et Tarnos. *(Voir un exemple de carte de la répartition des mousses et des lichens ci-dessous-Jun 1997 et 1999).*



Les zones à Immortelles (*Helichrysum stoechas*) sont propices au développement des mousses, essentiellement *Tortula ruraliformis* dont la densité des peuplements (nombre et forme des coussinets liés au pourcentage de recouvrement au sol) varie suivant l'état de stabilité de la dune.
Les espèces du genre *Cladonia* constituent presque la totalité de la population de lichens sur la dune. Elles recouvrent également la plus grande surface.

Notons qu'à Seignosse, l'urbanisation en lette (du Penon aux Estagnots) est la première cause de destruction des habitats de dunes "grises" limitant le développement des mousses et des lichens.

De plus, remarquons qu'à Tarnos le développement important des mousses et lichens dans l'association *Tuberaria guttatae – Corynephoretum canescentis* semble être influencé par les colonies de *Pancratium maritimum* (Jun 1999).

La mise en relation des cartes de répartition des associations végétales qui caractérisent les "dunes grises" avec les cartes de répartition des mousses et des lichens nous permettent d'avoir une vision plus juste de la répartition des habitats de dunes "grises" sur la dune.

III - Les dynamiques et caractères de bio-indication

La fixation du sable par les phanérogames semble dans un premier temps indispensable à l'implantation puis à sa colonisation par les mousses et les lichens. Par contre, dans les zones dégradées d'arrière dune, les mousses sont les pionnières de la recolonisation, en l'absence d'apport de sable important. La fixation du sable par les rhizoïdes et l'enchevêtrement des tiges ainsi que le maintien d'une humidité d'origine pluviale ou atmosphérique permettent de dire que les mousses contribuent à la résistance de la dune et à la fixation du sable (Pierrot 1980). Elles se développent sous la forme de coussins serrés en relation avec certaines plantes "protectrices" (*Helichrysum, Artemisia, Thymus…*) caractéristiques.

Sur la dune, les lichens semblent se développer dans un stade postérieur à l'implantation des mousses. Dès lors, des relations de compétitions se mettent en place, "régulées" par l'action du lapin (grattage, alimentation, urine et crottes), ils forment des tapis moins denses que les mousses, ils ne retiennent que faiblement le sable. Leur dégradation par piétinement laisse le sable à nu.

Les peuplements de mousses et lichens sont réactifs aux faibles variations des conditions écologiques de la dune, et très sensibles à deux facteurs de déstabilisation du milieu. Le piétinement (fractionnement des individus, déstabilisation de la couche superficielle du substrat) et l'apport de sable (apport brutal supérieur à 2 cm/an) entraînent rapidement la mort des espèces de mousses et de lichens, tandis que les autres plantes peuvent résister. Par conséquent, la régression des peuplements traduit la déstabilisation du milieu. De même, l'implantation (colonisation ou recolonisation) de ces espèces sur la dune (en dune mobile, de transition, et fixée) traduit une stabilisation (maturation) du milieu.

Des études et observations complémentaires doivent être réalisées tout le long de l'année (notamment en automne et hiver) afin de caractériser les différents stades de successions végétales des groupements bryolichéniques en relation avec les phanérogames ainsi que sur l'écologie des espèces et des groupements en dunes "grises".

IV - Intérêt patrimonial

La dune grise est une zone tampon, entre le milieu dunaire et la frange forestière. Cette position lui confère des caractéristiques écologiques particulières aux zones de lisière (écotone) et une biodiversité exceptionnelle. Ceci fait que les arrières dunes fixées à végétation herbacée du littoral atlantique (dunes "grises") sont un habitat prioritaire de la Directive Habitats. Cet habitat est caractérisé par la présence de mousses et de lichens.

Aucune des espèces de mousses recensées ne fait l'objet de mesures réglementaires de protection. Elles sont pour la plupart cosmopolites et communes en France.

Pour les lichens, les espèces semblent être dans l'ensemble assez cosmopolites. Les espèces communes de notre pays ont le plus souvent une aire de répartition immense, parfois mondiale.

L'endémisme chez les lichens est peu fréquent, pour autant que l'on puisse l'apprécier (peu de personnes les étudient). Par contre, les particularités biologiques et écologiques des lichens montrent tout l'intérêt que présente le maintien de ces plantes dans le milieu naturel. La nature symbiotique à elle seule exigerait que l'on porte intérêt à la conservation des lichens (Van Halluwin 1993).

Nous pouvons tout de même noter deux espèces qui présentent un intérêt du fait de leur faible représentation sur les deux sites. *Cornicularia aculeata* n'a pu être observé que sur quelques rares stations en arrière dune fixée à Tarnos.

De même, *Evernia prunastri* ("la mousse du chêne" connue des forestiers) est une espèce très polymorphe, très commune en France, essentiellement corticole, par contre la variété *arenaria* se développe directement sur le sable. Elle n'a pu être observée qu'une seule fois à Tarnos.

Notons que sous l'impulsion du Professeur Dupont (Université de Nantes) remarquant la faible répartition des espèces (et les prélèvements exercés par les fleuristes et les architectes) tous les Cladonia (sous-genre Cladonia et Cladina) font l'objet d'une interdiction de ramassage sur l'ensemble du département de Loire Atlantique (44) par arrêté préfectoral du 12 mai 1992.

La collecte, la détermination et les photographies des différentes espèces de mousses et de lichens présentes nous ont permis de dresser les listes d'espèces par site, de constituer un herbier (division ONF-Dax) ainsi que d'élaborer un poster (mai 2000) dans le but d'une vulgarisation pour le grand public.

V - Principes de gestion

En raison de leur taille (de 0,5 à 5 cm voire 6 cm de haut) plus petite que celle des phanérogames, et de leur discrétion naturelle, il est plus difficile de prendre en compte ces cryptogammes dans la gestion du milieu.

Les mousses et lichens sont très réactifs aux changements, par conséquent, il est nécessaire d'intégrer ces populations dans les réflexions de gestion, pour conserver les habitats en dunes "grises" en permettant leur pérennité.

Il est conseillé d'interdire toute plantation de pins en dune grise voire même d'effectuer quelques élagages et débroussaillages dans certaines zones bien délimitées afin de limiter la fermeture du milieu par les espèces ligneuses et de permettre l'extension des habitats.

Si le gestionnaire ne peut intervenir que ponctuellement et de manière très limitée sur les facteurs naturels, la priorité de son action doit porter sur la réduction de la pression anthropique. Les principales dégradations anthropiques sont dues au piétinement (promenades, sportifs, cheval) et au passage de véhicules tous terrains (4x4, motos, VTT). La prise en compte de ce constat implique la mise en place d'ouvrages de franchissement de la dune pour guider le public vers la plage au niveau de passages stratégiques.

Une responsabilisation des populations locales, des usagers et des utilisateurs doit être mise en œuvre sous la forme de campagnes de sensibilisation et d'information tout le long de l'année, avec une plus grande fréquence pendant la période estivale. Durant cette période, le flux de populations sur les dunes engendre des dégradations (fragmentation des individus, déstabilisation du sable) sur les peuplements de mousses et de lichens desséchés, donc très sensibles.

VI - Conclusion

Les mousses et les lichens sont souvent inconnus du public et, parfois, des botanistes qui n'y prêtent pas attention. Ils font pourtant partie de notre patrimoine floristique, qu'il est intéressant à faire découvrir au public et dont l'étude et la dynamique des peuplements sont à prendre en compte par les gestionnaires et responsables de sites.

La directive européenne du 21 mai 1992, dite "Directive Habitats" a pour objectif de contribuer à assurer la biodiversité par la conservation et la gestion adaptée des habitats naturels de la faune et de la flore sur le territoire européen. Il est important d'intégrer l'étude et le suivi des populations de mousses et de lichens présents en dunes "grises" au sein des études floristiques effectuées lors de l'élaboration des plans de gestion et documents d'objectifs, au moins pour les sites du réseau Natura 2000, afin d'apporter des éléments de réflexion sur l'écologie, la dynamique et la gestion du milieu dunaire.

VII - Bibliographie

- Abbayes des (1951). *Traité de lichénologie,* Encyclopédie biologique XLI, Le Chevalier.
- Augier J. (1996). *Flore des Bryophytes,* Encyclopédie biologique LXIV, Le Chevalier.
- Boistela A. (1900). Nouvelle flore des lichens, Belin.
- Bonnot E.-J. (1971). *Sur la place et le rôle des bryophytes dans la végétation des dunes* in Colloques Phytosiologiques I, Paris, pp 149-155.
- Botineau M. et Houmeau J.M. (1980). *Contribution à l'étude des lichens des dunes côtières de Charente-Maritime,* Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série numéro spécial 4.
- Clauzade G. et Roux C. (1985). *Likenoj de Okcidenta Eùropo, illustrita determinlibro,* Société Botanique de Centre-Ouest.
- Douin I. (1892). Nouvelle flore des mousses et des hépathiques, Belin.

- Jahns H.M. (1989). Guide des fougères mousses et lichens d'Europe, Delachaux et Niestlé,
- Jun R. (1997). Etude préliminaire des mousses et des lichens en milieu dunaire, Seignosse et Tarnos, Rapport de stage, Office National des Forêts.
- Jun R. (1999). *La prise en compte des mousses et des lichens dans la gestion des dunes,* Mémoire de maîtrise, Institut d'Aménagement de Tourisme et d'Urbanisme , Université de Bordeaux 3,
- Nougadere A. (1998). Contribution à l'étude des mousses et des lichens de la dune littorale aquitaine, forêt domaniale de Vielle-St Girons, Office National des Forêts - Dax.
- Ozenda P. et Clauzade (1970). Les lichens, étude biologique et flore illustrée, Masson.
- Pierrot R.B. (1980). *Bryophytes des dunes du littoral charentais,* Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série numéro spécial 4.
- Pierrot R.B. (1985). *Les bryophytes du Centre-Ouest,* Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série numéro spécial 5.
- Purvis et Al. (1992). *The lichen flora of Great Britain and Ireland,* The Natural History Museum Press
- Smith A.J.E. (1980). *The moss flora of Great Britain and Ireland,* Cambridge University Press.
- Van Halluwin C. et Lerond M. (1993). *Guides des lichens,* Le Chevalier.

DIVERSITÉ DE L'ENTOMOFAUNE DUNAIRE ATLANTIQUE

Patrick Dauphin & Hervé Thomas
Société Linnéenne de Bordeaux
1, place du Bardineau - 33000 Bordeaux

Résumé :
L'entomofaune du littoral dunaire atlantique, dont on peut estimer la richesse à 2000 espèces au moins, comprend au moins trois endémiques (*Thorectes sericeus, Medon burdigalensis, Nacerda carniolica atlantica*), de nombreuses caractéristiques et des constantes encore plus nombreuses. La biodiversité globale augmente régulièrement quand on passe de la plage à la dune blanche, puis à la dune grise, puis à la dune boisée. La plus forte proportion de caractéristiques s'observe sur la plage et sur la dune blanche. L'écosystème le plus menacé par l'activité humaine est celui de la plage. Les autres écosystèmes sont, en partie, très dépendants de la diversité végétale.

Abstract :
The insect life of the Atlantic coastal dunes, estimated to contain at least 2000 species, includes at least three endemic insects (*Thorectes sericeus, Medon burdigalensis, Nacerda carniolica atlantica*), with many more characteristic species and constants. Overall biodiversity increases regularly from beach to white dune, to grey dune and, finally, wooded dune. The highest proportion of characteristic species can be found on the beach and the white dune. The ecosystem most threatened by human activity is that of the beach. The other ecosystems are, in part, highly dependent on plant diversity.

INTRODUCTION

La connaissance des biocénoses des sables mobiles littoraux aquitains doit beaucoup aux travaux de Caussanel (1965, 1970) et de Bigot & al. (1983). Nous avons été amenés à poursuivre ces recherches au niveau faunistique et écologique, en particulier dans le cadre d'études entomologiques demandées par l'Office National des Forêts. On trouvera ci-après une brève synthèse des données rassemblées depuis une dizaine d'années. Un guide pratique illustré est en préparation pour publication aux Editions Sud-Ouest fin 2002.
Il convient de distinguer les espèces caractéristiques des sables littoraux, qui ne se rencontrent que dans ce milieu particulier ou à peu près, les constantes qui y sont systématiquement présentes mais qui vivent aussi dans d'autres milieux, et les espèces importées qui proviennent de milieux voisins ; ces catégories sont bien sûr un peu artificielles, et il existe des cas intermédiaires.
Le pourcentage de caractéristiques dans la faune globale est de l'ordre de 80% sur la plage, 40% dans la dune blanche, 20% dans la dune grise, et moins de 10% dans l'arrière-dune et la forêt littorale. Il diminue donc progressivement lorsqu'on passe de la plage à la forêt.
L'intérêt patrimonial des diverses espèces peut tenir à plusieurs raisons :
• l'endémisme : c'est le cas pour la Géotrupe *Thorectes sericeus*,
• le fait d'être caractéristique du milieu étudié,
• la rareté sur le plan faunistique.

I - DONNÉES ÉCOLOGIQUES

Convention typographique :

> ***espèce caractéristique*** (ex : ***Labidura riparia)*** : typique du milieu, ne se trouve guère ailleurs.
> espèce constante (ex : Apion ononis) : très commune dans ce milieu, mais pouvant se trouver dans d'autres milieux.
> ***espère rare*** (ex. ***Leiodes furva*).**

La **planche 1** résume le fonctionnement global de l'écosystème, et la **planche 2** la répartition transversale de quelques catégories écologiques.
Nous nous limiterons ici, faute de place, aux caractéristiques, aux principales constantes, et à quelques autres espèces notables.

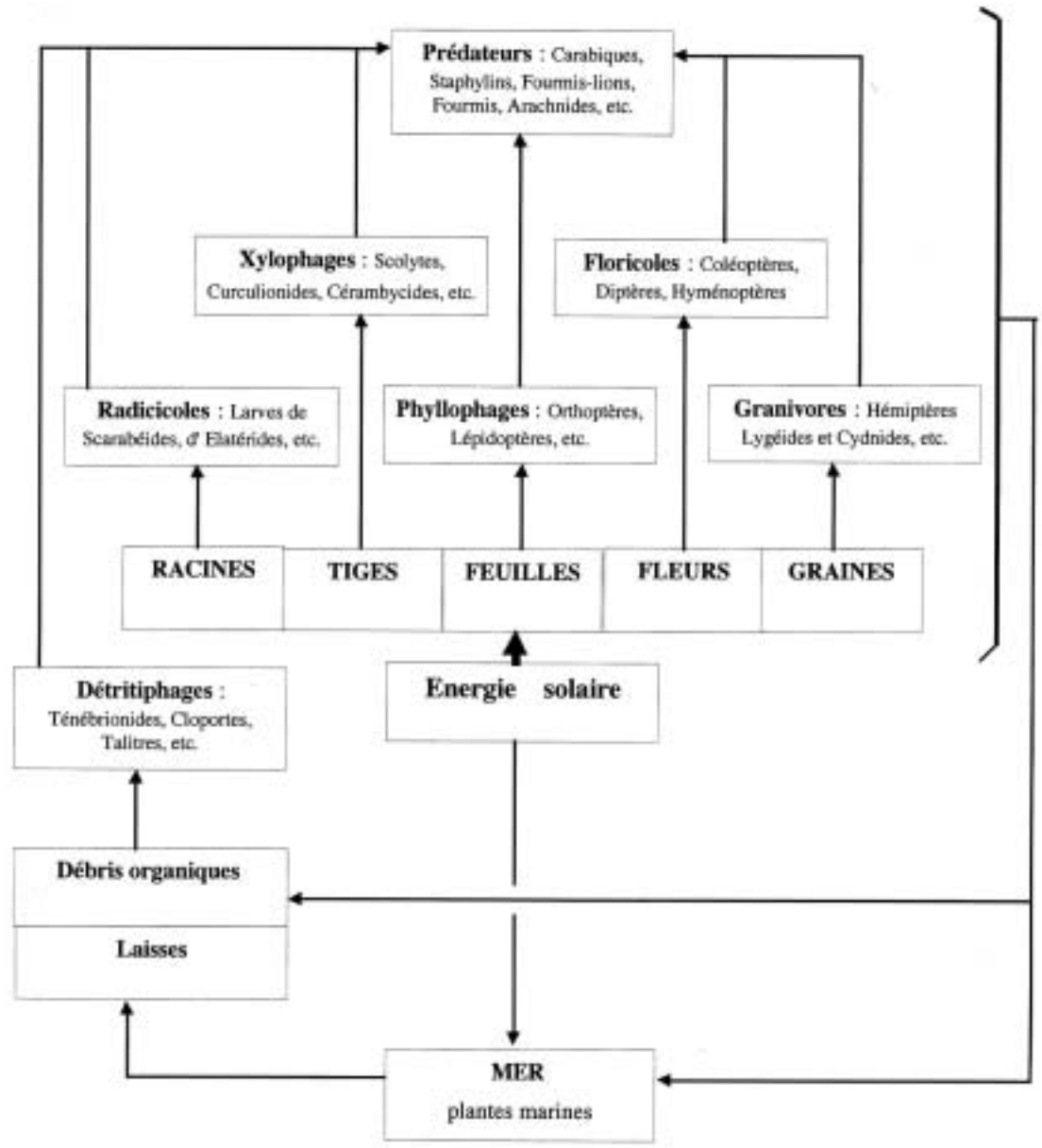


Planche 1 : Fonctionnement général de l'écosystème global

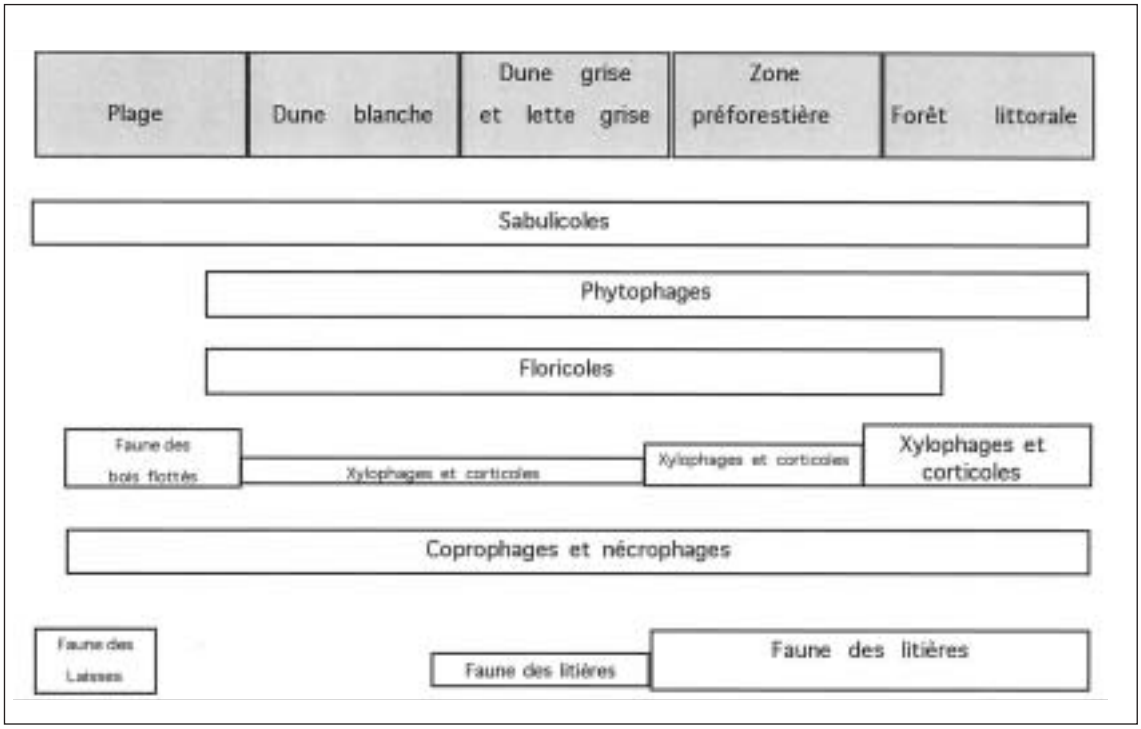


Planche 2 : Distribution des grands groupes écologiques

I.1 - La plage

C'est le milieu qui nous paraît le plus perturbé par l'activité humaine et en particulier par les opérations de nettoyage. Il comprend normalement un certain nombre de caractéristiques bien spécifiques (voir Bigot *& al.*, 1983).

L'espèce la plus emblématique, la grande Nébrie des sables ***Eurynebria complanata*** est devenue rare ou absente sur les plages du sud-ouest ; elle vit durant la journée cachée sous des débris, en particulier les bois flottés, et elle sort de nuit pour chasser les proies dont elle se nourrit, en particulier les Talitres ; c'est une caractéristique sensible dont les populations se sont réduites de manière drastique ces dernières décennies ; nous considérons qu'elle est maintenant en danger.

Le Staphylin ***Cafius xantholoma*** est quand même présent sous les débris divers, mais peu abondant ; cette espèce était normalement très commune sous les laisses. ***Phytosus nigriventris*** est un autre Staphylin, de petite taille, caractéristique des plages ; quelques exemplaires ont été trouvés. Deux autres espèces, ***P. balticus***, et ***P. spinifer***, se rencontrent avec la précédente.

Lophyra flexuosa est une Cicindèle caractéristique mais en raréfaction constante ; quelques exemplaires ont été observés. Un autre Carabique, ***Broscus cephalotes***, se rencontre parfois sur l'arrière-plage.

Labidura riparia, la grande Forficule des sables, autre espèce emblématique des plages et dunes, reste présente, mais rare sur la plage ; on la trouve sous divers débris. Une autre Forficule, ***Anisolabis maritima***, très rare, vit normalement sur la côte méditerranéenne, mais quelques exemplaires ont été pris dans la région de Seignosse.

Sous les cadavres, *Necrodes littoralis* est un nécrophage constant.

Le Cloporte ***Armadillidium album*** est assez commun sous les débris.

La **faune des laisses** comprend aussi ***Cercyon littoralis***, devenu lui aussi rare, et ***Fucellia maritima***, encore assez répandue, ainsi que d'autres Diptères halophiles dont les larves vivent dans les laisses :

Fucellia tergina, ***Helcomyza ustulata***, ***Malacomyia sciomyzina***, ***Hydrina punctatonervosa***, ***Hecamede albicans***, ***Tethyna griseola***, ***Coelopa pilipes***, etc., le Cloporte ***Tylos latreillei***,…

Les **bois flottés** constituent aussi un milieu très caractéristique, malheureusement très perturbé par le nettoyage systématique des plages et en régression constante ; ce milieu est important pour deux raisons : il sert de nourriture à diverses espèces caractéristiques comme ***Mesites aquitanus*** et ***M. pallidipennis***, aux larves de ***Calicnemis latreillei***, ***Pselachus spadix***, ***Caulotrupodes aeneopiceus***, ***Brachytemnoides filum***, etc...
Les morceaux de bois abritent durant la journée toute une faune également caractéristique comme les ***Eurynebria, Labidura, Phytosus***, etc., et ***Phaleria cadaverina***, de même que ***P. atlantica***, cette dernière très rare au nord de l'Adour.

Enfin, le Crustacé Amphipode ***Talitrus saltator*** (« Puce de mer ») est encore commun.

I.2 - Les milieux hygrophiles de la base de la dune

Ces milieux sont, comme on pouvait s'y attendre, colonisés par des espèces hygrophiles que l'on peut rencontrer dans d'autres milieux de ce type ; nous n'avons pas observé d'espèces qui seraient propres à la base dunaire, mais une faune hygrophile assez banale comprenant toutefois quelques espèces rares. Ce milieu mériterait certainement une étude plus approfondie.

Parmi les plus communes figurent des Staphylins : *Philonthus quisquiliarius, Gabrius nigritulus, Paederidus ruficollis, Paederus riparius, Stenus aceris* ; des Hétéroptères comme surtout *Saldula arenicola*.

Un autre Staphylin, *Stenus mendicus*, est beaucoup plus rare, de même que le Carabique *Omophron limbatum* ; par ailleurs on peu noter que l'Hétéroptère Nabidae *Nabicula lineata* est peu commun, et se trouve ici proche de sa limite sud de répartition.

Aux abords de ce milieu a été observé le rare Crustacé Amphipode ***Talorchestia desayesei***.

I.3 - La dune blanche

La dune blanche comporte une faune caractéristique classique, qui comprend :
Des Carabiques : ***Pelor inflatus***, ***Calathus mollis***, ***Harpalus melancholicus***, ***H. neglectus***.
Des Ténébrionides sabulicoles détritiphages : **Tentyria curculionides interrupta**, **Phylan gibbus**, **Xanthomus pallidus**, *Crypticus quisquilius*.
Des Hyménoptères sabulicoles : *Bembex rostrata*, *Colletes cf. cunicularius*, etc.
Parmi les autres sabulicoles, citons le très rare Hémiptère ***Macropternella marginalis***.
Une faune inféodée à Ammophila arenaria : *Ischnodemus quadratus* (constant et abondant), **Philopedon plagiatum**, **Dactylochelifer latreillei**, *Tetramesa eximia*, et un Lépidoptère : **Aletia litoralis**.
Une faune inféodée à *Otanthus maritimus* : **Tephritis stiptica**.
Une faune inféodée à *Elymus farctus* : *Chlorops pumilionis* (galles en cigares).
Une faune inféodée à *Cynodon dactylon :* *Dasiops latifrons* (galles en tresses).
Une faune inféodée à *Ononis spinosa* : *Macrotylus paykulli, Apion ononis, Gampsocoris punctipes*.
Une faune inféodée à *Euphorbia paralias* : *Dicranocephalus agilis*, *Acrolita subsequana*.
Une faune inféodée à *Galium arenarium* : ***Timarcha goettingensis maritima*, Geocrypta galii**.
Une faune inféodée à *Hieracium eriophorum* : *Aulacidea hieracii* (gallicole), *Pseudocleonus cinereus* (vit aussi sur *Leontodon hispidus*), *Noeeta pupillata*.
Une faune inféodée à *Linaria thymifolia* : **Chrysomela kusteri temperei**.
Une faune inféodée à *Calystegia soldanella :* *Spermophagus calystegiae*.
Une faune inféodée à *Cakile maritima* : ***Psylliodes marcida***, ***Psylliodes pallidipennnis***, *Baris laticollis*, *Baris caerulescens* (ce dernier non caractéristique). *Phyllotreta cruciferae* est une espèce comune sur diverses Brassicacées ; *Meligethes caeruleovirens* se trouve sur les fleurs…

Une faune assez voisine de la précédente inféodée à *Matthiola sinuata* : ***Psylliodes marcida***, ***Psylliodes pallidipennis***, *Dicyphus errans*, *Lixus albomarginatus*, *Baris laticollis*.

Des Coléoptères mycophages comme ***Leiodes furva***.

Des Hyménoptères (voir aussi les floricoles) comme *Bembex rostrata*.

Divers sabulicoles : ***Aegialia arenaria***, ***Brindalus porcicollis***, ***Anthicus tristis schaumi***, ***Anthicus fenestratus***, ***Baeckmanniolus dimidiatus***, *Mecynotarsus serricornis* (les cinq premiers sont caractéristiques, le dernier constant), ***Colotes punctatus***, *Cydnus aterrimus*, ***Geotomus punctulatus, Odontoscelis dorsalis, Dicronychus equiseti***. Quelques Diptères prédateurs constants : ***Philonicus albiceps***, *Thereva annulata...*

Sur les fleurs, en particulier celles d' *Eryngium maritimum*, se rencontrent les habituels floricoles, généralement non caractéristiques mais constants, comme les Scolies ***Megascolia maculata maculata*** (le plus gros Hyménoptère de France), *Colpa sexmaculata*, *Psilothrix cyaneus*, ***Stenostoma caeruleum***, ***Anogcodes dispar***.

On peut rencontrer aussi l'endémique ***Thorectes sericeus*** et un autre coprophage, *Onthophagus nuchicornis*, dans diverses déjections.

Le Cloporte ***Porcellio scaber arenarius*** est commun sous les plantes.

Signalons enfin une araignée, la Lycose des sables *Arctosa perita* et les escargots ***Theba pisana*** et ***Cochlicella acuta***.

I.4 - La dune grise (au sens large, incluant les « lettes » grises)

Bien des espèces de la dune blanche peuvent se rencontrer sur la dune grise, en raison de leur mobilité ; en dehors de celles-ci, la dune grise comporte beaucoup d'espèces à large répartition qui colonisent les fleurs, les déjections ou les mousses et la litière.

Faune inféodée à *Helichrysum stoechas* : *Actinoptera mamulae*, *Paroxyna absinthii*, petits Diptères dont les larves vivent dans les capitules, *Cryptocephalus fulvus*, ***Eublemma candidana***.

Faune inféodée à *Artemisia campestris maritima* : *Nysius senecionis*, *N. graminicola*, *Cryptocephalus fulvus*, *constants*, *Rhopalomyia artemisiae*, *Trupanea stellata*, Diptères gallicoles sur les diverses Armoises, ***Stenodes cf clavana*** (galles caulinaires), *Thyodia citrana*, Lépidoptères.

Faune inféodée à *Leontodon taraxacoïdes* : ***Pseudocleonus cinereus***.

Faune inféodée aux *Tamarix :* Ces arbustes hébergent une faune à la fois très constante et caractéristique : ***Coniatus tamarisci***, ***Coniatus repandus***, ***Opsius statogalus***, ***Tuponia tamarisci***, ***Tuponia hippophaes***.

Faune inféodée à *Herniaria ciliolata : Gronops lunatus*.

Faune inféodée aux Rumex : *Coreus marginatus*, *Mantura chrysanthemi*, *Apion haematodes*, *Lycaena phlaeas*, *Dypterygia scabriuscula*.

Carabiques : ***Harpalus melancholicus***, *H. neglectus*, *H. oblitus patruelis*, *Trechus cuniculorum*.

L'Hémiptère Miridae ***Exolygus maritimus*** se rencontre sur diverses plantes.

Divers phytophages : ***Anaceratagallia laevis, Wagneriella sinuata,*** **Phytobaenus amabilis,** ***Agrotis graslini*****.**

Les Criquets comprennent des espèces banales comme *Oedipoda coerulescens* et des éléments steppiques comme ***Oedaleus decorus***.

Divers Hétéroptères sabulicoles : ***Aethus nigritus***, ***Odontoscelis dorsalis***…

Parmi les Cloportes, on trouve ***Porcellionides cingendus*** et *Porcellio scaber*, sous la forme ***arenarius*** et sous la forme scaber.

I.5 - La zone préforestière

Cette zone, intermédiaire entre la dune et la forêt, comprend une flore herbacée et arbustive assez riche, et donc aussi une entomofaune variée, avec beaucoup de constantes et très peu de caractéristiques.

La Mante Religieuse, *Mantis religiosa*, et l'Empuse, *Empusa pennata*, cette dernière plus méridionale, peuvent s'y trouver. Parmi les grillons, on rencontre souvent *Gryllus campestris*, le grillon commun, et *Oecanthus pellucens*, le grillon des arbres. Les criquets *Oedipoda coerulescens* et *Sphingonotus coerulans* sont communs, de même que les termites *Reticulitermes lucifugus*. Les Forficules *Forficula auricularia* et *Euborellia annulipes* sont fréquents, surtout le premier.

Espèces inféodées à *Tuberaria guttata* : ***Pachytychius asperatus***, très commun par places, et le rare Lygaeide ***Anomaloptera helianthemi***.

Espèces inféodées à *Cistus salvifolius* : ***Dicladispa testacea***, ***Apion tubiferum***, *Macroplax fasciata*, *Meligethes fuscus*. Ces espèces sont assez caractéristiques du milieu littoral, selon la répartition de la plante-hôte.

Espèces des *Rubus* : le Phasme *Clonopsis gallica*, discret mais constant ; *Coreus marginatus*, et des Lépidoptères : *Macrothylacia rubi* (le Bombyx de la Ronce), *Thyatira batis*.

Espèce inféodée aux *Hypochoeris* : Le Cynipide *Phanacis hypochoeridis* cause des galles caulinaires très visibles.

Espèces des Éricacées : Ce groupe est riche et varié ; il comprend des Hémiptères : *Rhyparochromus tristis*, *Phytocoris varipes*, *Psallus callunae*, *Rhinocola ericae* ; des Charançons : *Micrelus ericae*, *Micrelus ferrugatus*, *Nanophyes niger* ; une Altise : *Arrhenocoela lineata ; des Lépidoptères* : *Pyla fusca*, *Lycophotia porphyrea*, *Acrobasis porphyrella*, *Pachycnamia hippocastanaria*, *Coscinia cribraria*, *Xestia agathina*. Le petit Diptère *Dasineura ericae-scopariae* cause des galles de bourgeons très fréquentes.

Espèces associées à *Cytisus scoparius* : Nombreux Hémiptères : *Capsodes flavomarginatus*, *Heterocordylus tibialis*, le rare *Heterocordylus montanus*, ***Bothrostethus annulipes***, *Arytaina genistae* ; un Cérambycide : *Deilus fugax* ; une Chrysomèle : *Phytodecta olivacea* ; une Bruche : *Bruchidius lividimanus* ; des Charançons : *Sitona regensteinensis*, *Sitona griseus*, *Tychius venustus*, *Tychius parallelus*, *Apion fuscirostre* ; un petit Diptère, *Asphondylia sarothamni*, cause des galles sur les bourgeons ; des Lépidoptères : *Pseudoterpna coronillaria*, *Scotopteryx peribolata*, *Bichroma flammula*, *Lacanobia w-latinum*.

Espèces des *Ulex europaeus* : On peut noter le Staphylin floricole *Philorhinum sordidum*, le Cryptophagide *Micrambe obcordata*, divers Charançons dont *Sitona regensteinensis* et *Apion ulicis*, des Hétéroptères comme ***Pachylops bicolor***....

Sur *Centaurea aspera* se rencontre couramment la petite Altise *Sphaeroderma rubidum*.

Cassida nebulosa se rencontre sur des *Chenopodium*, *Bruchidius tristiculus* sur des *Lathyrus*. Le petit Bupreste *Aphanisticus emarginatus* vit sur les *Juncus*.

Les *Plantago* sont parasités par une Chrysomèle, *Ovosoma haemoptera*, divers Charançons dont *Gymnaetron ictericum* et *G. pascuorum*, et une Tordeuse *Homaeosoma sinuella*.

Enfin, l'ensemble Poacées (=Graminées) de la dune blanche et de la dune grise est colonisé par des Hémiptères : *Aelia acuminata*, *Neotiglossa leporina*, *Chorosoma schillingi*, *Stenodema calcaratum*,

Stenodema laevigatum, *Trigonotylus ruficornis*, *Conostethus roseus*, et par des Lépidoptères : *Minois dryas, Neohipparchia statilines, Luperina testacea, Mesoligia furuncula, Agripjila latistria, A. geniculea, Pediasia fascilinella, Euthrix potatoria, Heodes tityrus, Lasiommata megera, Coenonympha pamphilus, Lucania putrescens, Sablia sicula, Pseudaletia unipunctata, Tholera decimalis...*

Les grands Mélolonthides comme le Hanneton Foulon ***Polyphylla fullo*** ou l'Anoxie ***Anoxia villosa*** peuvent se rencontrer dans divers milieux littoraux : leurs larves vivent aux dépens des Poacées, et les adultes se trouvent souvent sur les Pins.

Les entonnoirs des larves de Fourmis-lions sont très communs ; les espèces élevées en laboratoire à partir de larves prélevées dans les entonnoirs se rapportent à ***Myrmeleon inconspicuus***, plus rarement à ***Creoleon lugdunense*** ou ***Megistopus flavicornis***, mais il n'est pas exclu que d'autres taxons coexistent.

I.6 - La forêt littorale

Elle est évidemment dominée par les espèces associées au Pin maritime.

On notera :

Des Hémiptères comme *Coriomeris affinis*, la cigale *Cicada orni*, la Cochenille *Leucaspis pini*, des Coléoptères comme le Charançon *Brachyderes lusitanicus*.

De très nombreux Coléoptères à larves xylophages colonisant le bois mort ou dépérissant : *Ernobius gigas, Ernobius pini, Episernus gentilis* (Anobiidae), *Ptinus dubius* (Ptinidae), *Melanotus rufipes* (Elateridae), *Buprestis novemmaculatus*, *Anthaxia sepulchralis* (Buprestidae), *Spondylis buprestoides*, *Ergates faber*, *Arhopalus rusticus*, *Rhagium inquisitor*, *Anastrangalia sanguinolenta*, *Corymbia rubra*, *Monochamus galloprovincialis* (Cerambycidae), *Pissodes notatus, Hylobius abietis, Magdalis memnonia*, *Brachytemnus porcatus* (Curculionidae), et des Scolytidae qui peuvent attaquer les arbres affaiblis : *Orthotomicus laricis, Pityophtorus pubescens, Hylastes angustatus, Hylurgus ligniperda, Pityogenes bidentatus*.

De très nombreux corticoles vivant sous les écorces du bois mort : *Phyllodrepa devillei*, *Sepedophilus testaceus* (Staphylinidae), *Plegaderus discisus, Cylister oblongus*, ***Hetaerius ferrugineus*** (Histeridae), *Bitoma crenata*, *Endophloeus marcovichianus, Uleiota planata* (Colydiidae), *Silvanus unidentatus* (Silvanidae), *Dienerella elongata* (Latrididae), *Corticeus pini*, *Corticeus linearis*, *Menephilus cylindricus*, *Uloma culinaris*, *Phthora crenata*, *Nalassus laevioctostriatus* (Tenebrionidae), *Eucinetus meridionalis* (Eucinetidae), *Polyxenus lagurus* (Diplopode), et divers Cloportes : *Philoscia muscorum*, *Porcellio scaber*, etc.

De nombreux Lépidoptères à chenilles phyllophages : *Clavigesta sylvestrana, Dendrolinus pini* (Bombyx du Pin), *Sphinx pinastri* (Sphinx du Pin), *Bupalus piniaria* (Phalène du Pin) et bien sûr *Thaumetopoea pityocampa*, la Processionnaire du Pin, et de nombreuses espèces polyphages.

Le beau Coléoptère prédateur de diverses chenilles ***Calosoma sycophanta*** est devenu rare, mais on connaît encore mal sa biolgie, il conviendrait d'appronfondir les observations.

Faune de la litière des Pins : Eremocoris fenestratus, Sepedophilus lividus.

Les Chênes sont aussi colonisés par de nombreuses espèces ; outre une partie des xylophages et des corticoles cités plus haut, on peut retenir le Bupreste *Nalanda fulgicollis*, les Chrysomélides *Cryptocephalus labiatus* et *C. bipunctatus*, les Curculionides *Curculio elephas* et *C. glandium*. Des Diptères Cecidomyiidae causent des galles, comme *Macrodiplosis dryobia* et *M. volvens*, de même que des Hyménoptères Cynipidae comme *Andricus kollari*, *Andricus quercustozae*, et les très intéressant ***Neuroterus saliens*** sur *Q. suber* ; un Acarien, *Eriophyes ilicis*, est commun sur les feuilles de *Q. ilex*. Un grand nombre de Lépidoptères sont associés aux Chênes : *Acrobasis consociella, Lasiocampa quercus, Watsonalla binaria, W. uncinata* (*Q. ilex* et *suber*), *Peridea anceps, Drymonia doclonea, D. querna, D. velitaris, Harpya milhauseri, Stauropus fagi, Lymantria dispar, Catephia alchymista, Anua lunaris, Catocala sponsa, C. dilecta, C. conjuncta, C. conversa, Nola confusalis,...*

I.7 - Les floricoles

Ils forment un vaste groupe typique de la belle saison ; on les trouve sur diverses fleurs : *Eryngium maritimum, Cakile maritima, Matthiola sinuata, Helichrysum stoechas*, etc. En règle générale ce ne sont pas des caractéristiques, mais certaines espèces sont des constantes préférentielles. La plupart d'entre eux se nourrissent de nectar et de pollen, mais certains sont prédateurs (comme les Araignées de la famille des Thomisidae).

- Hémiptères : *Dolycoris baccarum, Carpocoris mediterraneus atlanticus, Piezodorus lituratus...*
- Scarabéoides : *Anomala dubia, Anisoplia villosa, Valgus hemipterus, Oxythyrea funesta, Netocia morio, Cetonia aurata...*
- Staphylinides : *Philorhinum sordidum*.
- Clérides : *Trichodes alvearius, T. apiarius*.
- Phalacrides : *Olibrus corticalis, O. flavicornis*.
- Cryptophagides : *Micrambe obcordata* (Fleurs *d'Ulex*)..
- Mordellides : *Mordellistena pumila, Mordella fasciata, M. aculeata*.
- Anaspidides : *Anaspis maculata, A. ruficollis, A. labiata*.
- Oedémérides : *Oedemera nobilis, O. lurida, **Nacerda carniolica atlantica**,Chrysanthia viridissima*.
- Dasytides : *Psilothrix cyaneus, Dolichosoma lineare*.
- Malachiides : *Anthocomus coccineus*.
- Cérambycides : *Stenurella bifasciata, S. melanura, S. nigra, Anastrangalia sanguinolenta, Leptura maculata, L. aurulenta*.
- Divers autres Coléoptères : *Meligethes fuscus, Isomira murina, Malthinus glabellus, Malachius marginellus, Attalus variitarsis, Anthaxia sepulchralis.*
- Diptères Syrphides : *Episyrphus balteatus, Epistrophe grossulariae…*
- Hyménoptères : ***Megascolia maculata maculata**, **Colpa sexmaculata**, **Scolia hirta hirta**, **Scolia sexmaculata**, Bombus lapidarius, B. terrestris, Apis mellifica, Ammophila heydeni, A. sabulosa, A. terminata mocsaryi, Sphex rufocinctus*.

I.8 - La faune des litières

Elle est composée d'espèces phytodétriticoles vivant dans les feuilles mortes plus ou moins décomposées ; ce sont des saprophages ou bien des prédateurs, car il existe tout un écosystème fonctionnant dans les litières. C'est bien sûr dans la forêt que cette faune est la plus abondante, mais on peut en rencontrer des éléments jusque sur la dune. Ce ne sont pas des caractéristiques mais au plus des constantes.

- Collemboles : *Entomobrya sp., Tomocerus sp., Orchesella sp., Dicyrtoma sp., Podura s.l. sp*.
- Archéognathes : *Machilis sp.*
- Blattodea : *Ectobius lividus, E. panzeri*.
- Staphylinides : *Gauropterus fulgidus, Leptolinus nothus, Xantholinus longiventris, Philonthus carbonarius, Quedius nitipennis, Rugilus orbiculatus, Medon burdigalensis, Tachyporus hypnorum, T. pusillus, T. solutus, T. nitidulus, Sepedophilus lividus, **Mycetoporus clavicornis**, Cordalia obscura…*
- Coléoptères divers : *Sacium pusillum, Sericoderus lateralis, Dapsia trimaculata, Aridius bifasciatus, A. nodifer, etc*.

Parmi les Arachnides, signalons l'***opilion Nemastoma bacilliferum***, rare espèce pyrénéenne, que l'on rencontre dans les environs de Seignosse et Tarnos.

I.9 - Faune coprophile et nécrophile

Elle peut se rencontrer partout où se trouvent des déjections (Lapins, Chiens, Humains…) ou de petits cadavres. Elle comprend des caractéristiques et même une endémique des plus intéressantes : ***Thorectes sericeus***, qui se nourrit surtout de crottes de Lapins.

- Scarabéoïdes coprophiles : Thorectes sericeus, Sericotrupes niger, Ontophagus nuchicornis, O. coenobita, Typhoeus typhoeus, Aphodius scybalarius, etc.
- Staphylinides coprophiles : *Anotylus inustus, Omalium caesum, Atheta pertyi, Atheta fungi, Aleochara bipustulata*, etc.
- Divers nécrophiles : *Necrodes littoralis, Hister quadrimaculatus,* ***Hypoccaculus rubripes***, ***Hypoccacus rugifrons***, ***H. dimidiatus***, ***H. crassipes***, *Dermestes frischi*.

II - Intérêt patrimonial des espèces observées

II.1 - Endémiques

La plus intéressante des endémiques observées est certainement ***Thorectes sericeus*** **(photo 1)**, la Géotrupe soyeuse des sables atlantiques, présente uniquement sur le littoral sableux du Sud-Ouest de la France, entre les estuaires de la Gironde et de l'Adour (ce sont les seules stations connues dans le monde). C'est aussi une caractéristique du littoral, constante mais jamais abondante dans nos dunes blanches ou grises. C'est donc, de toutes les espèces rencontrées, celle qui présente **le plus grand intérêt patrimonial**, ce qui justifierait largement des mesures de protection au niveau européen… En fait, **elle ne semble pas en danger**, du moins tant qu'il y aura des Lapins permettant sa nutrition et sa reproduction. Les adultes se rencontrent surtout durant deux périodes, mars-avril et août-septembre, mais en dehors de ces périodes on trouve assez souvent des cadavres secs. La femelle creuse un terrier vertical de 30 à 40 cm de profondeur, terminé par une cavité où elle entasse des crottes de Lapin, où vivront les larves ; le mâle participe à l'approvisionnement.

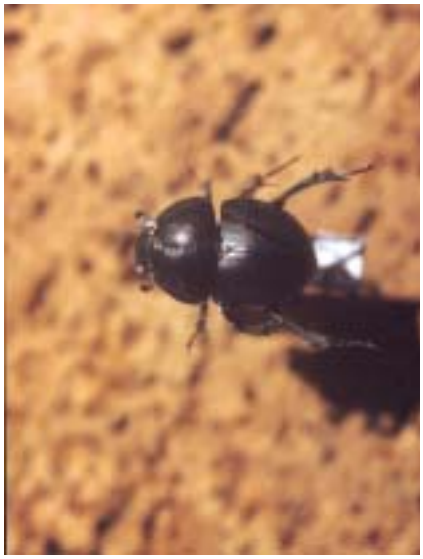


Photo 1 : géotrupe soyeuse *(Thorectes sericeus) (H. Thomas)*

Deux autres endémiques ont été identifiées :

Medon burdigalensis est un petit Staphylin décrit assez récemment par Coiffait, et connu seulement de quelques stations du Sud-Ouest, en Gironde et dans les Pyrénées-Atlantiques, toujours rare ; il n'est pas caractéristique du littoral.
Nacerda carniolica atlantica est la sous-espèce atlantique de *Nacerda carniolica* dont la forme typique est méditerranéenne. Cette sous-espèce a été décrite récemment par R. Allemand. Elle n'est pas caractéristique du littoral.

II.2 - Caractéristiques

Le cortège des caractéristiques des différents milieux constitue une biocénose de grand intérêt : ce sont des espèces inféodées au milieu littoral dans son ensemble. On les considère souvent comme des bio-indicateurs (Bigot, 1984) car leur présence témoigne du bon fonctionnement de l'écosystème ; au contraire, lorsque celui-ci se dégrade sous l'effet de l'anthropisation ou d'autres facteurs régressifs, les caractéristiques disparaissent progressivement et sont souvent remplacées par des espèces banales plus ou moins ubiquistes.

Certaines espèces caractéristiques sont des phytophages plus ou moins sélectifs, et dans cette mesure, **la biodiversité entomologique est liée à la biodiversité botanique**. D'autres sont des détritivores, des coprophages ou des prédateurs, et donc leur présence est assez largement indépendante de la diversité floristique ; par conséquent leur étude amène des éléments entièrement nouveaux à l'interprétation de la biodiversité globale.

II.3 - Constantes

Bien que n'étant pas strictement inféodées au littoral, les espèces constantes donnent des indications précieuses. Ce sont surtout des phytophages et des floricoles, et donc leur présence est étroitement liée à la végétation et à la surface des zones ouvertes colonisées par celle-ci.

Photo 1 : Thorectes sericens (H. Thomas)

LA PROTECTION DE L'ENTOMOFAUNE DUNAIRE AU QUOTIDIEN
Interview d'Alain Chauchoy, Agent de l'Office national des Forêts à Seignosse (Landes)

G. Granereau : Alain, peux tu nous dire comment tu mènes des actions de terrain en faveur des animaux, et des insectes en particulier ?

A. Chauchoy : Je n'ai pas de calendrier spécifique pour mener ce genre d'action, mais chaque fois que je suis amené à passer sur la plage ou la dune, à l'occasion de travaux, de tournées de surveillance, d'animations, je regarde toujours en direction de l'entomofaune. Toute modification du milieu, toute chose « anormale » suscite ma curiosité, et je fais bien souvent un détour « pour aller voir ». C'est ainsi que je peux juger sur le long terme de l'évolution de certaines espèces (régression ou progression).

G. Granereau: Sinon, as-tu des contacts avec ceux qui travaillent sur le littoral ?

A. Chauchoy : Oui, très fréquemment : comme la plage est nettoyée systématiquement par des moyens mécaniques lourds, il arrive parfois que les consignes données ne soient pas respectées. Il est relativement aisé, sur le terrain, de voir directement ceux qui travaillent pour leur expliquer pourquoi il faut faire attention au haut de plage. J'ai également des contacts avec les MNS (maîtres nageurs sauveteurs), qui informent également le public sur la protection de la dune.

G. Granereau : Ce dialogue a-t-il porté ses fruits ?

A. Chauchoy : Depuis l'action de formation proposée par l'ONF à ceux qui interviennent sur la plage, de fréquents contacts ont eu lieu. Les problèmes sont rares, et les services de nettoyage savent me contacter pour résoudre les éventuels problèmes. Il en est de même avec les MNS, qui répondent souvent au public en particulier sur des espèces impressionnantes comme la Scolie.

G. Granereau : Les déchets organiques échoués (bois, algues, etc) présentent un grand intérêt pour les insectes : que fais-tu dans ce domaine ?

A. Chauchoy : Effectivement, ce type de déchet, à l'exclusion toutefois des cadavres animaux, sont, chaque fois que je le peux, placés sur la banquette à Agropyron, ou sur le glacis externe de la dune. Ainsi, les détritivores, xylophages, et même carnivores pourront occuper ces abris. Mais je ne peux pas le faire systématiquement, faute de temps … et de moyens lorsque les troncs sont trop gros par exemple. Par ailleurs, j'ai noté que, pendant la saison estivale en particulier, ces bois servent à faire des feux de plage, ce qui ruine tous les efforts entrepris ! Des mesures seraient donc à prendre.

G. Granereau : Concernant les contacts avec le public, qu'en est-il ?

A. Chauchoy : Le public accepte très bien tous les dispositifs mis en œuvre ; il avoue bien souvent que sans ce contact, il serait resté dans l'ignorance des mesures que nous prenons, et qui leur semblaient futiles : mettre un bois sur la dune, ça en fait sourire beaucoup au début, mais ça passe avec l'explication. Les scolaires sont très attentifs si les groupes ne sont pas trop importants : au-dessus de 25, je capitule ! Le système de classes de découverte organisées par l'antenne locale de l'Éducation Nationale permet de définir dès le début l'organisation la plus favorable au déroulement de ces visites guidées. Je pars souvent avec de petites boites à insectes pour montrer les espèces dont je parle ; et là, le public – adulte ou scolaire – est vraiment très intéressé.

G. Granereau : Pour en finir, quels sont les contacts avec les élus locaux ?

A. Chauchoy : En règle générale, les discussions portent plutôt sur les travaux, l'aspect financier, etc… Les insectes passent pour eux au second plan, mais je crois que cela est en train de changer en particulier sur les sites où l'on a mis en œuvre le projet Life. Aujourd'hui, la plupart des élus comprennent mieux l'importance de la Puce de mer, alors qu'avant, ils croyaient qu'elle piquait et risquait de faire fuir les vacanciers ; c'est un peu caricaturé, mais je crois que cette remarque reflète la réalité.

III - PROPOSITIONS DE MESURE DE PROTECTION

Les deux mesures principales susceptibles de maintenir la diversité des peuplements entomologiques du littoral, voire de l'augmenter quand elle a régressé, nous semblent :

> Protéger la faune de la plage.
> Maintenir la diversité floristique.

III 1 - La plage

Le plus grand problème , ou du moins le plus urgent, est la préservation de portions de plages sans touristes. Il faudrait maintenir quelques zones "à l'état sauvage". Il suffirait de laisser les débris de tous ordres, notamment les bois échoués sur quelques portions de plages. Ils sont très dissuasifs pour le touriste, qui a l'impression alors que la zone est "sale" ; des barrières pourraient indiquer aux touristes la raison d'être de ces zones pour qu'elles ne soient pas perçues comme des négligences. Mais ces débris sont surtout le biotope unique d'une trentaine d'espèces d'insectes qui ne peuvent absolument pas vivre ailleurs,

et dont les effectifs diminuent parfois dramatiquement, si on se réfère à d'anciennes données. Peut-être pourrait-on même déposer quelques planches dans des sites « témoins » que l'on sacrifierait au profit de la faune typique. Que sont devenus, pour ne citer qu'eux, *Eurynebria complanata* et C*ercyon littoralis*, jadis très communs sur nos plages, et que nous n'avons pas pu retrouver ces deux dernières années ? Rappelons ce chiffre essentiel : **80% des espèces récoltées sur les plages ne peuvent vivre ailleurs !**

Trois espèces d'insectes pourraient servir de « témoins » de la santé de nos plages atlantiques. Il s'agit du dermaptère *Labidura riparia* et des coléoptères *Eurynebria complanata* et *Phaleria cadaverina*.

Photo 2 : Eurynebria complanata *(H. Thomas)*

***Eurynebria complanata* (photo 2) est une espèce menacée :** c'est un fait incontestable, qui vient d'ailleurs à nouveau d'être corroboré par la récente étude de la forêt du Flamand, Montalivet (Gironde) : un seul exemplaire trouvé en deux ans… Il reste bien quelques plages où on la trouve encore assez régulièrement , mais de moins en moins, et les rencontres s'espacent. Il faut absolument s'abstenir de capturer cette espèce, par ailleurs identifiable sans difficulté au premier coup d'œil.

***Labidura riparia* (photo 3) est une espèce très vulnérable** : Si les effectifs semblent encore se maintenir à des niveaux meilleurs que la Nébrie des sables, le Perce-Oreille des dunes nous inquiète lui aussi : il partage en effet avec elle le (triste) privilège d'être un grand prédateur, ce qui fragilise leur situation dans les écosystèmes menacés, où ils s'exposent en première ligne sur le front des candidats à la disparition. Lui aussi doit être protégé, et sa détermination sur le terrain est aisée.

Photo 3 : Labidura riparia *(L. Triolet)*

Photo 4 : Phaleria cadaverina *(H. Thomas)*

***Phaleria cadaverina* (photo 4) est une espèce vulnérable** : L'évolution de ses effectifs n'est pas aussi alarmante que pour les deux cas précédents. *Phaleria cadaverina* , en outre, a un régime alimentaire d' « opportuniste » : elle peut s'accomoder de divers restes animaux et végétaux. Elle a donc plus de possibilités pour s'adapter à des modifications de son milieu de vie. Néammoins, elle a besoin de se réfugier sous les laisses de mer et les bois flottés. Elle est facile à reconnaître, si l'on se garde des confusions avec *Xanthomus pallidus*, dont les antennes sont bien plus longues.

Ces trois espèces , faciles à identifier sur le terrain, sont donc à surveiller. Tous ceux qui, par vocation, ou par profession, sont amenés à effectuer des prospections sur les plages pourraient tenir un registre des effectifs au cours des années, afin de se rendre compte si les sites sont menacés. Il faudrait, dans le cadre d'un réseau structuré d'observateurs, effectuer au minimum 4 visites de contrôle par an, une par saison : Décembre, Mars, Juin et Septembre, par exemple. Il faudrait noter les conditions de vie de l'animal : était-il sous le sable, sous un amas de fucus, sous une petite planche ou sous une grosse branche ?

Espèce :	Date	Localité	Nombre d'individus	Habitat
Eurynebria complanata				
Labidura riparia				
Phaleria cadaverina				

Voici un exemple de grille à remplir sur le terrain. Nous serions heureux de recevoir les résultats d'observation d'un maximum de personnes qui se sentent concernées par ce problème. La description sommaire du biotope serait un plus : est-ce une zone de littoral urbanisé ? Y a-t-il une dune mobile importante ? Une érosion importante ? Des traces de pollution ? Beaucoup ou peu de laisses ? Une forte ou une faible fréquentation touristique ?

III.2 - La dune mobile

Comme nous l'avons dit plus haut, la dune mobile nous apparaît nettement moins menacée que la plage. Certes, il peut y avoir le piétinement par des touristes, et il y a l'érosion parfois spectaculaire par le vent et la mer. Cependant , il est nécessaire que la dune blanche, dite « mobile », vive sa vie de dune, sans nécessairement intervenir sur les processus naturels. Les clôtures de guidage qui préservent certaines dunes de l'afflux touristique sont en revanche très bénéfiques, car nombre d'espèces d'insectes sont inféodées à quelques plantes typiques de ce milieu, et le piétinement leur est néfaste.

Lorsqu'une intervention est nécessaire, sur la dune blanche, la plantation d'Oyats est préférable aux couvertures de branchages. Ces dernières présentent en effet l'inconvénient de modifier le biotope, de permettre l'apparition de plantes concurrentes , et d'insectes non typiques , comme des fourmis, qui pourraient représenter une menace pour l'écosystème bien particulier de la dune blanche. Pour la santé de la dune, en résumé, autant en emporte le vent… !

En plus des espèces végétales typiques et de leur faune phytophage associée, on notera le rôle considérable que joue le Panicaut maritime, *Eryngium maritimum* : ses tissus sclérifiés résistent au vent, au sel, au sable et à la dessication ; c'est le gîte de nombreuses espèces qui s'y abritent, notamment l'escargot *Theba pisana*. Mais c'est aussi le grand fournisseur de nectar de la dune : des dizaines d'espèces floricoles, plus ou moins typiques, s'y concentrent en période de floraison.

Y-a-t-il ici des espèces à surveiller étroitement, comme sur les plages ? A notre avis, non. Beaucoup sont des phytophages spécifiques, qui se maintiendront tant que leur plante-hôte sera présente. **Le suivi botanique est donc préférable**.

Si toutefois nous voulions dégager trois espèces significatives, là encore aisément identifiables, nous pourrions choisir la Grande Scolie, *Scolia maculata* (floricole, mais prédatrice à l'état larvaire), le **Hanneton Foulon (photo 5)**, *Polyphylla fullo,* (Phytophage) et le ténébrion *Tentyria curculionides atlantica* (opportuniste). Mais attention, aucune de ces trois espèces ne semble en danger actuellement sur nos côtes !

Le Hanneton Foulon est observable en quantité chaque année en juin et début juillet, lorsqu'il effectue sa sortie imaginale, au crépuscule.

Espèces	Date	Localité	Nombre d'individus
Scolia maculata			
Polyphylla fullo			
Tentyria curculionides			

Photo 5 : Polyphylla fullo *(L. Triolet)*

III.3 - Secteur de végétation de dune grise : dune grise et lette grise

La dune grise est un milieu où il y a moins d'espèces caractéristiques, mais celles qui s'y trouvent ont une importance considérable pour toute la biocénose associée : l'Immortelle et l'Armoise en particulier. La dune grise est en outre une zone de séparation entre la dune blanche et la forêt littorale. Elle contribue ainsi à la préservation du milieu dunaire qui empêche l'infiltration d'espèces d'insectes non typiques.

Le plus grand danger qui la menace est bien entendu l'urbanisation, et aussi la modification à des fins touristiques.

Mais il y aussi le problème de l'eau : des trous d'eau sont indispensables au maintien de certaines espèces, notamment les amphibiens qui s'y reproduisent. Or certains amphibiens affectionnent la lette, et la remontée des nappes phréatiques en hiver n'est pas obligatoirement suffisantes. Les exigences en eau des cultures de maïs, à proximité du littoral, peuvent avoir des conséquences sur le niveau des nappes. Il apparaît qu'il faudrait étudier la répartition des mares dans les zones littorales et notamment sur les lettes. Il faudrait en surveiller l'évolution, éviter qu'elles s'eutrophisent ou se comblent, mesurer le pH et la température en profondeur, et préciser leur éclairement. En effet, certains amphibiens menacés (comme le Pélobate Cultripède, présent au nord de la gironde) ont besoin d'une eau à la fois assez riche en matière organique et à pH entre 6 et 6,5 (légèrement acide). Le sel ne doit donc pas y entrer, le sable assurant l'acidité.

Faut-il creuser des trous d'eau ? Les habitants et les campeurs savent que les trous d'eau amèneront des moustiques… Il serait souhaitable d'en creuser dans certaines zones peu habitées du littoral, notamment dans les sites girondins où le Pélobate est en régression. Il conviendrait alors de surveiller les pontes d'amphibiens chaque année en février-mars.

S'il fallait surveiller des espèces, nous opterions bien entendu pour le **Pélobate, *Pelobates cultripes* (photo 6),** espèce menacée (absente dans le sud des Landes mais présente en Gironde, en Charente-Maritime et en Vendée). Nous pourrions citer aussi l'endémique bousier *Thorectes sericeus*, facile à reconnaître. Le criquet *Oedipoda caerulescens*, à ailes bleues, commun, pourrait servir de témoin. (bien qu'il ne soit pas typique de ce milieu : c'est une espèce xérophile).

Espèce :	Date	Localité	Nombre d'individus	Habitat
Pelobates cultripes				
Thorectes sericeus				
Oedipoda caerulescens				

Photo 6 : Pelobates cultripes *(Pelobates cultripes) (L. Triolet)*

IV - BIBLIOGRAPHIE

- Bigot L. & Tiberghien C. (1983). La plage et les dunes vives des côtes du Pays Basque, des Landes et de la Gironde : 189-201. In Bigot (L.), 1983, éd. - La plage et les dunes vives des côtes françaises. Ministère de l'Environnement, Paris.
- Bigot L. (1983). éd. La plage et les dunes vives des côtes françaises. Ministère de l'Environnement, Paris. 1-216.
- Caussanel C. (1965). Recherches préliminaires sur le peuplement de Coléoptères d'une plage sableuse atlantique. *Ann. Soc. ent. France*, I, 197-248.
- Caussanel C. (1970). Contribution à l'étude d'une plage et d'une dune landaise. *Vie et Milieu*, C, XXI, 1 : 59-104.
- Dauphin P. & Tamisier J.P. (1997). Quelques données entomologiques sur les dunes du Cap-Ferret (Gironde). Bull. Soc. linn. Bordeaux, 25 (3) : 89-107.
- Dauphin P., Duverger C. & Laguerre M. (1995). Données entomologiques sur la zone littorale de la Réserve Naturelle du Courant d'Huchet (Landes). Bull. Soc. linn. Bordeaux, 23(3) : 85-100.
- Dauphin P. (1996). Sur les plantes-hôtes de quelques groupes d'Insectes phytophages en France. Bull. Soc. lin. Bordeaux, 24 (3) : 135-146.
- Dauphin P. (2001). Données entomologiques sur la Forêt du Flamand. Bull. Soc. Linn. Bordeaux, 29 (1) : 37-54.
- Estève G. (1980). Les zoocénoses d' Arthropodes des sables mobiles littoraux. *Bull. Soc. bot. Centre-Ouest, N° spécial* 4, 173-208.
- Thomas H. & Dauphin P. (2001). Données entomologiques sur les plages et les dunes du sud des Landes (40). Bull. Soc. Linn. Bordeaux, 29 (2).

CHAPITRE 3

LES DUNES BOISÉES

UN EXEMPLE D'ANALYSE HISTORIQUE EN FORÊT DE SALIS ET DES COMBOTS D'ANSOINE (CHARENTE-MARITIME)

Guy Estève
Nature Environnement
61, route du Billeau - 17920 Breuillet
Tél. 05.46.22.74.7 - Email : gj.estève@wanadoo.fr

Résumé :
De nombreux documents, en particulier ceux conservés à la *Division O.N.F de La Rochelle* et aux *Archives Départementales de la Charente-Maritime*, permettent de retracer l'histoire des boisements de ce massif dunaire. Il aura fallu attendre 30 ans après la parution du décret impérial de 1810, relatif à la fixation des dunes, pour que soient entrepris les ensemencements.
Cet exemple est intéressant, au moins pour deux raisons :
- les travaux débutèrent à l'intérieur, loin du littoral, contrairement à ce qui se passa ailleurs en *Presqu'île d'Arvert*
- ils se firent sur des terrains considérés comme appartenant à l'État mais en fait privés.
Cette histoire est donc celle du travail des agents de l'État pour arrêter la marche des sables mais aussi des différends qu'ils eurent à régler avec les propriétaires successifs.
L'essentiel du boisement fut effectué entre 1840 et 1856 (pour près de 900 ha) sous la responsabilité des Inspecteurs des *Ponts et Chaussées*. Lorsque l'Administration des *Eaux et Forêts* prit la suite, en 1862, les travaux se poursuivirent sur la frange côtière. A l'aide de palissades, des cordons sableux furent mis en place pour assurer la protection de la forêt. Ces dunes ont aujourd'hui disparu par suite d'une érosion continue du littoral depuis un siècle.

Abstract :
Many documents, especially those housed at the *Division O.N.F.* in *La Rochelle* and at the *Archives Départementales, Charente-Maritime*, enable us to recount the history of this massif of dunes. It was only 30 years after the Imperial Decree of 1810 regarding the stabilization of dunes that sowing began.
This example is interesting in at least two respects :
- the work began in the hinterland, far from the coast, contrary to what happened elsewhere, in the *Presqu'île d'Arvert* ;
- the work was carried out on land which was considered as state property, but which was actually privately owned.
So this is the history of the foresters' work to halt the progress of the sand, but also of the disagreements they had to settle with the successives owners.
Most of the afforestation was carried out between 1840 and 1856 (almost 900 hectares) supervised by inspectors of the *Ponts et Chaussées*. When the Administration of the *Eaux et Forêts* took over in 1862, work continued on the coastal fringe with the help of palisades, low sandy ridges were put in place to protect the forest. Those dunes have now disappeared, following a hundred years of constant erosion.

I - LE MASSIF DUNAIRE BOISÉ : LA FORÊT DE SALIS

Cette forêt devait occuper une surface importante sur la presqu'île d'Arvert, peut-être dès l'époque néolithique[1], assurément au Moyen-Âge comme en témoigne une charte de 988 dans laquelle "*Eudes de Champagne concède au monastère de Saint Jean d'Angély qu'il restaura, sa forêt d'Alvert en Aunis*"[2]. C. Masse, géographe du Roi, avait observé en 1698 des souches "*qui etoient plus de 100 toises au large dans la mer, sur l'estran, quand elle etoit basse*"[3].

Les cartulaires des monastères de cette région montrent l'importance économique que représentait cette forêt. Les moines de Notre Dame de la Garde (La Tremblade) avaient, en 1197, "*le plein usage dans la forêt de Salis pour construire un moulin et le reconstruire et pour tous les autres usages du prieuré*".

[1]R. Facon, 1965. La pointe de la Coubre. Etude morphologique. NOROIS, t 12, p 165-180.
[2]Cité par R. P. Lesson, 1842. Lire Saintonge et non Aunis.
[3]C. Masse. Mémoire géographique. Ms 31. Bibliothèque Municipale de La Rochelle.

En 1237, c'est aux moines de l'abbaye de Vaux que le seigneur de Didonne et Royan "*donne, concède et confirme… à perpétuité le droit de chauffage et d'exploitation entière pour toutes les constructions et autres nécessités de l'abbaye et le droit d'usage pour le pacage des porcs et des autres animaux dans ma forêt de Salis*". Un document de 1340 rappelle les droits des vassaux "*de povoir dépesser les pins depuis le lieu de Petzallat jusques par toute la paroisse de Saint Augustin*". Deux autres, de 1326 et 1460, mentionnent, au nord-est du site étudié, l'*euze* ou *heuze Brisson* (euze en charentais signifie yeuse, le Chêne vert). A l'évidence il s'agissait d'une forêt mixte de pins et de chênes, verts en particulier.

Compte tenu de la situation de cette forêt, des fortes dynamiques éolienne et marine qui caractérisent la côte, des nombreux usages qui ont provoqué d'importants déboisements, la remobilisation des sables a dû se faire souvent. Deux conséquences s'en sont suivies : dépérissement des secteurs forestiers ensablés et érosion avec recul du rivage. En fait les érosions marine et éolienne agissent en synergie ou successivement, l'une préparant et facilitant l'autre.

L'humaniste E. Vinet qui parcourut la région vers 1545 la décrit ainsi *:"ie vi donques une forest desia la plus part couverte de sable, de sorte que nos chevaus montoint sans grand poine aussi bien, que les lievres du Medouc, iusques a la sime des plus hauts chesnes, & vismes aussi près de la mer, au milieu de ces grandes montagnes de sable, des maisons, que les gens du païs n'avoint onques vües, que depuis peu de jours, ni oui parler d'eles : lesqueles se discouvroint peu a peu, ainsi que ce sable marche avant, & gagne païs"*.

Le procès-verbal d'une enquête effectuée le long du littoral de Royan à la Grande Côte (commune de Saint Palais) mentionne, en 1551, à propos d'Ansoine : "*laquelle ville et château avons trouvés couverts de sable et la plupart des forêts de la seigneurie et chatellainie de Royan*".

La situation ne s'est pas améliorée lorsque, à la fin du XVIIème, C. Masse parcourt la Saintonge pour lever des cartes précises, d'un grand intérêt pour la connaissance de la topographie de la région **(figure 1).** De la vaste forêt de Salis ne subsistent que le bois de Bouffart à l'ouest de La Tremblade et, au sud, les forêts d'Arvert et de Royan séparées de la mer par de grandes étendues de sables.

II - Les Combots d'Ansoine, partie de la forêt de Courlay (ou de Royan)

Cette forêt est mentionnée dès le XIIIème (cartulaire de l'abbaye de Vaux) ; on la retrouve aux XIV et XVèmes avec l'*euze* déjà citée. Aux XVII et XVIIIèmes elle apparaît réduite à une bande NW-SE.
Le site actuel des Combots était à l'époque en grande partie sous les sables. Un acte de vente , de 1744, porte *"le terrain inculte et couvert de sable, appelé vulgairement Ansoine, dépendant du marquisat de Royan…tenant du côté de l'orient au rocher du Fourneau*[4]*, de l'occident à la forest et sables d'Arvert, du midy à la mer et du septentrion à la forest de Royan"*.

Les cartes de Belleyme et Cassini publiées dans la deuxième moitié du XVIIIème montrent une extension de la forêt vers le sud suivant un appendice esquissé sur la carte de Massede 1706. Ce développement semble s'être fait à l'abri d'un système dunaire barkhanoïde qui a dû se mettre en place pendant le XVIIIème.

L'acquéreur du domaine d'Ansoine pouvait faire de son terrain *"tout ce qu'il jugera à propos en amélioration du marquisat de Royan, mais au cas qu'il plut au dit seigneur de Barbeau de mettre le tout ou partie de ce terrain en bois, il sera tenu, cinq ans après la plantation de planter des poteaux pour séparer ce bois de la forest de Royan, le tout pour éviter tout trouble, division ou discussion du dit seigneur de Royan, son suzerain"*. Dès cette acquisition il fit construire un four à chaux. La nécessité d'exploiter du bois lui appartenant l'a-t-elle incité à boiser son terrain (au moins la partie à l'abri du cordon dunaire) ? Le seigneur de Barbeau aurait ainsi été le premier à effectuer des boisements dans ce domaine d'Ansoine.

[4]Pointe rocheuse de la Grande Côte ou pointe de Terre Nègre.

Figure 1 : Topographie de la région

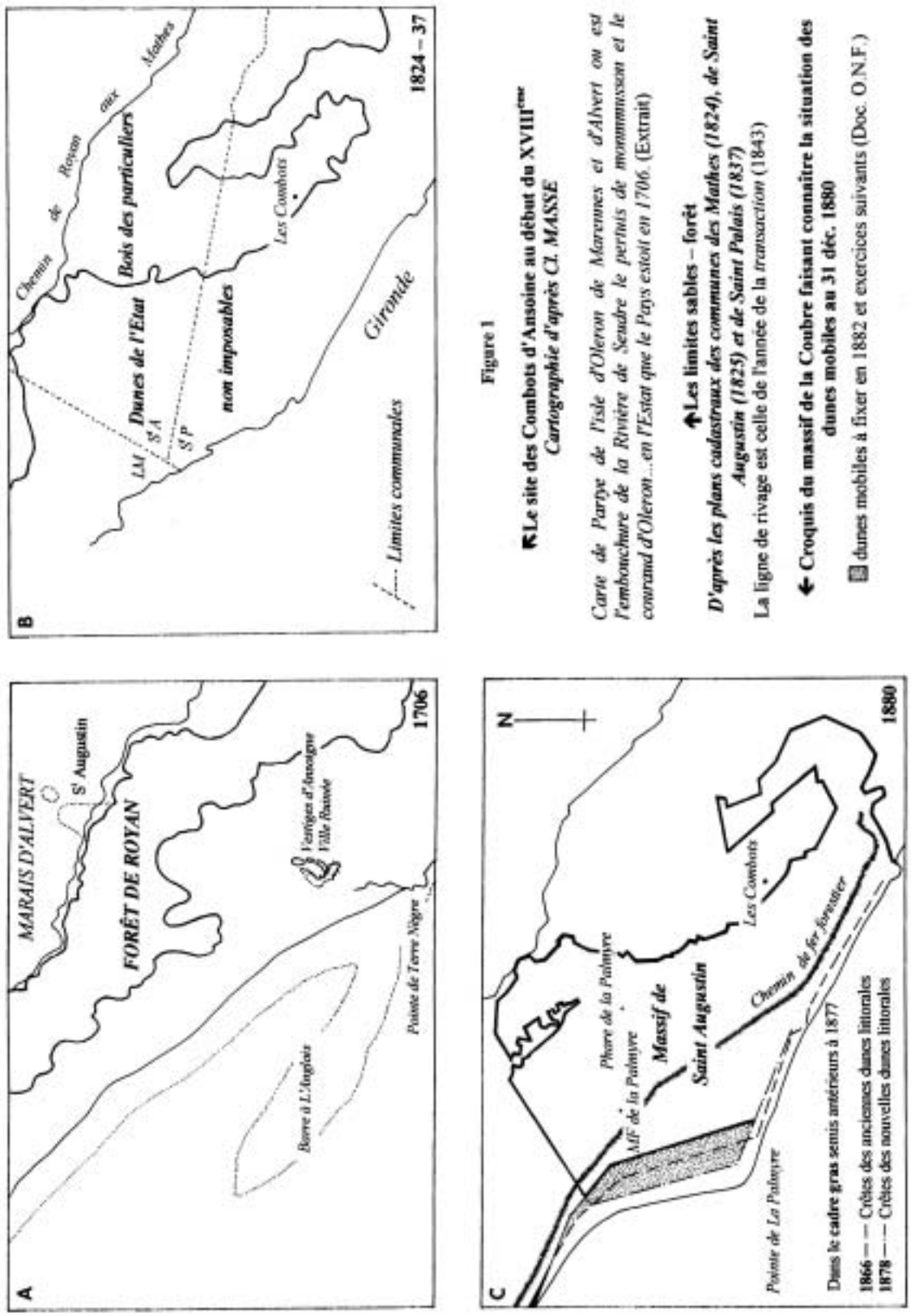


Figure 1

Le site des Combots d'Ansoine au début du XVIIIème
Cartographie d'après Cl. MASSE

Carte de Partye de l'Isle d'Oleron de Marennes et d'Alvert ou est l'embouchure de la Rivière de Seudre le pertuis de mommusson et le courand d'Oleron...en l'Estat que le Pays estoit en 1706. (Extrait)

Les limites sables – forêt
D'après les plans cadastraux des communes des Mathes (1824), de Saint Augustin (1825) et de Saint Palais (1837)
La ligne de rivage est celle de l'année de la *transaction* (1843)

Croquis du massif de la Coubre faisant connaître la situation des dunes mobiles au 31 déc. 1880

dunes mobiles à fixer en 1882 et exercices suivants (Doc. O.N.F.)

III - L'ÉTAT DES LIEUX À L'ÉPOQUE DE LA PARUTION DU DÉCRET DE 1810

Après deux ventes successives Les Combots furent rachetés en 1804 (par le sieur P.L. DUGAS d'Arvert), propriété *"dont la majeure partie est plantée en arbres pins et chênes, le surplus étant en pacages et en labours dans lequel domaine est bâtie une maison pour le logement d'un gardien et des granges et cabanes pour le bétail…"*. Le croquis annexé à la transaction de 1843 permet d'éclairer la rédaction de ce texte. Il faut en fait lire : *la surface boisée est plantée en majeure partie d'arbres…*", toute la surface n'étant pas boisée à cette époque **(figure 2 et plan Bonniot de la figure 3).**
Il apparaît qu'au début du XIXème le site était peu habité. C'est en périphérie, où les sables menaçaient le hameau du Maine Gaudin au sud-est et le marais de Saint Augustin au nord-ouest que les problèmes se posèrent.

En 1817 un rapport mentionnait *"une dune qui avait entièrement coupé la forêt de Saint Augustin et dont le pied repose déjà dans le marais doux de cette commune où rien ne peut plus arrêter sa marche"*.

En 1827 l'ingénieur en chef Lescure-Bellerive s'adresse au préfet en insistant sur la nécessité de traiter au plus tôt les parties les plus vulnérables comme "*les coulées effrayantes de Saint Augustin et du Maine Gaudin*" **(figure 2).**

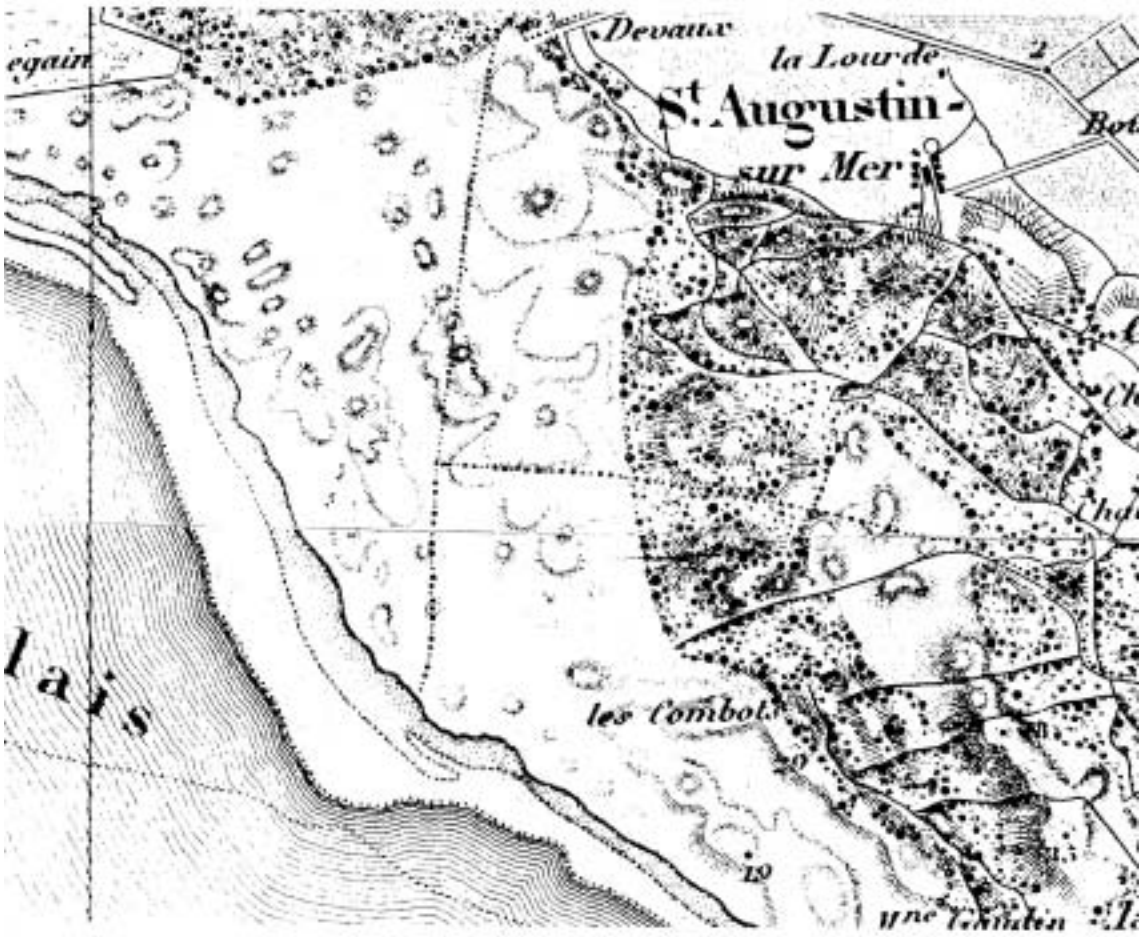


Figure 2 : Extrait de la « Carte d'état Major » Saintes, édition 1850.
La topographie est antérieure à 1850, à cette date, la « coulée » de Saint Augustin était ensemencée depuis 9 ans. La ligne de rivage est celle de 1825.

Plusieurs lettres et plans furent envoyés au préfet entre 1829 et 30, en vain. Les ingénieurs eurent d'abord à s'affronter avec les responsables territoriaux comme le montre ce rappel au préfet par Lescure en 1836 : "*il sera à propos que vous ayez le soin de renouveler encore une fois l'invitation à MM les maires des communes du littoral de veiller avec plus de vigilance à la conservation du domaine public*".

Ce n'est qu'en 1840 que le projet d'ensemencement des dunes entre Gironde et Seudre fut approuvé par le ministre des Travaux Publics et c'est sous la pression du Conseil d'arrondissement de Marennes que débutèrent les travaux.[5] "*Pénétré des heureux résultats que doit produire l'ensemencement des Dunes, dont l'envahissement intercepte les communications entre les communes de Saint Augustin et des Mathes,…demande pour éviter les progrès de cet envahissement que les semis commencent par la dune de la Roue Cassée*" **(figures 3 et 4).**
La même année, l'ingénieur en chef notait *"L'on travaille en ce moment aux semis de la Roue Cassée…Dans le courant de cette campagne je m'occuperai de la délimitation qui reste à faire pour une grande partie de mes dunes. Je compte ne rencontrer de difficultés qu'en approchant des dépendances du bois des Combots dont le propriétaire actuel M. Chevallier élève des prétentions pour les dunes mobiles et les leides"*[6].

En dehors des droits d'usages connus dès le Moyen Âge, étaient apparues des pratiques plus radicales qui ont localement et parfois plus efficacement contribué à la remise en mouvement des sables.
A propos d'une coupe faite sans autorisation du préfet et en contravention avec l'article 6 du décret de 1810[7], l'ingénieur ordinaire notait :"*Si lorsqu'on fait une coupe le long des dunes on ne laissait point de lisière, ou si on ne laissait qu'une lisière très étroite, les sables arriveraient bientôt sur le terrain laissé à nu par la coupe et franchiraient tout d'un coup toute la largeur de ces terrains, leur marche serait ainsi accélérée ; mais si la lisière est capable d'arrêter les sables jusques à ce que les arbres élevés aient couvert de nouveau le terrain de la coupe, ces arbres arrêteront les sables aussi bien que l'auraient fait les accrues et la marche des sables ne sera pas plus rapide que si l'on avait fait des coupes : ainsi comme l'on peut admettre que dans 8 à 10 ans les jeunes pins prennent assez de croissance, il suffit que la lisière puisse contenir les sables pendant tout ce temps*".

En 1819 l'ingénieur en chef revenant sur cette affaire constate *"la mobilité des dunes qui dominent la lisière sud-ouest de la forêt d'Arvert…Les sables avancent, gagnent et je ne sais pas si on pourra les arrêter ce ne sera toujours pas la lisière*[8] *d'une trentaine de mètres que l'on a conservée, ni cette lisière ni une autre plus grande, les hautes dunes déverseront tant que les monticules en descendant jusqu'aux plages sablonneuses de la côte ne seront pas fixés"*. Il préconisait ainsi la nécessité, affirmée plus tard par Vasselot de Régné, d'entreprendre les chantiers de fixation à partir du littoral.

Le même Lescure-Bellerive rappellait à propos de l'article 6 : *"il est essentiel que l'autorité renouvelle qu'aucune coupe de bois, joncs, roseaux, oyats ou durasmes croissant dans les sables, aucune entreprise quelconque ne soit faite sur cette partie du domaine public en particulier sans qu'au préalable les formalités prescrites par l'arrêté du 14-12-1810 n'ayent été remplies"*.

Au mois d'octobre 1840 le préfet écrit à l'ingénieur en chef : *"la dame Vve Mazauric m'a fait parvenir par ministère d'huissier…d'avoir à faire cesser les travaux d'ensemencement qui s'exécutent sur les dunes d'Arvert au lieu nommé les Sartières*[9]*, commune de Saint Palais. Elle fonde son opposition sur ce qu'elle est propriétaire du terrain où s'opèrent les dits travaux"*.

"D'après les opérateurs du cadastre on pensait que la masse entière des Dunes comprises dans la commune de Saint Augustin appartenait à l'Etat ; mais par suite de réclamations faites par Mme Vve Mazauric qui a fourni à l'appui de ses prétentions des titres authentiques il a été reconnu que cette Dame avait la propriété de la plus grande partie de ces dunes" note l'ingénieur.[10] (Carte B figure. 1).
Il faut rappeler la teneur de l'article 5 du décret *: "dans le cas où les dunes seraient la propriété de particuliers ou de communes, les plans devront être affichés dans les formes prescrites…et si lesdits particuliers ou communes se trouvaient hors d'état d'exécuter les travaux commandés, ou s'y refusaient, l'Administration publique pourra être autorisée à pourvoir à la plantation à ses frais, alors elle conservera la jouissance des dunes et recueillera les fruits des coupes qui pourront y être faites, jusqu'à l'entier recouvrement des dépenses qu'elle aura été dans le cas de faire et des intérêts après quoi lesdites dunes retourneront aux propriétaires, à charge d'entretenir convenablement les plantations"*.

[5]Les travaux de fixation avaient cependant déjà commencé au Maine Gaudin en 1836.
[6]Chevallier était en fait le gendre et mandataire de Mme Mazauric, la propriétaire, fille de P.L. Dugas.
[7]La pratique consistait à couper les arbres en périphérie de forêt avant qu'ils ne dépérissent, envahis par les sables.
[8]Une bande de terrain la Lisière bordait la forêt d'Arvert au contact de la forêt de Royan au nord-est et des dunes au sud. Plan de la forêt d'Arvert soumise au droit d'usage - 1839 - annexé au Plan cadastral de la commune des Mathes de 1824.
[9]Jouxtant le secteur de la Roue Cassée.
[10]A l'époque de l'établissement des plans, entre 1824 et 1837, les dunes, terrains improductifs, n'étaient pas cadastrées.

En mai 1843 une transaction était passée entre l'Etat et les deux propriétaires concernés dont Mme Mazauric. La Division de La Rochelle conserve le *Procès-verbal de Conférence* constituant cette transaction, fixant en particulier les limites proposées de la propriété. Le plan dressé par le Conducteur de travaux L. BONNIOT, annexé à ce Procès-verbal, figure précisément la situation à cette époque **(figure 3).**

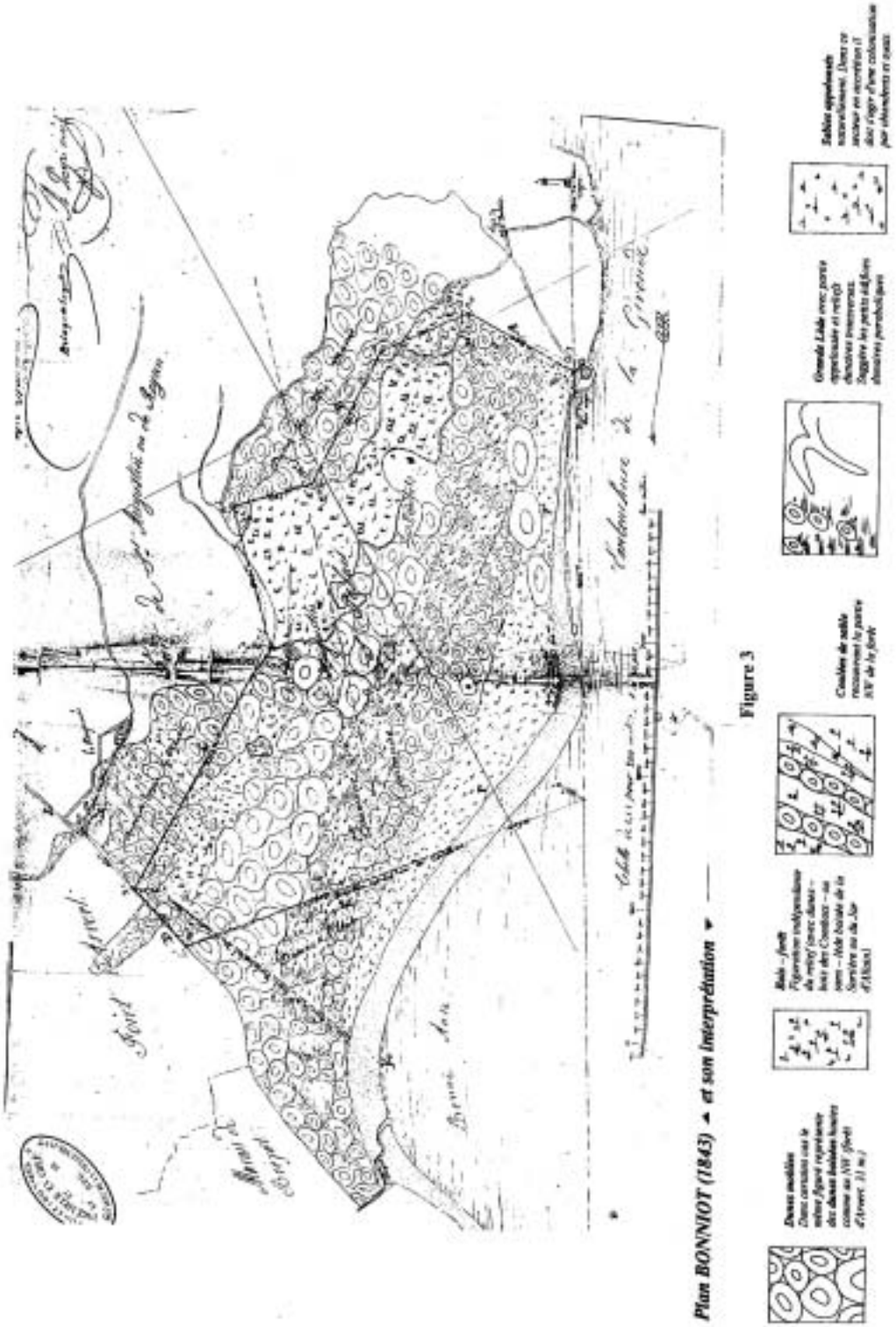


Figure 3 : Plan Bonniot « à l'appui du Procès verbal de ce jour (8 mai 1843) servant à la délimitation des Dunes de Madame Mazauric situées dans les communes de Saint Augustin et Saint Palais et à l'embouchure de la rive droite de la Gironde ».

De plus, il avait été convenu que Mme Mazauric conserverait la propriété des lèdes (enclavées) qui ne seraient pas ensemencées. Celles-ci continueraient à assurer le pacage du troupeau de *22 bêtes à cornes*.

Après l'ensemencement du secteur de la Roue Cassée et le règlement, provisoire, du différend entre Etat et particuliers, les travaux de fixation se poursuivirent. Régulièrement, des états étaient dressés par l'ingénieur en chef précisant la situation de ces travaux et leurs résultats : ainsi le *Tableau des surfaces de dunes ensemencées par le Service des Travaux Maritimes sur la rive droite de la Gironde…depuis l'année 1824 jusqu'au 1er juin 1843*. On y lit concernant les Combots (1841-43) : "*Dans presque toute leur étendue ces semis sont dans un état prospère ; il n'y a que les portions longeant les enceintes ou clayonnages qui ont eu à souffrir et qui souvent ont été réparées par suite de l'ensablement de ces enceintes par les dunes voisines*".

D'autres états précisent la nature des travaux (*travaux neufs ou réparation d'avaries et entretien des anciens semis*) et le matériel utilisé. Bien qu'on ne dispose pas avant Vasselot de Régné (1878) de descriptions des chantiers de fixation, on peut s'en faire une idée grâce à ces documents.
Sur ce site les travaux ont commencé non sur le littoral (comme ce sera le cas à l'époque de Vasselot) mais, vu l'urgence, à l'intérieur. Le principe est cependant le même : protéger par des clayonnages les semis contre le vent desséchant et chargé de sable.

- pour les clayonnages : *grands et petits piquets, carrés de planches, lattes en pin, clous, vieux cordages, fagots de pin, ajoncs, bottes de fourrages*.
- pour les semis : *graines de pin, de genêt, de durasme* (oyat) ; *les sables nus étaient ensemencés au jet et au rateau avec couverture et les sables appelousés au semoir en fer blanc sans couverture*.
- pour les couvertures : *fourrages et branchages*.

C'est le sous-préfet de Marennes, Ch. E. Le Terme[11], plus connu pour son *Règlement général et notice sur les marais de l'arrondissement de Marennes* (1826) mais très attaché à la réussite de ces semis, qui expose la technique : "*Pour effectuer ces semis, on couvre les graines de pins et de genêts jetées sur le sable avec des herbes qui empêchent à la fois le vent de les enlever et entretiennent sur le sol une humidité favorable à la germination des graines. Ces herbes sont ensuite recouvertes elles-mêmes de branches de pins ou autres dont la partie inférieure de la tige est tournée du côté des vents dominants et maintient également la première couverture. Enfin les semis sont entourés, sur toutes les faces exposées à l'irruption de nouveaux sables, par des palissades ou clayonnages formés de piquets avec trois doubles rangs de lattes, entre lesquelles est établie une cloison de fourrages et branchages. Ces palissades sont relevées et reformées souvent plusieurs fois, et au fur et à mesure qu'elles sont dépassées par les sables que les vents y accumulent*".

Il est intéressant de noter que dans les états dressés on distingue bien les frais engagés *pour les semis exécutés dans les dunes de Mme Mazauric* et ceux engagés *pour les semis sur les dunes appartenant à l'Etat*. Au fur et à mesure de l'avancement des travaux l'Administration connaissait ainsi précisément les dépenses "*qu'elle avait été dans le cas de faire et des intérêts*" pour reprendre les termes de l'article 5 du décret de 1810.

Après le secteur de la Roue Cassée, ce fut toute la surface autour des lèdes qui fut fixée. C'est alors qu'éclata un nouveau différend né de l'enclavement de ces lettes : pour se rendre de la métairie aux pacages, le troupeau devait emprunter des chemins dans les parties ensemencées. En 1858, Mme Mazauric "*soutient que c'est sans droits que de nombreux procès-verbaux sont dressés contre ses gens de service qui feraient passer le bétail sur les semis de l'Etat hors des chemins qui conduisent aux laides puisqu'aucune limite n'a jamais été tracée bien qu'elles aient été aimablement demandées à l'administration*". Un abondant courrier est à nouveau échangé ; au terme de cet échange Mme Mazauric demande "*une nouvelle délimitation et un bornage fait contradictoirement et aux frais de l'Etat*" contestant "*comme inexact le plan de remise dressé par l'Administration des Ponts et Chaussées pour celle des Eaux et Forêts*".

Une ordonnance ancienne (1817) prévoyait cette remise (*des semis de plus de 7 ans*) qui ne fut pas faite ici puisque les ensemencements ne commencèrent que plus tard. Ce n'est qu'en 1859 que l'ingénieur des Ponts et Chaussées Botton signait avec le Garde Général des Eaux et Forêts le procès-verbal de délimitation des dunes remises.

[11] Si les préfets étaient assez loin des préoccupations locales, il n'en était pas de même de ce sous – préfet décrit comme un fonctionnaire zélé autant qu'efficace et sûrement un des rares "fonctionnaires naturalistes".

Ce document donne la situation des secteurs dunaires remis formant une surface de 717 ha (communes des Mathes, Saint Augustin et Saint Palais) *"dont les limites n'ont pu jusqu'à ce jour être convenablement déterminées dans les dunes"* lit-on cependant. Il précise : "*tous ces semis sont en pins maritimes mêlés de chênes verts et de genêts*". Il mentionne également "*au sud-ouest les semis à l'entretien réservés par l'Administration des Ponts et Chaussées*".

Il apparaît ainsi que la remise d'une administration à l'autre se fit progressivement, les Ponts et Chaussées se réservant l'entretien de certains semis parce qu'ils ne satisfaisaient pas aux critères de remise (*semis qui n'exigent plus d'entretien et surface remise d'au moins 1500 ha*) et/ou parce que ce service envisageait des travaux de fixation le long du rivage. (La ligne séparative a été ajoutée par nos soins au document de 1856 sur la figure 4).

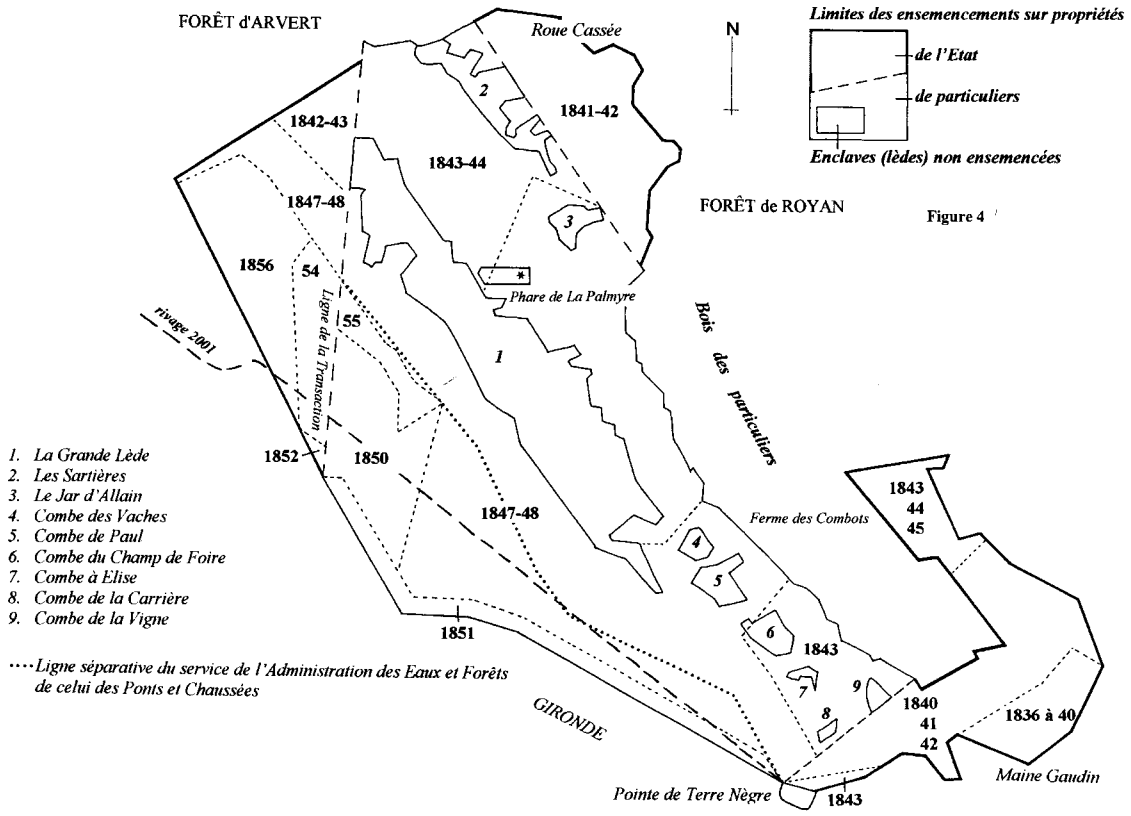


Figure 4 : Carte des semis exécutés par l'état de 1836 à 1856.

La remise définitive fut faite en 1862. Cette année, le Garde Général des Forêts Vasselot de Régné pris son poste au cantonnement de Royan. En même temps que d'importantes responsabilités[12], il héritait du dossier "Affaire Mazauric" qui était loin d'être clos.
C'est en 1864 que le ministre des Finances confirma la propriété des lettes et statua "*qu'il sera procédé à la délimitation de ces parcelles et de celles qui restent entre les mains de l'Etat*". C'est donc plus de 20 ans après la signature de la transaction que *cette Dame* arriva à ses fins, au moins pour ce problème. En effet, elle puis sa fille continuèrent à alimenter ce volumineux dossier.
Pour en terminer ici avec cette affaire, le Conservateur des Forêts note en 1880 : *"il ne paraît pas probable que cette dame consente à rembourser à l'Etat la somme considérable qu'elle doit actuellement"*[13].

[12] L'Administration des Eaux et Forêts s'engageait à fixer 1295 ha (à La Coubre) dans un délai de neuf années expirant le 1er juin1874.
[13] Après le décés de Mme Mazauric, sa fille a envisagé un échange d'une partie de la propriété des Combots contre le bois du Clocher à Saint Palais où se dessinait un projet immobilier.

IV - La poursuite des travaux par l'Administration des Eaux et Forêts

La fixation du massif dunaire des Combots d'Ansoine était achevée en 1862, Vasselot n'eut plus qu'à en assurer l'entretien mais, en bordure du rivage, il fallut aussi assurer sa protection. Pour cela il fit réaliser les premières palissades en 1866. La *Carte de l'embouchure de la Gironde,* levée par le *Service Hydrographique de la Marine* et publiée en 1875, montre bien le cordon sableux né de cette palissade littorale depuis le marais de Bréjat jusqu'aux rochers de la Grande Côte (Pointe de Terre Nègre).

"La dune littorale est le premier établissement créé de main d'homme qu'on rencontre dans les endroits où l'Océan apporte du sable" rappelle Vasselot dans sa Notice en 1878. Il semble bien en effet que la mise en place des chantiers de fixation le long du littoral ait bénéficié, à son époque, d'une période favorable d'alimentation en sable. Ce fut particulièrement le cas à la Pointe de La Palmyre depuis 1843. L'édification, à partir de palissades, d'une série de trois cordons dunaires en 1866, 78 et 85 (**carte C fig. 1 et fig. 5)** témoigne de l'avancée de la côte vers l'ouest. Ce fut, plus tard, le développement de la flèche de La Coubre qui, en créant un déficit sédimentaire entre La Palmyre et la Grande Côte, fut à l'origine d'une évolution inverse, érosive.[14]

C'est à un de ses successeurs à la Chefferie de Royan, A. Lafond, qu'on doit des remarques plus précises sur le rôle de la dune littorale "*qui, comme on le sait, a pour but principal de retenir sur les bords de mer les sables qui en proviennent et de protéger ainsi contre eux les jeunes peuplements situés en arrière, vers l'intérieur des terres ; elle sert aussi à les préserver contre les envahissements de la mer*". "*Il fallait donner à la dune littorale la forme reconnue la plus favorable pour atteindre le double but que l'on se proposait, de protection des semis contre l'envahissement des sables et de défense contre la mer*".

Connaissant les avantages de cette "digue douce" : *"ainsi construite, la dune présente aux vents violents la surface la moins attaquable possible, permet à la mer de s'étaler plus facilement sur la pente sans l'affouiller et donne aux plantations le meilleur abri, eu égard à sa hauteur. La dune fait pour ainsi dire l'effet d'une digue submersible…"*, il est aussi conscient de ses limites en poursuivant *"…car ce n'est pas avec les moyens dont le Service des Eaux et Forêts dispose que l'on peut s'opposer par la force à la violence des flots"*.

A. Lafond reconnaît l'efficacité de la dune dans les secteurs relativement stables : *"Si la ligne de rivage est fixe ou à peu près, les vagues, lors des grandes marées, s'étalent au besoin sur la pente sans rien dégrader". Il n'en va pas de même "si la laisse des eaux se rapproche de la dune d'une façon continue…Dans ce cas le seul remède consiste à fuir devant le danger en reculant la dune, et cela, autant que possible, jusqu'à ce que la naissance de la pente ne soit plus atteinte par les hautes eaux"*. Dans le secteur considéré, par suite de la croissance continue de la flèche de La Coubre, l'érosion n'a pas cessé (les blockhaus édifiés en bordure de forêt en 1943 sont aujourd'hui au milieu de la plage).

La "dune" de la Grande Côte est une formation anthropique édifiée en 1886 à la faveur d'un épisode d'alimentation temporaire du littoral. Dix ans plus tard la mer reprenait son travail d'érosion.

Sur le site ou à proximité ne subsistent plus que des vestiges de la carrière (*la Combe à Massé*) où fut extrait le calcaire qui servit à l'empierrement de la route de La Palmyre assise sur l'ancienne dune littorale dont elle suit le tracé. Présente encore sur les images I.G.N. de 1950, elle est devenue la D 25 actuelle au début des années 1960. Le chemin de fer forestier qui achemina le matériel vers les chantiers de fixation a lui aussi disparu. La piste cyclable emprunte une grande partie de son tracé dans le bois des Combots.

Restent les lèdes non ensemencées par l'Etat et dont les propriétaires successifs ont conservé la jouissance. C'est en 1861 que le mandataire de Mme Mazauric s'adressa au ministre en l'informant *"des difficultés qui depuis deux ans[15] nous empêchent de commencer nos travaux d'ensemencement…Aujourd'hui elle insiste pour obtenir la délimitation des semis que l'Etat a faits sur sa propriété afin de peupler d'essences variées les 150 hectares de lettes qui sont enclavées parmi ces semis et qui forment les seuls terrains incultes qui lui restent"*.

[14] Des vestiges de ces 3 cordons sont cependant encore visibles, à l'ouest de la maison forestière, dans cette partie de la forêt domaniale cédée en 1962 à la commune des Mathes (VVF Les Pins de Cordouan).
[15] 1859, année du procès-verbal de la remise des dunes ensemencées aux Eaux et Forêts.

Figure 5 : Plan d'ensemble des Dunes de la Coubre, 1887 (Extrait).
Carte peinte sur tissu (document ONF). Séries domaniales I, II, III et IV. La série Chevallier représente la propriété de Madame Mazauric ensemencée par l'état. En blanc, les lédes non ensemencées.

L'assurance donnée à la propriétaire par le ministre en 1864 concernant "*la libre disposition de la partie non ensemencée des dunes de Saint Augustin qui se trouvent en sa possession*" et la délimitation partielle effectuée entre la forêt domaniale et le domaine des Combots (approuvée en 1866) ont dû permettre ces reboisements. Dans sa *Notice* Vasselot rappelant l'intervention des particuliers note : "*MM. Chevallier, conseiller général pour le canton de La Tremblade, propriétaire des dunes des Combots, et Méchin, notaire à Arvert, ont reboisé la Grande Lède enclavée dans la forêt de Saint Augustin, introduisant diverses essences et pratiqué la culture maraîchère*".[16]

"L'affaire du bois du Clocher" née d'un projet d'échange entre une partie des Combots (dont Mme Mazauric puis ses fille et petite-fille conservaient la nue-propriété) et le bois domanial du Clocher à Saint Palais fut l'occasion de nombreuses notes et rapports dans les années 1880 et 90. Ceux-ci nous apprennent que d'autres lèdes furent boisées.

- Lède des Sartières : *"le peuplement presqu'exclusivement formé de pins maritimes avec quelques cépées de chênes verts comprend par parties sensiblement égales : un jeune semis bienvenant et un jeune semis irrégulier au dessous d'un perchis un peu maigre"*.

- Lède du Jar d'Allain : *"peuplée d'un semis de pins maritimes bienvenant et très complet"*.

(Notes de l'Inspecteur adjoint des Forêts, 1884).

La régénération naturelle a évidemment participé au boisement.
Les petites lèdes (*combes*) ont parfois été conservées pour le pacage tant qu'un troupeau fut entretenu. La dernière, *la Combe de la vigne*, n'a été boisée que récemment.

En novembre 1887, l'Inspecteur des Forêts, chef du service des Aménagements, présentait une *Notice sur les dunes rédigée à l'occasion de l'Exposition Universelle de 1889*. Les dunes domaniales et les dunes particulières boisées par l'Etat y sont encore bien distinguées dont "*dans la forêt de Saint Augustin 522, 86 ha de dunes appartenant à Mme Chevallier. Une proposition de rachat du droit de reprise*[17] *de Mme Chevallier et l'acquisition de plusieurs parcelles boisées enclavées dans le tréfonds ont été soumises à l'Administration en 1882. Il n'y a point été donné suite*".

Les lèdes et le tréfonds restèrent donc la propriété de la famille. Ce n'est qu'un siècle plus tard que le domaine des Combots d'Ansoine fut remis au dernier descendant par arrêtés préfectoraux de 1944 et 47. Ses enfants le vendirent en 1978 au Conservatoire du Littoral se réservant une douzaine d'hectares autour du hameau des Combots.

V - Bibliographie

- Lafond A. (1900). Fixation des dunes. Les paysages des dunes et les travaux de défense contre l'Océan (Charente – Inférieure et Vendée). Exposition Universelle Internationale de 1900 à Paris. Imprimerie Nationale.
- Le Thérizien J.Y. (1975). Etude de l'évolution géographique, foncière, technique, depuis le XVIIIème siècle du littoral de la Charente – Maritime (massifs domaniaux de la presqu'île d'Arvert et de l'île d'Oléron). Mémoire de 3ème année de l'E.N.I.T.E.F. Office National des Forêts. Direction régionale Poitou – Charentes – Limousin. Centre de gestion de La Rochelle.
- De Vasselot De Régné M. (1878). *Notice sur les dunes de La Coubre (Charente inférieure)*. Exposition Universelle de 1878. Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Administration des Forêts. Imprimerie Nationale.

[16] M. Chevallier devint propriétaire en tant que mari de la fille de Mme Mazauric. Il fut aussi maire d'Arvert et président de la Commission syndicale de la forêt d'Arvert. Il faut croire que l'exercice de la médecine lui laissait beaucoup de temps si on en juge par ses nombreuses interventions.
[17] En rapport avec l'affaire du bois du Clocher.

LIAISONS ENTRE DYNAMIQUE DES PEUPLEMENTS FORESTIERS ET SYSTÈMES DUNAIRES DANS LE MASSIF DES COMBOTS D'ANSOINE

Christine Micheneau
Office National des Forêts – Division de La Rochelle
24 bis, rue de Norvège - BP 1187 - 17088 La Rochelle cedex 02
Tél. 05.46.67.80.80 - Fax : 05.46.34.62.37

Résumé :
Un nouveau regard est porté sur les forêts dunaires boisées au XIXème siècle à base de Pin maritime, grâce à l'analyse de la répartition et de la dynamique des différents peuplements de Chênes (vert, pédonculé et pubescent) dans la forêt dunaire des Combots d'Ansoine, propriété du Conservatoire du Littoral, en Charente-Maritime, au nord de l'estuaire de la Gironde. Il existe une très forte corrélation entre la composition des peuplements et les différents générations de dunes. La géomorphologie et la compréhension de la dynamique passée des systèmes dunaires sont de précieux outils d'aide aux choix de gestion.

Abstract :
The maritime pine-based dune forests planted in the 19th century are examined afresh by analysing the distribution and dynamics of the various oak species (evergreen, pedunculate and pubescent) found in the Combots d'Ansoine forest, a French Coastal Conservancy property in Charente-Maritime on the northern side of the Gironde estuary. There is a strong correlation between the composition of the stands and the different generations of dunes. Geomorphology and an understanding of the past dynamics of the dune systems are valuable tools for management decision-making.

INTRODUCTION

LE PIN CACHE LA FORÊT

Au centre des grands systèmes dunaires littoraux de la côte atlantique française entre la Bretagne et les Pyrénées, le massif forestier des Combots d'Ansoine (propriété du Conservatoire du Littoral) est très représentatif des tendances évolutives naturelles.

Le souvenir des grands chantiers forestiers de fixation des XIX et XXème siècles influence profondément la façon dont on « voit » la forêt dunaire : passablement monotone quoique riche d'une atmosphère particulière, elle est faite de Pin maritime avec le cas échéant un vague sous-bois de Chêne vert. Son substrat sableux étant considéré comme un matériau homogène, les seuls contrastes évidents viennent de son relief et de la plus ou moins grande proximité du rivage, lesquels conditionnent l'alimentation en eau et l'exposition ou non aux vents dominants et aux embruns.

La gestion forestière qui a pris le relais, sur fond de « modèle landais », conforte cette vision : consacrée d'abord à l'exploitation de la résine, puis, plus classiquement, à la production ligneuse, elle a élevé le Pin maritime au rang d'essence « noble » tandis que les chênes, a priori sans valeur économique dans ces conditions pédoclimatiques difficiles, n'ont qu'un statut très accessoire .

Mais cette « myopie historique » donne de la forêt une image statique et fausse, qui oublie le passé bien plus ancien et mouvementé, dont les peuplements témoignent... si on veut bien regarder l'évolution des peuplements de chênes qui ont bénéficié de la fixation initiale des sols par le Pin maritime pionnier.

I - L'HYPOTHÈSE DE LA DYNAMIQUE DES CHÊNES

La simple analyse visuelle permet grossièrement de distinguer plusieurs types de peuplement avec le Pin maritime quasi omniprésent :
1. l'absence de chênes ou presque : Pin maritime seul,
2. un accompagnement de Chêne vert dominant,
3. un accompagnement à Chêne pédonculé dominant …et, entre ces deux types,
4. un accompagnement « intermédiaire » à Chêne pubescent.
Leur distribution en bandes parallèles au rivage évoque non seulement l'atténuation progressive des phénomènes côtiers mais aussi l'ancienneté croissante du substrat et de la forêt.

Avec un peu d'attention, on peut ainsi « lire » sur le terrain l'hypothèse de la dynamique forestière (***figure 1)***. Sur le cordon prélittoral, le Chêne vert apparaît spontanément, seul ou en sous-étage du boisement pionnier de Pin maritime ; mais les contraintes de vent, sable et salinité atmosphérique contrarient l'installation des chênes caducifoliés et bloquent l'évolution à ce stade. Vers l'intérieur, la forêt, plus ancienne, s'étoffe d'un sous-étage de Chênes pubescent et pédonculé ; le Chêne vert se faisant plus discret, sauf sur les sommets. Aux abords des anciennes reliques forestières enfin, le Chêne pédonculé, stade ultime de la dynamique, domine manifestement (sauf sur les crêtes), concurrençant même le Pin maritime dans l'étage principal de futaie. Même si, dans ce secteur très accidenté, la sylviculture du Pin maritime a été moins soignée qu'ailleurs, cette situation révèle les difficultés du Pin, essence pionnière par excellence, à se maintenir dans un milieu forestier évolué.
Enfin, dans la zone incendiée en 1976, les peuplements ont été « rétrogradés » vers les stades initiaux de la dynamique, à Pin maritime dominant.

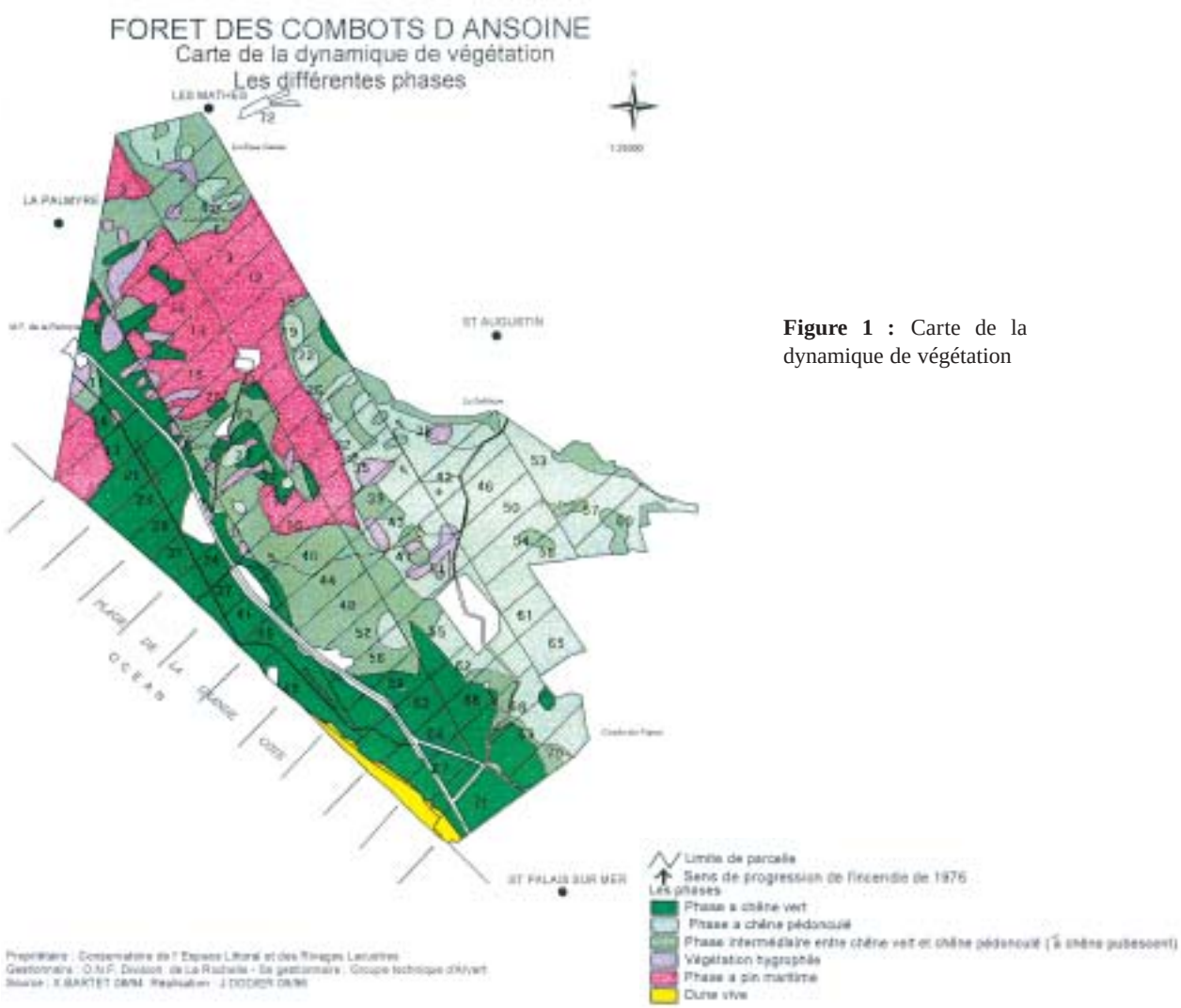


Figure 1 : Carte de la dynamique de végétation

II - L'ÉVOLUTION DES SOLS FORESTIERS

Un essai de typologie des sols de la forêt des Combots d'Ansoine a été réalisé (Ferland, été 1996). La prospection s'est faite selon trois transects complémentaires perpendiculaires au rivage et recoupant, à raison d'un profil tous les 75 m environ, l'ensemble des situations géomorphologiques ; le tout correspond en fait à une seule chronoséquence des sols développés sur les trois systèmes dunaires successifs : cordon dunaire prélittoral, cordon barkanoïde et dunes paraboliques.

Sur ces sables marins (éolisés) carbonatés de couleur beige grisâtre, le processus pédogénétique commence par la décarbonatation de surface, suivie d'une altération des minéraux ferromagnésiens qui s'exprime d'abord par des taches brun rouille alternant avec des zones blanchies. Par la suite, ces phénomènes conduisent à la différenciation, sur une plus grande profondeur, en deux horizons distincts d'altération (blanchi) et d'accumulation (brun rouille), avec une baisse de pH de plus en plus marquée dans l'horizon supérieur. Enfin, l'altération poussée qui, sur ce type de substrat, ne donne que très peu d'argile, évolue rapidement jusqu'à la podzolisation avec une litière épaisse surmontant un horizon très délavé et acide, lui-même séparé du sable carbonaté sous-jacent par un horizon brun rouille très contrasté d'accumulation de fer et matière organique.

Comme on peut s'y attendre, les sols sont d'une manière générale de plus en plus évolués (car de plus en plus anciens) à mesure qu'on s'éloigne du rivage, à l'exception notable du canton des Pins Forts. Toutefois cette règle subit des modulations considérables sous l'effet :

- du **relief**, qui accentue l'évolution dans les dépressions par apport supplémentaire d'eau (ruissellement et/ou affleurements phréatiques ?) et de matière organique : c'est déjà sensible (augmentation de l'épaisseur de l'horizon décarbonaté) dans les micro reliefs proches du rivage, et particulièrement net dans les lettes protégées du vent.

- de la **dynamique éolienne** qui, combinée au relief, a ralenti au contraire l'évolution en rajeunissant les sols. En sommet de dune, c'est l'ablation de l'horizon décarbonaté qui obligea (lorsque la stabilisation n'était encore que relative ?) à un perpétuel recommencement, tandis que sur les revers de dunes, c'est le dépôt de ce même sable décarbonaté (au point qu'on peut trouver des sols enterrés) qui ralentit l'altération.

- de l'**incendie**, qui semble avoir rajeuni les sols par absence momentanée de la couverture végétale et destruction de l'humus : l'altération ou la podzolisation débutante y sont nettement moins exprimées que sur les « témoins » non incendiés.

- de **l'altitude (?) du canton des Pins Forts** où, contrairement à ce qu'on attendrait s'agissant des dunes les plus anciennes, on trouve des sols peu différenciés. Il se pourrait que l'altitude importante, loin du niveau de la nappe, conduise à une percolation des précipitations trop rapide pour permettre l'altération ce qui, combiné aux effets déjà cités de rajeunissement par décapage et dépôt de sable, bloquerait la pédogenèse.

On constate assez logiquement un parallélisme certain entre la typologie des sols et la dynamique forestière (illustrée par les chênes). Toutefois l'exception mal expliquée des Pins Forts, dont il faut remarquer qu'elle coïncide avec les vieilles dunes paraboliques, amène une question : ne serait-elle pas liée aux conditions physiques particulières d'édification de ce cordon et à son histoire végétale propre ? Et la dynamique végétale ne serait-elle pas, elle aussi, intimement liée aux différents systèmes dunaires (ce qui d'ailleurs ne contredirait nullement l'hypothèse de départ) ?

III - CONFIRMATION D'UNE ÉTROITE CORRÉLATION ENTRE DYNAMIQUE FORESTIÈRE ET TYPE DE DUNE AUX COMBOTS

Une étude de l'écologie et de la dynamique des chênes, réalisée de janvier à août 1999 (A. Hubert), a confirmé cette intuition. On avait auparavant vérifié que, contrairement à l'idée couramment admise de formes « hybrides » entre Chênes pubescent et pédonculé, on pouvait séparer par simple observation

macroscopique la quasi totalité des chênes concernés en deux groupes parfaitement distincts, pédonculés d'une part et pubescents d'autre part.

Il s'agissait d'analyser, à l'aide de traitements statistiques informatisés (AFC = Analyse Factorielle des Correspondances, et CAH = Classification Ascendante Hiérarchique), la masse des données topographiques, pédologiques, floristiques et « dendrométriques » (composition et structure du peuplement) recueillies sur un ensemble de placettes représentatif du massif dunaire.

Pour limiter le nombre des placettes (temps d'étude limité !) sans perte de représentativité, on a « stratifié » le plan d'échantillonnage selon deux thèmes :

1. Les systèmes spatio-topo-géomorphologiques tels que les a décrits le Pr. Pierre Barrère sur la carte du *Relief des Combots d'Ansoine* (voir article « genèse des systèmes dunaires de la forêt des Combots d'Ansoine »). Ils sont au nombre de 6, divisés le cas échéant en modalités représentant les éléments de relief :
- le cordon dunaire prélittoral,
- les dunes basses des lettes et plateaux (paraboliques ou en traînées),
- la lette ou plaine sableuse d'entre cordons prélittoral et barkhanoïde (dite lette « maritime »),
- les dunes barkhanoïdes, divisées en 3 modalités : versant occidental, surface sommitale bombée, et talus d'envahissement concave,
- la lette ou plaine sableuse d'entre cordons barkhanoïde et parabolique (dite lette « continentale »),
- les dunes paraboliques, divisées en 4 modalités : amphithéâtre interne, crêtes sableuses et lignes sommitales, talus d'envahissement convexe, cuvette du système parabolique.

2. L'effet incendie, susceptible de faire une distinction dynamique entre les deux modalités :
- zone incendiée
- zone non incendiée

Puis on s'est contenté, pour chacune des 22 modalités résultant de cette stratification, de 5 à 7 placettes (définies par tirage aléatoire), minimum exigé pour la fiabilité statistique et satisfaisant dans la mesure où l'objectif de l'étude était une typologie (compréhension des milieux et de la dynamique) plutôt qu'une cartographie.

III.1 - Les « stations »

Le traitement statistique a permis de trier les relevés (= ensemble des données recueillies sur une placette) d'après leur flore, de les répartir en « groupes de relevés » homogènes, et de les ordonner d'après leurs autres données écologiques. On a mis en évidence, en analysant la logique interne de cet ordonnancement :

- qu'ils se répartissent en deux ensembles, représentant des stades dynamiques qu'on peut qualifier de « jeune » pour le premier, qui réunit des groupes de relevés réalisés sur les dunes les plus jeunes et les faciès incendiés, et d'« évolué » pour le deuxième, qui ne correspond qu'à des dunes plus anciennes (barkhanes et paraboles) non incendiées

- que ces deux ensembles sont eux-mêmes ordonnés selon un gradient de décarbonatation, et que les « groupes de relevés » correspondent bien à la notion de « station » : on les désignera donc sous ce terme par la suite

- que ces stations et leurs stades dynamiques correspondants, enfin, sont liés plus ou moins spécifiquement à un système géomorphologiques (ou plusieurs systèmes contigüs), comme indiqué sur la ***figure 2.***

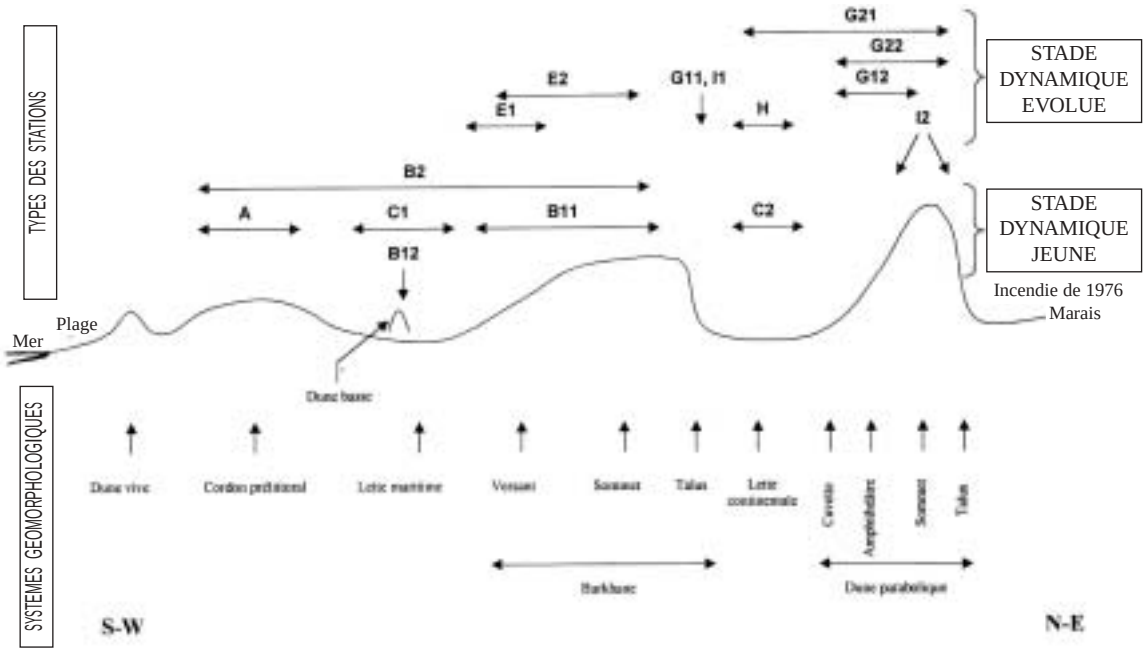


Figure 2 : Répartition spatiale des types de stations Coupe schématique de la forêt des Combots d'Ansoine

III.2 - La dynamique des chênes

Une typologie des peuplements focalisée sur les chênes a été élaborée à partir des données « dendrométriques » relevées, mais sans grand résultat. L'approche directe par essence, en revanche, est concluante.

On constate tout d'abord, en examinant la distribution des semis, arbres et arbustes des trois chênes dans le tableau ordonné des relevés évoqués au précédent paragraphe, que les chênes caducifoliés sont particulièrement rares dans les stades dynamiques jeunes (seul le Chêne pubescent semble s'y installer). A l'opposé, ils sont omniprésents dans les « stations » les plus décarbonatées et les plus évoluées, surtout le Chêne pédonculé.

On a ensuite dressé les profils écologiques (pour les Combots d'Ansoine) de chacune des trois espèces et pour les trois strates (herbacée = semis, arbustive et arborescente) selon les principales variables écologiques (modalité géomorphologique, pente, exposition, profondeur de décarbonatation, etc.). **Voir tableau I.** On a analysé pour cela les histogrammes de fréquence relative Uk/Rk où Uk est le nombre de fois où l'espèce est présente et Rk le nombre de relevés pour la valeur k de la variable écologique en question. Sans exposer ici le résultat détaillé de ce travail, on peut le résumer comme suit :

- le Chêne vert a une très large amplitude écologique, il est omniprésent et affectionne particulièrement les sommets (c'est son côté xéro-résistant). Il est bien représenté dans les bas de pente, mais se raréfie lorsque la décarbonatation est importante (vraisemblablement sous l'effet de la concurrence, du Chêne pédonculé notamment) et dans les lettes.

- le Chêne pubescent a une répartition plus large que le Chêne pédonculé.

- le Chêne pédonculé est plus fréquent lorsque le milieu s'acidifie. Même s'il est fréquent sur les humus de type moder, ses semis semblent préférer les eu-mulls.

- les chênes caducifoliés préfèrent les bas de pente, où l'eau est plus disponible, et où les vents et embruns se font moins sentir.

TABLEAU I

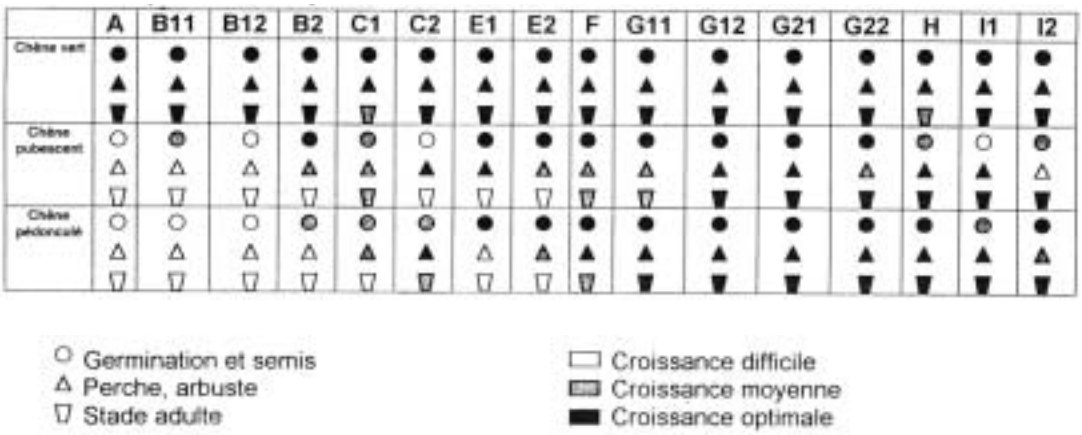
Profils écologiques des chênes verts, pédonculés et pubescents.

A : strate arborée a : strate arbustive h : semis

	Quercus ilex	*Quercus pubescens*	*Quercus pedunculata*
Modalité	**A** : partout, mais plus rare dans les lettes et les cuvettes des dunes paraboliques. **a** : partout. **h** : partout, plus rare sur les talus de dunes paraboliques.	**A** : pratiquement absent du cordon prélittoral, des dunes basses, des versants et sommets de barkhanes ; fréquent sur les talus de barkhanes et dans le système parabolique. **a** : pratiquement absent du cordon prélittoral, des versants de barkhanes et des amphithéâtres de dunes paraboliques. **h** : rare dans le cordon prélittoral ; très fréquent aux sommets de barkhanes et de dunes paraboliques et dans les talus de dunes paraboliques.	**A** : presque absent du cordon prélittoral, dunes basses, lette maritime, versants et sommets de barkhanes ; fréquent ailleurs. **a** : rare dans le cordon prélittoral, dunes basses, lette maritime et versants de barkhanes ; fréquent sur les talus de barkhanes, les paraboles et la lette continentale. **h** : rare dans le cordon prélittoral, les dunes basses ; fréquent dans les paraboles et la lette continentale.
Pente	Indifférent	**A** : plus fréquent pour une pente > 13 %. **a, h** : plus fréquent pour une pente < 13 %.	**A** : plus abondant sur les pentes > 13 %. **a, h** : indifférents.
Exposition	Indifférent	**A** : indifférent. **a** : préférence pour terrain plat. **h** : plus abondant sur terrain plat, à l'ouest et au sud.	**A, a** : indifférents. **h** : terrain plat, expositions ouest et sud.
Position sur versant	Les trois stades sont les mieux représentés en position sommitale.	**A, a** : partout mais plus rare dans la partie supérieure et plus fréquent dans la partie inférieure. **a** : plus fréquent en partie inférieure.	**A** : partout mais plus rare en partie supérieure et plus fréquent en partie inférieure. **a** : partout, plus fréquent en partie inférieure. **h** : partout, de préférence en rupture de pente inférieure.
Humus	Indifférent	**h** : préférence pour les moders.	**h** : nette préférence pour les eumulls, mais bien représenté sur les moders.
Décarbona--tation	**A** : plus fréquent pour une décarbonatation très faible, plus rare lorsqu'elle est très épaisse. **a, h** : fréquent partout.	Indifférent	Plus fréquent pour une décarbonatation supérieure à 20 cm.
Apparition d'une forte compacité	Indifférent	**A** : plus fréquent quand elle apparaît après 1 m de profondeur. **a** : présent partout. **h** : indifférent.	**A** : largement plus fréquent pour une compacité apparaissant au-delà d'1 m. **a, h** : indifférents.
Epaisseur d'oxydation	Indifférent	**A** : assez rare partout sauf s'il n'y a pas d'oxydation. **a** : rare globalement, présent pour une oxydation absente ou supérieure à 40 cm. **h** : présent pour une oxydation inférieure à 40 cm.	Plus fréquent lorsque l'oxydation est épaisse – mais pas trop – ou est absente.
Apparition de l'oxydation	Indifférent	**A** : rare si elle est inférieure à 10 cm. **a** : présent partout. **h** : indifférent.	**A** : rare si elle est inférieure à 10 cm. **a** : plus fréquent si elle est supérieure à 10 cm ou pas d'oxydation. **h** : plus fréquent si elle est supérieure à 10 cm.

Le tableau II (*Synthèse du comportement des trois chênes en fonction des stations*) complète cet aperçu. Les stations sont manifestement déterminantes, mais aussi la pression séminale (nombre de semis/ha) par essence, la perméabilité du couvert selon les essences (le Pin maritime a un couvert clair, le Chêne vert un couvert sombre) et la surface terrière par essence. Si l'influence des deux derniers facteurs est difficile à appréhender, celle de la pression séminale peut être détaillée.

Tableau II : Synthèse du comportement des 3 chênes en fonction des stations



Si on s'intéresse aux chênes caducifoliés, seules les stations à faciès non incendié allant de E2 à G22 ont des pressions séminales équivalentes. Sur les stations les plus acides (H, I1 et I2), les semis de chêne pédonculé sont beaucoup plus fréquents que ceux de pubescent. Sur les versants de barkhanes et les stations à faciès incendié, c'est le chêne pubescent qui est mieux représenté. Il semble donc y avoir un flux séminal allant des « foyers » de chênes (secteur le plus oriental de la forêt) vers le rivage, vraisemblablement grâce aux geais, ce qui explique la présence de semis en l'absence de semencier visible. Mais, dans le contexte présent, le Chêne pubescent semble doué de propriétés plus pionnières que le pédonculé (notamment sur les sols incendiés) et semble même pouvoir concurrencer le Chêne vert dans la lette « maritime ». Par contre, il est nettement concurrencé par le Chêne pédonculé dans les stations les plus acides de la lette « continentale » et des vieilles dunes paraboliques (voir **figure 3**).

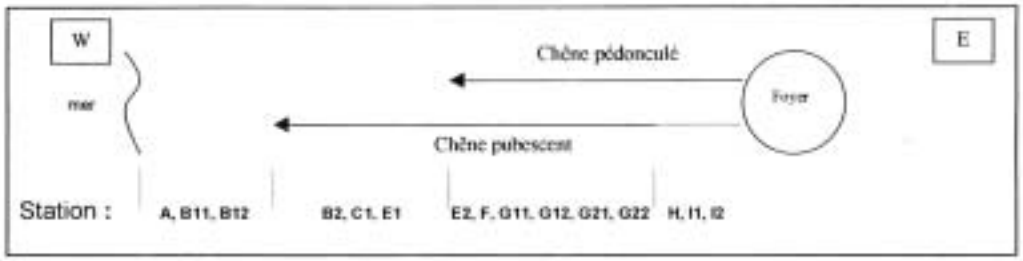


Figure 3 : Schéma du flux séminal des chênes caducifoliés.

III.3 - L'importance des systèmes géomorphologiques

On a repris toute l'analyse statistique selon une approche différente où les systèmes géomorphologiques deviennent les variables actives (tri des relevés non plus selon leur flore mais selon les types de systèmes) et les facteurs écologiques les variables supplémentaires (explicatives). Ce traitement a permis de caractériser plus finement les différents systèmes (par exemple, si les lettes continentale et maritime ont le même fonctionnement hydrique, elles semblent fonctionner différemment du point de vue trophique) et de confirmer l'effet dynamique de l'incendie et le fait que chaque système a une végétation particulière. Par ailleurs, en ciblant le traitement sur certaines unités (parties de système) difficiles à interpréter d'un point de vue morphologique (barkhanes déformées ?) ou dynamique (paraboles transgressives), elle a fourni aux spécialistes de précieuses indications.

IV - Conclusion

Cette étude a démontré que la composition, la répartition et la dynamique des différents peuplements, mélange de Chênes et de Pin maritime, sont fortement dépendantes de l'âge et de la morphologie des différentes générations de dunes. Les données fines – à la fois écologiques et dendrométriques – mesurées sur 146 placettes, constituent le fondement d'un catalogue de stations, outil de cartogarphie à la base des choix de gestion.

V - Bibliographie

- Ferland E. (1996) – *Typologie des sols de la forêt des Combots d'Ansoine.* O.N.F. Poitiers. 18 pages + annexes.
- Hubert A. (1997) – Botanique, écologie et dynamique des chênaies aux Combots d'Ansoine. ONF Poitiers. 50 pages + annexes.
- Barrère P. (2001) – Genèse des systèmes dunaires de la forêt des Combots d'Ansoine et de ses abords. ONF Bordeaux. 13 pages.

PARTICULARITÉS FLORISTIQUES ET FAUNISTIQUES DES DUNES BOISÉES, INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE DES « MILIEUX ASSOCIÉS »

Jean-Marc Thirion (Nature Environnement 17) - 20, rue du Bastion Saint Nicolas – 17000 La Rochelle
François Veneau (OPIE) - ZI La République – Espace 10 – 17, rue Albin Haller - 86000 Poitiers
Christian Lahondère (SBCO) - 94, avenue du Parc - 17200 Royan
Patrick Lebon (ONF) - 24 bis, rue de Norvège – 17000 La Rochelle cedex 02

Résumé :
Aux Combots d'Ansoine, les dunes boisées et les milieux associés ont fait l'objet d'une évaluation biologique multidisciplinaire. Ces inventaires ont permis de mettre en évidence l'intérêt patrimonial du site, outil préalable pour mener à bien une gestion conservatoire de la biodiversité. Par exemple, il a été inventorié au moins 25 espèces floristiques d'intérêt biologique, 6 espèces d'Amphibiens, 5 espèces de Reptiles, une multitude d'invertébrés ainsi que bien d'autres espèces.

Abstract :
At Les Combots d'Ansoine, the wooded dunes and associated environments have been the subject of a multidisciplinary biological assessment. The inventaries produced have highlighted the heritage value of the site, a preliminary to the implementation of a management system to preserve biodiversity. For instance, the inventory lists at least 25 plant species of biological interest, 6 amphibian species, 5 reptile species and a host of invertebrates as well as many other species.

INTRODUCTION

Nous entendons par le terme de dune boisée l'ensemble des habitats dunaires de l'arrière-dune (hors dune littorale).
Les milieux dunaires évoluent au cours du temps et la série chronologique des milieux naturels dunaires est marquée par différents stades favorables à la richesse biologique. Les habitats de la dune boisée, qui ont en commun une histoire géologique, pédologique et biologique forment un écocomplexe. Cet ensemble d'écosystèmes bien particulier est source de biodiversité nécessitant la mise en place d'une gestion conservatoire afin d'assurer le devenir d'un patrimoine naturel très original.

I - LES BOISEMENTS

Sur une partie des Combots d'Ansoine, on note la présence d'un boisement à dominance de Chêne vert (*Quercus ilex)* et de Pin maritime (*Pinus pinaster* subsp. *atlantica)* typique de l'association du *Pino-Quercetum ilicis*. Ce peuplement favorise un ensemble original de plantes plus ou moins sciaphiles marqué par l'importance de son cortège méditerranéen : Ciste à feuilles de sauge (*Cistus salvifolius),* Sainbois - ou Garou - (*Daphne gnidium),* Osyris blanc (*Osyris alba),* Arbousier (*Arbutus unedo)* et Moehringie à cinq nervures *(Moehringia pentandra)* et par la présence d'espèces atlantiques : Ajonc d'Europe (*Ulex europaeus),* Lierre *(Hedera helix),* Garance voyageuse *(Rubia peregrina)...* Dans les parties basses de la zone orientale, on note un boisement à dominance de Pin maritime et de chênes caducifoliés dont le Chêne tauzin (*Quercus pyrenaica)* de l'association du *Pino-Quercetum robori-pyrenaïcae*. Ce boisement acidophile est typique des secteurs aquitanien et sud ligérien. La présence de l'Asphodèle blanche (*Asphodelus albus)* est une des constantes de cette association.
Ces boisements de maturité diverses sont favorables à l'accueil d'un peuplement d'Oiseaux intéressants comme les rondes de Mésanges huppées (*Parus cristatus),* de Mésanges noires (*Parus ater)* et de Roitelets huppés (*Regulus regulus)* et à triple bandeau (*R. ignicapillus)*. Le Pouillot de bonelli *(Phylloscopus bonelli),* la Fauvette grisette *(Sylvia communis)* le Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos)* et l'Hypolaïs polyglotte *(Hippolais polyglotta)* occupent les jeunes stades forestiers.

Photo 1 : Fauvette grisette *(P. Lebon)*

Les boisements abritent des peuplements d'insectes intéressants comme des Hétérocères avec *Peribatodes subflavaria*, *Peribatodes secondaria*, *Catocala conjuncta* et *Catocala conversa*, ou des homoptères avec la Cigale grise (*Cicada orni)*, espèce méditerranéenne en limite nord de répartition et des Coléoptères avec le Lucane (*Lucanus cervus)*, *Melasia culinaris*, *Ernobius mollis*, *Minucia lunaris*, *Lacon querceus* et *Pseudocistela ceramboïdes*. Les Orthoptères rencontrés font partie de la cénose du *Chorthippetum vagantis* avec comme espèce intéressante la Decticelle frêle (*Yersinella raymondi)*, espèce méridionale située à proximité de sa limite septentrionale de répartition. Quelques espèces de Mollusques présentent un intérêt comme *Euconulus fulvus*, *Aegopinella nitidula* et *Boettgerilla pallens*. Les arbres sénescents sont un refuge apprécié des Chiroptères comme la Noctule commune (*Nyctalus noctula)*, des populations de Tritons marbrés *(Triturus marmoratus)*, espèce inscrite à la Liste Rouge régionale et des Mésanges huppées (*Parus cristatus)* pour y nicher. La gestion des boisements doit favoriser la conservation de vieux bouquets (îlot de vieillissement dans chaque parcelle), de vieilles souches, des bois à terre, des arbres en chandelles ou chablis et d'un secteur de peuplements en évolution libre.

Au nord du massif sur de faibles surfaces, on note la présence d'une Aulnaie à *Alnus glutinosa* de l'alliance *Alnion glutinosae* où l'on a pu observer le Moehringie à cinq nervures *(Moehringia pentandra)*. Nous suggérons que ce milieu devrait être traité en évolution libre.

II - Les lisières

Les lisières, ou écotones, sont des milieux plus ou moins larges de transition entre communautés. Elles ont un rôle fonctionnel important dans le paysage : corridor, habitat spécifique, zone de chasse...
Les lisières les plus répandues sur le secteur sont représentées par l'ourlet thermoatlantique littoral à *Rubia peregrina* et *Cistus salvifolius* du *Rubio-Cistetum salvifolii* et le manteau à *Daphne gnidium* et *Ligustrum vulgare* du *Daphno gnidii-Ligustretum.*

Au sud des Combots d'Ansoine, nous avons observé au sein de l'Ourlet à Ciste, la Vesce velue (*Vicia villosa* subsp. *Villosa)* espèce rare en Charente-Maritime, la Clématite brûlante (*Clematis flammula)*,

espèce méditerranéenne, ainsi qu'une plante parasite des racines de Ciste à feuilles de sauge, le Cytinet (*Cytinus hypocistis* subsp. *Hypocistis)* en limite nord de répartition, inscrit sur la Liste Rouge régionale. Lorsque les sables sont remués et dénudés, on observe la présence de l'Epipactis à fleurs pendantes (*Epipactis phyllantes)*, Orchidée protégée sur le plan régional, à la répartition encore mal connue. Dans le même secteur et sur le même milieu, une population du Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia)* a été localisée. Cette espèce de Rhopalocère (Papillons diurnes), protégée en France, est inscrite à l'annexe II de la Directive Habitats.

Photo 2 : Damier de la Succise sur Ciste à feuilles de sauge *(J.M. Thirion)*

Une autre espèce de papillon fréquente la lisière : le Grand Nacré (*Speyeria aglaja)* rare dans la région Poitou-Charentes. La lisière est un terrain de chasse apprécié des Chiroptères comme l'Oreillard (*Plecotus sp*.) (Annexe IV de la Directive Habitats) ou l'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus)* (annexe I de la Directive Oiseaux) qui y chassent les Papillons Hétérocères. De plus, de nombreux Reptiles utilisent ce milieu pour thermoréguler et chasser comme le Lézard vert occidental (*Lacerta bilineata)*, le Lézard des murailles (*Podarcis muralis)*, La Couleuvre verte et jaune (*Coluber viridiflavus)* ou la rarissime Coronelle girondine (*Coronella girondica)* espèce en limite de répartition septentrionale et inscrite à la Liste Rouge régionale. Au nord en bordure de la peupleraie, il a été observé quelques pieds du Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia)*, espèce inscrite sur la Liste Rouge régionale. La conservation de ces milieux nécessite de limiter la progression des arbres pionniers et de supprimer une partie des boisements proches.

Au sud-ouest des Combots, le long de la route, on note une lisière basse composée d'un ourlet nitrophile et sciaphile très intéressant avec deux espèces reprises de Liste Rouge régionale, la Véronique cymbalaire (*Veronica cymbalaria)* et la Véronique des campagnes (*Veronica agrestis)* (Liste Rouge nationale, t2).
Ce milieu doit être maintenu en évitant une fauche trop précoce et l'utilisation de désherbant !

➢····· III - Les landes sèches

Cet habitat caractérisé par la Bruyère à balais (*Erica scoparia* subsp. *Scoparia)* et la Bruyère cendrée (*Erica cinerea)* de la classe des *Calluno-Ulicetea* occupait autrefois une grande partie du secteur de la Combe à Garrot.

Photo 3 : Pic Epeiche *(P. Lebon)*

Actuellement, il est colonisé par les ligneux. C'est un terrain de chasse pour le Faucon hobereau (*Falco subbuteo)*, un site d'hivernage régulier pour la rare Bécassine sourde (*Lymnocryptes minimus)* et un site de nidification pour la Fauvette pitchou (*Sylvia undata)* (annexe I de la Directive Oiseaux), l'Alouette lulu (*Lullula arborea)* (annexe I de la Directive Oiseaux), l'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus)* (annexe I de la Directive Oiseaux), la Locustelle tachetée (*Locustella naevia)* et probablement la Fauvette orphée (*Sylvia hortensis)*, espèce méditerranéenne qui niche en Charente et en Gironde. Les Orthoptères sont représentés ici par la cénose du (*Chorthippetum binotati)* avec comme espèce patrimoniale la Decticelle frêle (*Yersinella raymondi)*, espèce méridionale à proximité de sa limite septentrionale de répartition. De plus, il a été observé à une seule reprise le Diablotin (*Empusa pennata)* petite Mante méditerranéenne que nous connaissons plus au nord de la Forêt de la Coubre ainsi que sur de nombreuses pelouses sèches du département.

Photo 4 : Le diablotin *(Empusa pennata) (J. Favennec)*

Un peuplement d'Hétérocères fréquente cet habitat, notamment le rarissime *Pachycnemia tibiaria* (première mention pour la région), *Coscinia cribaria* dont la chenille vit entre autre sur le genre *Festuca* ou l'Hermithée de l'Ajonc (*Pseudoterpna coronillaria)*. La gestion d'un tel milieu ne peut être effectuée que par la fauche. Cette action de gestion doit être échelonnée dans le temps et l'espace afin de créer des zones refuges qui serviront à la recolonisation (effet mosaïque). Dans un premier temps, il est nécessaire de supprimer les ligneux et de rajeunir, en la recépant, la Bruyère à balais. Dans un second temps, la lande sera rajeunie régulièrement tous les 10 ans par une fauche réalisée aux heures les plus chaudes (fuite) avec un lamier (disques de fauche) et d'une façon centrifuge (fuite). Les résidus de fauche seront exportés afin d'éviter d'enrichir le milieu.

IV - Les pelouses

On définit les pelouses comme une formation végétale basse plus ou moins ouverte subissant un éclairement intense, à forte proportion de thérophytes. Le substrat sableux confère aux pelouses du secteur un caractère aride typique des pelouses rases des sables fixés ou *Thero-Airion*. Les pelouses sont localisées sur le bord des chemins, dans les premiers stades des clairières, le long des routes, aux abords des parkings, ainsi qu'au nord dans la peupleraie. Au sein de cette formation végétale quelques espèces patrimoniales ont été trouvées dont l'Astragale de Bayonne (*Astragalus baionensis)*, plante protégée en France et endémique du littoral atlantique français qui n'avait pas été revue depuis les années 60 dans la région constituant ainsi sa seule station régionale.

Deux autres espèces de la Liste Rouge régionale sont à signaler, la Linaire de Pellicier (*Linaria pelisseriana)* et le Plantain des sables (*Plantago arenaria)*. Les Orthoptères sont représentés ici par deux ensembles cénotiques, le *Pezotettigion giornae* avec comme espèces caractéristiques le Criquet pansu (*Pezotettix giornai)* et le Criquet glauque (*Euchorthippus pulvinatus gallicus)* et le *Conocephaletum fuscae*. Dans ce groupe, deux espèces patrimoniales sont à signaler, l'Oedipode occitane (*Oedipoda charpentieri)* et l'Oedipode milanaise (*Acrotylus insubricus insubricus)*, espèces méditerranéennes en limite nord de répartition. De nombreuses espèces de Papillons Hétérocères, dont les chenilles se développent sur des graminées, sont considérées comme rares pour la région Poitou-Charentes : *Aporophyla australis*, *Photedes minima*, *Photedes pygmnia*, *Mythimnea ferrago*, *Mythimnea impura*. Ces formations herbacées présentent de nombreux pieds de Jasione des montagnes (*Jasione montana)* où nous avons régulièrement observé le Damier de la succise (*Euphydryas aurinia)* (annexe II de la Directive Habitat) la butinant.

Les pelouses offrent un habitat de nidification recherché par l'Alouette lulu (*Lullula arborea)*, celle-ci est inféodée aux habitats herbeux à faible couverture végétale présentant un relief. Cette espèce inscrite à l'annexe I de la Directive Oiseaux est considérée en déclin dans la région ainsi qu'en Europe. Le maintien de ces pelouses passe par la maîtrise de la circulation motorisée (4x4, motos...). Ainsi, la station d'Astragale de Bayonne est directement menacée par la pratique anarchique du 4x4. Il est primordial d'empêcher la progression des ligneux et d'arracher ceux qui sont déjà présent. Sur certains secteurs de bord de route, préalablement définis au vu des enjeux patrimoniaux, l'utilisation de désherbant devrait être interdit.

V - Les mares et dépressions humides

Les mares ont été créées pour un usage cynégétique ou de défense contre l'incendie. Elles sont alimentées essentiellement par des nappes de surfaces. Quand ces mares sur substrats sableux sont ensoleillées, leur fond oligotrophe est colonisé par des herbiers de Characées (*Chara sp)*. (algue). Ces plantes originales produisent des gamètes femelles protégées par une coque dure, préfigurant le mode de reproduction par graine des plantes supérieures.

Les Characées fixent le calcaire dont elles sont constituées à 70% (Grillas *et al*, 1997). Leur fort développement peut modifier les caractères physico-chimique de l'eau. Les mares à Characées sont à l'annexe I de la Directive « Habitats » et sont souvent les oubliées des inventaires Natura 2000. Ces milieux pauvres en nutriments sont favorables à une espèce de plante carnivore aquatique, l'Utriculaire vulgaire (*Utricularia vulgaris)*, inscrite à la Liste Rouge régionale.

Dans une des mares plus profonde, au substrat paratourbeux, le Potamot coloré (*Potamogeton coloratus)* occupe une grande surface. Cette espèce est elle aussi inscrite sur la Liste Rouge régionale. Il a été noté au sein d'une mare la présence du Cresson à petites feuilles (*Nasturtium microphyllum)* seule station connue pour Poitou-Charentes. Ici, les mares ombragées ne présentent que peu d'intérêt pour l'accueil de la faune et de la flore. Mis à part leur rôle d'abreuvoir pour la faune, les mares forestières des Combots sont les seuls sites de reproduction pour les peuplements de Batraciens et de libellules (16 espèces) du secteur des Combots.

Ainsi, nous avons noté six espèces de Batraciens en période de reproduction dont les plus communs sont le Triton palmé (*Triturus helveticus)*, le Crapaud commun (*Bufo bufo)* et la Grenouille agile (*Rana dalmatina)*. Deux espèces sont inscrites sur la Liste Rouge régionale, le Triton marbré (*Triturus marmoratus*) et la Rainette méridionale (*Hyla meridionalis)* qui atteint sa limite septentrionale dans le sud Vendée au même titre que la Grenouille de Pérez (*Rana perezi)* présente elle aussi dans quelques mares.

Photo 5 : Rainette méridionale *(J.M. Thirion)*

La richesse spécifique du peuplement de Batraciens est corrélée avec le recouvrement en herbiers aquatiques de la mare bien entendu lié à l'ensoleillement.

Sur les berges récemment exondées, où les sables sont encore humides, on peut observer la présence d'un petit Orthoptère méridionale, le Tétrix des plages (*Paratettix meridionalis)* qui est rare en Poitou-Charentes. Les jeunes Couleuvres à collier (*Natrix natrix)* fréquentent exclusivement ce type de milieu pour trouver leur nourriture.

Il est important de conserver le caractère oligotrophe de ces milieux et donc d'éviter l'apport d'argile pour la création de souille à sanglier. La surface idéale pour une mare est de 200 à 400 m^2 avec un profil de berge en pente douce sur les 2/3 de la mare et sur le reste un profil abrupt. La profondeur maximun de plus ou moins deux mètres doit être localisée vers les berges abruptes (zone refuge). La profondeur doit être progressive afin de laisser de larges plages peu profondes pour la thermorégulation des têtards et le développement de la flore et de la faune en général. Sur une petite partie des berges, il est conseillé de conserver quelques buissons pour les Rainettes méridionales.

VI - Bibliographie

- Grillas P. et Roché J. (1997) – *Végétation des marais temporaires, Ecologie et gestion*. Medwet, Tour du Valat, le Sambuc, 86 p.

2ÈME PARTIE

GESTION « DURABLE » DES LITTORAUX MEUBLES DE LA CÔTE ATLANTIQUE : PRINCIPES ET PRATIQUES

Gérer, c'est concilier le souhaitable et le possible, appliquer des compromis qui ne peuvent être partagés par tous. Il est alors d'autant plus nécessaire de négocier, définir explicitement, et faire connaître les objectifs et fondements des choix effectués. Une fois la direction et les principes bien posés, plusieurs chemins peuvent être empruntés, selon le contexte socio-économique, les habitudes et traditions locales.
Le qualificatif de « durable » se prête à de multiples interprétations, nous retiendrons celle que sous-tend *sustainable* d'origine anglo-saxonne : le niveau d'exploitation anthropique doit se limiter aux capacités du milieu à le « soutenir » dans le long terme.
Les réflexions menées dans cette partie seront aussi organisées par familles de paysages : plages, dunes non boisées et dunes boisées.
Nous insisterons particulièrement sur les plages qui, à l' « amont » de la dynamique, conditionnent fortement la tendance évolutive. De la volonté de concilier la propreté des plages avec leur richesse biologique découlent des propositions concrètes innovantes.
La gestion des dunes non boisées est marquée par le souci du « maintien de leur capacité de résilience » rappelé par R. Paskoff. Cette aptitude de retour dans un bon état de conservation après de fortes perturbations demande que soient précisés les « attributs vitaux », au nombre desquels figure la « mobilité intrinsèque » des dunes littorales.
Dans les forêts dunaires, fortement marquées par les boisements de fixation du XIXème siècle, c'est la tendance forte à la colonisation par les chênes - favorisée par cette première stabilisation - qui orientera les choix en faveur de peuplements mélangés.
Enfin sera abordée la question de l'évaluation et du suivi du patrimoine. Il ne suffit pas d'agir, il faut aussi évaluer les résultats par la mesure d'un certain nombre d'indicateurs. C'est encore une pratique très jeune sur un chemin semé d'embûches. Les indicateurs choisis dépendent de la façon de traduire les attentes de la société par les gestionnaires, de leur conception du « bon état du milieu ». Après un regard sur les apports de la phytosociologie, des exemples concrets de suivi - et de leurs limites - seront abordés. Des critères d'évaluation patrimoniale seront proposés, certains constituent de bons indicateurs potentiels de suivi.

CHAPITRE 1

LES PLAGES DES CÔTES SABLEUSES

GESTION « DURABLE » DES PLAGES

Helena Granja
Universidade do Minho, Departamento de Ciências da terra,
Largo do Paço, 4719 Braga codex, Portugal
Tél. : 00.351.53.60.43.03 - Fax : 00.351.53.67.82.06 - Email : Hgranja@dct.uminho.pt

Résumé :
La tendance au recul des plages est dominante pour des causes naturelles amplifiées par la pression humaine. Les méthodes lourdes (épis, enrochements...) de lutte contre l'érosion marine ont des effets négatifs reconnus. Des alternatives souples, telles que le rechargement en sédiment, évitent certains impacts tels que l'augmentation de l'érosion aux abords de l'ouvrage, mais elles restent coûteuses et sont inapplicables dans certains secteurs. Les dunes bordières, si elles sont protégées, jouent naturellement un rôle d'amortisseur et de maintien du stock sédimentaire. La seule réponse durable au problème de l'érosion est de planifier le recul des équipements.

Abstract :
Beach retreat has become a dominant trend through natural causes amplified by anthropic pressure. "Heavy" marine erosion entrenchment methods, such as groynes and walls, have recognized negative effects. Flexible alternatives, such as sediment replacement, avoid some types of impact such as increases in erosion around the works, but are expensive and cannot be used in certain areas. If protected, the foredune naturally plays the role of shock absorber and maintains the stock of sediment. The only sustainable response to the problem of erosion is the planned withdrawal of coastal works.

INTRODUCTION

Comment aménager l'espace *plage* qui est par nature un environnement dynamique dont l'équilibre est toujours précaire ?

Interface entre le continent et l'océan, la plage est soumise à des variations de longue et de courte durée. Les processus de longue durée n'ont pas d'incidence pratique directe sur la gestion des plages, cependant la montée du niveau de la mer est un facteur de risque à prendre en compte sur le long terme.

Les processus de courte durée concernent le budget sédimentaire des plages. Les principaux apports sédimentaires aux plages proviennent des falaises en recul, de l'avant-côte et des cours d'eau. Les agents dynamiques majeurs sont la houle, les courants et le vent. Le transit sédimentaire se fait surtout au sein de « cellules » isolées par différents types d'obstacles, le budget pouvant être positif (plages en accrétion), négatif (plages démaigries et en recul) ou équilibré (plages stables). Les plages s'adaptant en permanence à des conditions hydrodynamiques changeantes, l'évaluation de ce budget sédimentaire nécessite plusieurs années d'observation.

Mais pourquoi l'érosion des plages est elle aujourd'hui si fréquente? Tout d'abord, il existe une cause naturelle de déficit sédimentaire, la réserve en sédiments de l'avant-côte, héritée de la période d'abondance de la transgression post-glaciaire, n'est plus réalimentée. Par ailleurs, on connaît une période de montée du niveau de la mer et, semble-t-il, un accroissement de la fréquence et de l'intensité des tempêtes. Mais surtout s'ajoute une pression humaine qui n'existait pas avant : occupation croissante de la zone côtière, exploitation intensive des sédiments, travaux portuaires et constructions de défenses côtières, pompages excessifs d'eau, barrages, etc. Toutes ces actions ont un impact négatif sur les littoraux, notamment sur les plages. La dynamique naturelle est rompue, des bilans sédimentaires négatifs induisent un processus presque continu d'érosion et de recul.

I - MÉTHODES DE DÉFENSE CÔTIÈRE – AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Pour protéger les constructions existantes et permettre le maintien de certaines plages, un peu partout dans le monde différentes options ont été choisies : constructions lourdes (murs, enrochements, brise-lames…) et défenses souples (alimentation artificielle des plages, ouvrages en bois, sacs en géotextiles…). Aucune n'a apporté de solution durable et équilibrés. Leurs coûts sont variables, mais toujours très élevés.

I.1 - Méthodes lourdes

Les défenses lourdes, ou méthodes « passives » (aménagements statiques), sont des ouvrages de génie civil. Très utilisées dans le passé, elles sont encore fréquentes dans certains pays. Les matériaux durs (rochers, béton…) qui composent ce type de structures, généralement volumineuses, sont destinées à faire face à des conditions de mer d'énergie moyenne à élevée. On distingue les structures longitudinales (murs, enrochements, brise-lames…) et les structures transversales (épis perpendiculaires ou obliques par rapport à la côte).

Épis :

Les épis sont des structures (rectilignes, courbes ou de formes variables) transversales à la côte. Leur impact positif d'engraissement de la plage située en amont du courant de dérive est contrebalancé par de nombreux inconvénients :
- ils déclenchent une érosion en aval de l'épi, par blocage des sédiments transportés par le courant de dérive,
- ils demandent une surveillance constante et des réparations fréquentes lorsqu'ils subissent des effondrements de leur base,
- ils peuvent intensifier les courants de retour, ce qui présente un risque pour les baigneurs,
- ils sont inesthétiques pour les plages dont ils limitent l'étendue,
- leur coût est élevé.

Enrochements :

Les enrochements (*rip-rap*) sont des structures constituées d'éléments indépendants, généralement des blocs de pierre ou de béton, disposés parallèlement à la plage, à la base de ce qui doit être défendu (maisons, routes, chemins de fer, etc.). Ils protègent raisonnablement bien ce qui est situé derrière et sont d'un entretien facile, ils absorbent mieux l'énergie des houles que les murs, cependant :
- ils entraînent un abaissement du profil de plage et une diminution de sa largeur ou même sa disparition par intensification de l'énergie de réflexion de la houle et des courants de retour,
- ils augmentent la pente de la plage,
- ils réduisent le transport longitudinal vers l'aval,
- ils interrompent les échanges transversaux entre plage et dune,
- ils accentuent l'érosion à leurs extrémités.

Murs :

Les murs sont des structures verticales ou paraboliques, à la base de ce que l'on veut protéger. Ils protègent bien l'objet ou le site à défendre, ils sont relativement faciles à entretenir, mais :
- ils ont les mêmes inconvénients que les enrochements,
- quand ils sont verticaux, le mouvement tourbillonnaire de la houle sape leur base et peut provoquer leur effondrement,
- ils limitent l'accès à la plage
- leur coût est élevé.

Brise-lames :

Les brise-lames sont des structures destinées à protéger de l'impact de la houle, en créant un abri. Ils sont souvent parallèles à la côte, émergents ou submersibles. Abritant bien de la houle, ils créent des zones abritées favorables à l'engraissement des plages (tombolos). Cependant, ils ont aussi des inconvénients :

- ils peuvent être sapés à la base du côté de la mer,
- ils ont des problèmes de fondation,
- ils sont coûteux et difficiles à entretenir,
- ils sont mal adaptés aux côtes à fort marnage.

I.2 - Méthodes souples

Les méthodes souples, ou méthodes « actives » (aménagements dynamiques) s'inscrivent dans le courant des processus naturels. Parmi ces méthodes on peut distinguer celles qui utilisent des palissades en bois et des sacs de géotextiles et celles qui consistent à recharger la plage par un apport artificiel de sables. Nous ne parlerons ici que de l'alimentation artificielle qui peut se faire de plusieurs façons : les sédiments peuvent être pompés à partir de la plate-forme continentale ou provenir d'autres sources (dragage des ports et des rivières…), toujours externes à la plage à traiter. Les produits de rechargement ne doivent être jamais plus fins que ceux de la plage.

L'ensablement des plages présente beaucoup d'avantages :
- il élargit et engraisse la plage, la protégeant contre l'action de la houle en dissipant son énergie,
- il présente moins d'impacts sur les secteurs voisins que les structures lourdes,
- contrairement aux défenses dures, il corrige la cause fondamentale de l'érosion des plages, la carence en sédiments.

Cependant, le rechargement n'est qu'une solution temporaire, à court ou moyen terme il doit être renouvelé, ces coûts récurrents en font aussi une méthode coûteuse.
Les rechargements sont plus efficaces sur les plages de fond de baies (à faible fuite latérale de sédiment) que sur des côtes ouvertes à fortes houles et à puissante dérive littorale telles que le littoral aquitain et la côte occidentale portugaise.

I.3 - Autres méthodes

On ne citera ici que le *scrapping*, qui consiste à transférer du sable prélevé en bas de plage vers d'autres endroits où une protection est nécessaire. Cette méthode a plus d' inconvénients que d' avantages, les sédiments sont prelevés aux dépens de la plage, qui subit déjà de l' érosion (c' est le cas, par exemple, des digues de sable d' Areão, au Portugal).

II - Les dunes bordières en tant que défense naturelle

Les dunes bordières se forment en arrière des plages dès qu'il y a du sable, du vent et de la végétation qui interagissent de façon complexe. Ces avant-dunes, *dunes primaires* pour certains auteurs, comprennent le stade de *dune embryonnaire* qui débute sous forme de *banquette*. La banquette résulte de l'accumulation, en haut de plage, de sable transporté par les marées de vives-eaux. S'il n'y a pas de perturbations anthropiques, elle est rapidement colonisée par des plantes halo-nitrophiles. La végétation capte les sédiments amenés par le vent sous forme de monticules – les *nebkas* – qui, par coalescence génèrent un bourrelet sableux, base de la dune bordière.

La dune bordière constitue une part importante du stock sédimentaire du système plage-dune. Pendant les tempêtes elle peut être érodée et prendre un profil abrupt à falaise vive, les sédiments sont emportés vers la plage sous-marine où ils forment des barres d'avant-plage. Pendant les périodes de beau temps, les vagues remontent le sable sur la plage à partir de ces barres sous-marines, des banquettes et des *nebkas* se reconstruisent en avant des falaises, l'équilibre se reconstitue.

La dune bordière joue plusieurs rôles : 1. elle fonctionne comme un stock sédimentaire ; 2. c'est une barrière naturelle de protection des terres basses contre les inondations marines et contre les avancées de sable ; 3. elle constitue un obstacle naturel contre la pénétration des embruns maritimes et la contamination des nappes phréatiques ; 4. c' est un écosystème très riche et unique ; 5. elle revêt une valeur esthétique remarquable.

En même temps, elle est très fragile et peut être facilement détruite, soit par des processus naturels (tels que les débordements - *overwashings* - et les siffle-vent - *blowouts* -), soit par l'action anthropique (telle que la destruction de la végétation, le piétinement, la construction, etc.), soit par leur conjonction (par exemple, le piétinement peut produire des brèches empruntées par les incursions marines).

Il est donc indispensable, si l'on veut assurer une gestion *durable* des plages, de tenir compte du rôle important que jouent les dunes bordières et de mettre en œuvre des mesures techniques et légales assurant leur protection.

III - UNE QUESTION DE STRATÉGIE

La gestion *durable* des plages passe par une nouvelle philosophie vis-à-vis de son utilisation et de son occupation. Sachant que le cours de la dynamique naturelle ne s'inversera pas, cela implique un autre type de rapport avec le littoral. Un recul planifié des équipements en secteurs sensibles (cartes de zonage s'appuyant sur de solides études technico-économiques) nous parait la seule stratégie durable face à la migration des plages vers l'intérieur.

Sans intervention humaine, les formes de plage et d'avant-dune s'ajustent aux changements de conditions hydrodynamiques, de telle sorte qu'elles constituent des défenses naturelles contre les pénétrations marines dans les zones basses. Certaines plages, avec falaises ou affleurements, constituent des sites privilégiés de conservation en raison de leur intérêt scientifique, écologique, esthétique et éducatif.
Dans les zones à forte occupation il faudra accepter des coûts d'entretien très importants pour maintenir une protection efficace, ils iront de pair avec des pertes irréparables du patrimoine sur les secteurs adjacents.

LA POLLUTION DES PLAGES DU GOLFE DE GASCOGNE PAR LES MACRO-DÉCHETS

Jean-Noël SALOMON
Université de Bordeaux III - Institut de géographie, Laboratoire de géographie physique appliquée
Esplanade des Antilles – 33600 Pessac
Tél. 05.56.84.50.50 - Fax : 05.56.84.68.39

Résumé :
La côte Aquitaine reçoit régulièrement des déchets flottants amenés par la mer ce qui pollue les plages et gène considérablement les stations balnéaires. Les études ont permis d'expliquer les origines de ces déchets, leurs modes de dissémination ainsi que leur provenance. A partir de ces informations, il est possible de proposer des solutions pour remédier à cette pollution chronique, notamment il convient de privilégier les solutions préventives (veiller au respect de la réglementation en matière de décharges) plutôt que curatives (la collecte des déchets sur les plages avant et pendant la saison touristique). Les enjeux financiers sont importants, la tendance est à l'augmentation du coût du traitement de ces macro-déchets, c'est pourquoi des décisions doivent être arrêtées.

Abstract :
The sea regularly brings floating waste to the shores of Aquitaine, polluting the beaches and causing considerable problems in tourist resorts. Studies have provided explanations regarding the type and origin of the waste and how it is disseminated. Using this information, solutions can be put forward for remedying this chronic pollution. Preference should be given to prevention (such as ensuring compliance with discharge regulations) rather than cure (removing the waste from beaches before and during the tourist season). The financial stakes are high, as the cost of treating the macro-waste is tending to increase, which is why decisions must be taken.

INTRODUCTION

Quel spectacle désolant que celui de monceaux d'ordures déposées régulièrement sur les plages sableuses et nuisant gravement à l'image de marque des stations balnéaires concernées! Il s'agit d'un problème qui affecte de nombreuses zones littorales de la Manche, de la Mer du Nord, de la Méditerranée et du Golfe de Gascogne. L'explication de ces déchets est le recours généralisé aux emballages perdus (plastiques, verres, canettes, etc.), le non respect des réglementations environnementales (décharges sauvages le long des cours d'eau, déversements directs en mer) et le maintien de comportements individualistes et inciviques par les estivants (abandons de papiers gras, de mégots, de déchets divers).

Le volume de ces déchets, véhiculés par la mer pour l'essentiel, a beaucoup augmenté ces dernières décennies :

- sur la côte de l'île d'Oléron on a relevé 1,7 kg par mètre linéaire en 1982 et 6,5 en 1995 ;
- dans le département des Landes, on est passé de 5 500 m^3 en 1990, à 18 000 m^3 en 1998.
- l'évolution est du même ordre pour les Pyrénées Atlantiques et la côte espagnole.

Cette plaie pénalise fortement les budgets de nettoyage des communes concernées (cf. *infra*). La pollution pose également d'autres problèmes que nous allons évoquer.

I - Nature et quantités de déchets.

Devant cette question, plusieurs études ont été entreprises, la plupart dans le cadre de travaux de recherches menées par le Laboratoire de Géographie Appliquée (L.G.P.A.) et un premier colloque international a pu être organisé à Messanges en 1999, à l'initiative du Conseil Général des Landes, pour faire le point.

L'identification des concentrations de déchets peut se faire par des reconnaissances aériennes (hélicoptères, photographies aériennes) ce qui permet ensuite, au sol, des échantillonnages plus significatifs. Ceux-ci peuvent être comptés, pesés et triés, puis traités par des méthodes statistiques ou de type archéologique, ce qui permet de les classer en catégories. Quelques grandes familles de déchets ont été retenues : les bois flottés sont les plus importants (de 60 à 70% des volumes), puis viennent les déchets ménagers et les déchets liés aux activités de la pêche (plastique, tissus, caoutchouc, papier-carton, filets, bouées, caisses, verres, métal sur bois, hydrocarbures, autres.

Les études indiquent également que les arrivages sont continus toute l'année avec cependant un surplus en période hivernale et au printemps, et une baisse l'été. En revanche, les analyses, portant sur un mois précis, n'ont pas donné lieu, d'une année à l'autre, à des résultats comparables (par exemple en raison des tempêtes). Les accumulations dépendent étroitement des conditions météorologiques et de la « courantologie ». Un fait est cependant certain : la quantité de déchets n'a cessé d'augmenter ces dernières années jusqu'à atteindre un pic de 25 000 m^3 en 1994 sur les plages landaises. Puis l'évolution a semblé plafonner autour de 20 000 m^3 avant de repartir légèrement à la hausse en l'an 2000.

II - L'origine des macro-déchets.

Trois types de macro-déchets peuvent être distingués : les déchets flottants, ceux qui sont déposés sur le plateau continental, et les déchets déposés sur les plages. La source des macro-déchets est souvent identifiable grâce aux étiquettes et inscriptions qui sont restées lisibles. En 1982, une première étude de Clément montrait que l'Espagne tenait le rang de principal pollueur suivi de près par la France. Venaient ensuite des pays comme le Portugal, l'Angleterre, l'Allemagne, les Pays-Bas, la Pologne, l'Argentine, la Finlande, la Grèce et l'Italie. Mais en 1995, le classement était différent : France, Espagne, Portugal, Angleterre, Allemagne, Pays-Bas, Maroc, Asie et Grèce (Fig. 1).

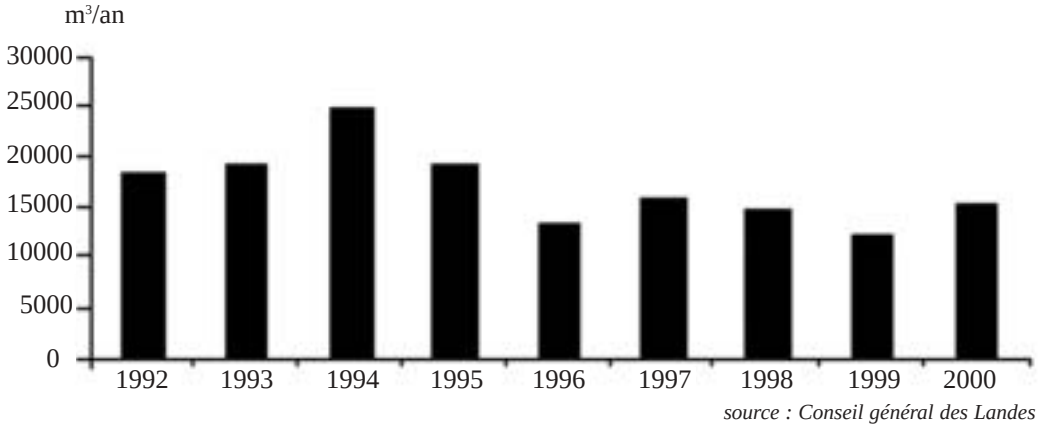


Figure 1 : Évolution de la pollution par macro-déchets sur les plages atlantiques.

Certaines provenances lointaines (Argentine, Grèce, Taiwan) montrent clairement que ces déchets ont été jetés à la mer par les navires qui croisent au large et que leur part est en augmentation. En ce qui concerne les bois flottés (les plus importants en volume), **l'origine principale est le bassin versant Adour-Garonne** (il est facile de distinguer les bois d'Eucalyptus et de Pins d'origine espagnole des feuillus d'origine française).
Finalement, trois origines principales de pollution ont été mises en évidence :

• **une origine continentale**
De loin la plus importante. Elle s'explique par les rivières qui amènent les déchets à la mer. Il existe une excellente corrélation entre la période des crues et la hausse des dépôts sur les plages (en tenant compte d'un temps de latence). Beaucoup de cours d'eau sont encore bordés de décharges sauvages et de rives mal entretenues si bien que lors des crues, les déchets entreposés sont pris par les eaux et rejoignent peu à peu le littoral. Certaines de ces décharges ont même été carrément installées en bordure de mer telle la "célèbre" décharge de Bens près de La Corogne (Galice) qui en 1997 s'était effondrée, permettant le départ d'un seul tenant de 100 000 tonnes de détritus à la mer. Les travaux de Laubignat (1998) en Espagne montrent que des régions comme la Province des Asturies possèdent encore quantités de ces décharges sauvages. En France, un cabinet d'études (Trivalor-Sol, 1998; 1999) a abouti au même constat.

• **une origine maritime**
L'habitude des marins et des pêcheurs de jeter leurs déchets par-dessus bord est bien établie, et les plaisanciers ne sont pas en reste. Les rails maritimes de circulation sont très fréquentés dans le Golfe de Gascogne et la plupart des navires se débarrassent de leur déchets avant d'entrer en Manche, mer davantage surveillée. Il n'est pas étonnant qu'une grande partie de ces déchets, poussés par les vents d'Ouest, arrive directement sur les plages du littoral aquitain.

Un cas particulier est celui des échouages de mammifères marins dont une partie est victime de la consommation des déchets, plastiques en particulier (Soulier, 1999). En 1999, environ 200 mammifères se sont ainsi échoués sur les plages, certains avaient jusqu'à 20 kg de débris plastiques dans leur estomac. De même, les tortues marines (luth) confondent les sacs plastiques avec les méduses... Ces échouages de mammifères posent un problème de salubrité publique car certains peuvent être vecteurs de maladies transmissibles à l'homme.

Un mythe doit être rejeté : celui des "îles flottantes" de macro-déchets, lesquelles dériveraient au large et qu'il conviendrait de récolter avant qu'elles ne dispersent leurs déchets. D'une part, elles n'ont jamais été observées en dépit de multiples reconnaissances aériennes, et d'autre part on voit très mal comment, et par quels processus, elles pourraient se constituer.

• **La dernière origine**
Est constituée par l'incivisme et la négligence des populations fréquentant les plages: touristes et estivants. En quantité, les déchets abandonnés ne sont pas les plus nombreux mais ils sont parfois dangereux : tessons de bouteille, boîtes de conserves éventrées, seringues ...

La figure 2, synthétise le circuit parcouru par la majorité des macro-déchets flottants dans le Golfe de Gascogne. On observe que les déchets amenés à la mer par les rivières sont poussés par les vents qui en hiver, en Espagne, sont de secteur sud sud-est. Une fois arrivés à l'océan, ils prennent le large et sont ensuite repris part un courant appelé "courant du Portugal" qui les emmène vers le large. Ensuite, les déchets qui n'ont pas coulé sont ramenés à la côte par les vents d'ouest jusque dans le pays nantais. Alors la dérive littorale, à dominance nord-sud, les redistribue tout au long des plages.

➢····· III - RÉCUPÉRATION, NETTOYAGE ET PRÉVENTION.

Le spectacle récurrent des plages souillées par des milliers de déchets de tout genre est évidemment inadmissible, surtout pour les municipalités et stations balnéaires du littoral qui font du tourisme leur fond de commerce. C'est pourquoi elles ont pris, dès les années 1960, des initiatives pour nettoyer leurs plages. Cependant les arrivées constantes, sinon l'augmentation du volume de ces déchets, finissent par agacer et inquiéter.

Les actions curatives de nettoyage demeurent essentielles. Elles se font de diverses façons : selon les entités administratives, associées ou isolées ; soit directement, soit par le biais de sociétés retenues après appel d'offre. Dans la plupart des cas le nettoyage est mécanique, même s'il existe régulièrement des actions de ramassage à la main, le plus souvent pour sensibiliser l'opinion (écologistes, scolaires, associations de surfeurs, etc...). Généralement, après un premier dégrossissement réalisé avec un gros râteau attelé, on repasse avec un râteau plus fin. Au fil des ans les techniques de ramassage n'ont cessé de s'améliorer (ratissage, puis tamisage). Le bois représente plus de 60% des déchets, aussi est-il brûlé ou broyé en plaquettes pour alimenter des chaufferies d'incinération. On pense aussi à améliorer le traitement des autres déchets (tri, revalorisation, incinération).

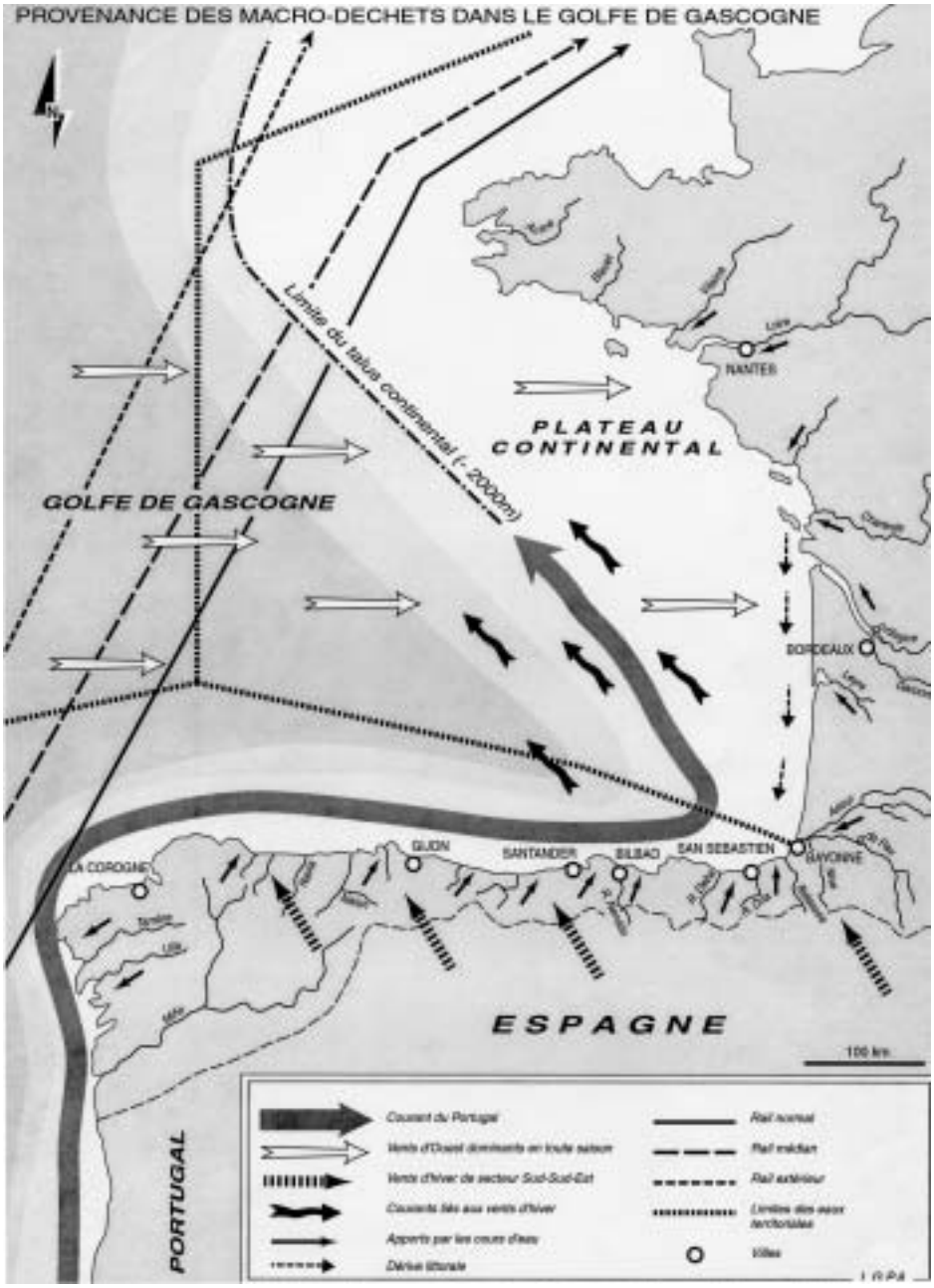


Figure 2 : Provenance des macro-déchets dans le Golfe de Gascogne

Le passage, sans précautions, des machines sur l'estran entraîne quelques inconvénients : le ramassage en pied de dune peut provoquer une entaille amorçant des départs éoliens vers l'intérieur et à terme une déstabilisation de la dune; le poids des machines tasse la sable de la plage ce qui accroît l'efficacité de l'érosion par la mer, les vagues étant moins amorties à leur base ; enfin, l'écologie de la plage est affectée.

Le coût du nettoyage devient considérable, de l'ordre de 12 000 euros T.T.C. (75 000 fr.) par kilomètre nettoyé. Pour les Pyrénées Atlantiques, le budget consacré au nettoyage des plages est de l'ordre de 10 M.F (pour 26 km). et dépasse 8 M.F. (H.T.) pour les Landes (pour 106 km). Il est de même grandeur pour la Biscaye (Espagne). L'Association Surfrider Foundation donne des chiffres effarants : le prix de revient d'une tonne de déchets ramassés peut aller sur la Côte Basque de 270 F/m^3 (Guéthary) à 40 000 F/m^3 (Biarritz)! A l'échelle de l'Aquitaine, Carrere (2001) estime le coût global de celui-ci à 20 à 30 M.F./an.

Dès lors, il est légitime de poser la question de la prévention et de son coût. Ne vaudrait-il pas mieux consacrer une partie de ces sommes à la prévention ?

Les actions de prévention peuvent s'articuler autour de trois types d'actions :

- la restauration et l'entretien des rivières et de la ripisylve (ex : contrats de rivières). Théoriquement, la réglementation européenne obligera à éliminer toute décharge non contrôlée à partir de 2002 ;

- la coopération transfrontalière de réduction à la source pour des actions de même type que précédemment ;

- le développement de programmes locaux d'information et de sensibilisation à la question des déchets flottants en particulier auprès des scolaires, du grand public, mais aussi des élus.

Si chaque commune veille au respect de la réglementation et agit dans le bon sens, la pollution du littoral par les macro-déchets flottants devrait s'abaisser très rapidement. Les actions sont à mener à l'échelle des bassins versants, la nature ne connaissant pas les limites administratives : c'est sur l'ensemble des rivières qui véhiculent les déchets qu'il faut travailler. Ainsi, sur les quelques 180 barrages installés sur le bassin de l'Adour, seule une dizaine pratiquent une politique de récupération et 6 seulement ont une idée précise de ce qu'ils ramassent (environ 2 000m^3/an). La récupération des déchets flottants sur le bassin de l'Adour devrait entraîner un coût de fonctionnement d'environ 1,2 M.F./an (Trivalor-Sol, 1999).

La part croissante de **la pollution d'origine marine** est plus difficile à résoudre car plus difficile à contrôler. Pourtant, la solution consisterait à équiper tout navire d'un conteneur à ordures, lequel serait vidé en arrivant au port. C'est donc tout un système de ramassage et d'évacuation des déchets qu'il faudrait mettre en place. Cela n'a rien d'utopique et existe déjà en Méditerranée avec le port de Marseille et quelques ports de plaisance. La Société Nationale Corse-Méditerranée, dont les navires sont équipés de conteneurs pour déchets, est à citer en exemple.

L'idée selon laquelle on pourrait prévenir la pollution en récupérant au large les déchets avant qu'ils ne viennent s'échouer n'est pas sérieuse (sauf à proximité immédiate d'une plage). Les surfaces à parcourir, la dispersion des déchets et le coût de l'enlèvement sont trop dissuasifs. Cela n'a pas empêché certaines municipalités d'effectuer une tentative ridicule (fort médiatisée, mais coûteuse) en teintant la mer par de la rhodamine pour "étudier la courantologie" (sic!) afin de repérer les courants susceptibles d'amener des déchets.

Sur les plages enfin, outre le nettoyage, beaucoup de municipalités font de réels efforts pour prévenir les plages des souillures : installation de poubelles, panneaux de sensibilisation, etc... Mais le comportement civique des individus reste déterminant.

IV - Conclusion

Le problème des macro-déchets flottants venant envahir les plages et rendant les baignades peu ragoûtantes s'inscrit dans le cadre plus vaste du traitement des déchets produits par l'homme. Les macro-déchets des plages sont ceux qui ont échappé aux modes de traitement. La question est donc loin d'être insoluble. Des solutions existent, notamment celles qui envisagent de traiter la pollution en amont dans le cadre des bassins versants. En attendant, les municipalités littorales ont mis en place et amélioré les systèmes de collecte de déchets et leurs traitements. Il existe certes de nombreuses conventions internationales sur cette question (GODARD, 1981) mais faute d'application, les pratiques persistent.

Le temps est venu de considérer le problème **dans son ensemble**, de continuer à sensibiliser nos citoyens (contribuables) à la nécessaire lutte contre la pollution et d'inciter les politiques à manifester une réelle volonté de traiter le problème.

V - Bibliographie.

- Carrère Sébastien - 2000 - "La pollution du littoral Basque. Analyse des facteurs géographiques. Commune de Bidart", *Mém. Maîtrise*, Univ. Toulouse-le-Mirail, 169 p.

- Carrère Sébastien - 2001 - “Enjeux des pollutions du littoral aquitain”, *Mém. D.E.A.*, L.G.P.A., Inst. Géogr. Univ. Bordeaux-3, 99 p. + annexes.
- Clément Céline - 1995 - “La pollution des plages d’Aquitaine par les macro-déchets et ses impacts”, *Mém. D.E.A.*, L.G.P.A., Univ. Bordeaux-3, 116 p.
- Conseil Général des Landes - 1999 - “Espèces éliminées - Espace préservé”, *Actes du Colloque Atlantique* sur les flux de déchets du Golfe de Gascogne”, Messanges, 68 p.
- Godard S. - 1981 -”La pollution du littoral basco-aquitain par les déchets espagnols”, *Mém. D.E.A.*, Univ. Bordeaux 1, 159 p.
- Laubignat Morgane - 1998 - “Décharges et macro-déchets du littoral Nord-Atlantique espagnol”, *Mém. Maîtrise*, L.G.P.A., Univ. Bordeaux-3, 114 p. + annexes.
- Rouveure Béatrice - 1998 - “La pollution du littoral Sud-Gascogne par les macro-déchets (de Biscarrosse à la Bidassoa)”, *Mém. Maîtrise*, L.G.P.A., Univ. Bordeaux-3, 73 p. + annexes.
- Soulier Laurent - 1999 - “Les échouages de mammifères marins” in *Actes du Colloque Atlantique* sur les flux de déchets du Golfe de Gascogne, Messanges ; pp. 31-39.
- Trivalor-Sol - 1998 - “Récupération et traitement des déchets flottants du Bassin Adour et du littoral : étude de définition”, *rapport*, 87 p.
- Trivalor-Sol - 1999 - “Récupération et traitement des déchets flottants du Bassin de l’Adour et du littoral : schéma directeur”, *rapport*, 47 p.

LE NETTOYAGE GLOBAL ET SYSTÉMATIQUE DU LITTORAL LANDAIS

Joachim OYARZABAL
Conseil Général des Landes – Direction de l'Environnement
23, rue Victor Hugo – BP 259 – 40025 Mont de Marsan cedex
Tél. 05.58..05.40.40 - Fax : 05.58.05.41.41

Résumé :
Le Conseil Général des Landes en partenariat avec les 15 communes littorales réalise depuis 1991 le nettoyage global et systématique du littoral landais afin d'apporter une solution rationnelle aux apports maritimes de macro-déchets. Cette opération, unique en Europe, permet de préserver l'environnement des milieux littoraux, ainsi que le potentiel touristique des communes littorales tout en assurant un traitement approprié des déchets.

Abstract :
Since 1991, the General Council of the Landes department, in partnership with the 15 coastal municipalities, has developed a global, systematic coast cleaning system as a reasoned response to the problem of macro-waste deposited by tides and currents. This operation, the only one of its kind in Europe, preserves coastal environments and maintains the tourism potential of the coastal municipalities while providing appropriate treatment for waste.

Confronté à un important apport maritime de macro déchets sur le littoral, le Conseil Général des Landes, en partenariat avec les quinze communes littorales, a mis en place depuis 1991 une opération unique en Europe de nettoyage permanent (toute l'année) de la totalité du littoral (106 km).

I - HISTORIQUE

Initié à l'époque de la Mission Interministérielle pour l'Aménagement de la Côte Aquitaine (MIACA) dans les années 1970, financé par l'Etat jusqu'en 1983, puis pris en charge intégralement par le Conseil Général, un nettoyage annuel du littoral était effectué du 1er mai au 15 juin (ratissage grossier et incinération sur place). Ensuite, durant l'été, les communes procédaient le cas échéant et selon leurs moyens à un nettoyage complémentaire, uniquement pendant la période estivale (juillet/août) et au droit des plages surveillées.

Devant la permanence des apports maritimes tout au long de l'année, les communes littorales ont demandé au Conseil Général dans les années 90, d'accroître son effort financier en faveur de la propreté des plages.

Sur la base d'objectifs clairs, le Conseil Général décidait en collaboration et en concertation avec les 15 communes littorales concernées, de mener une opération globale sur la totalité du littoral landais.

II - OBJECTIFS

- Traiter en permanence les déchets amenés par les marées.
- Traiter l'ensemble du littoral et éviter la reprise des déchets des zones non nettoyées vers les zones nettoyées.
- Offrir un littoral correct toute l'année, réduire les nettoyages estivaux réalisés par les communes, diminuer la pollution du cordon dunaire.
- Assurer une collecte et un traitement efficaces des déchets.

III - Nature et origine des déchets

La nature et la provenance des déchets échoués sur le littoral aquitain sont désormais bien connus :

- forts volumes de bois issus de l'Adour et des rivières et courants des côtes cantabrique et aquitaine,
- déchets ménagers (plastiques, etc…) issus du nord de l'Espagne notamment déversés dans des décharges en bordure de rivière,
- déchets liés aux activités de la pêche dans le Golfe de Gascogne (filets, bouées, caisses…),
- déchets ménagers rejetés par tous les bateaux (marines marchandes, plaisance),
- cadavres d'animaux marins et autres,
- déchets issus de la fréquentation estivale.

IV - Le service de nettoyage permanent du littoral

IV.1 - Dévolution des prestations

A la suite d'un premier appel d'offres sur concours dans le cadre d'un marché public, la société ONYX Aquitaine a assuré le nettoyage permanent du littoral d'avril 1991 au 30 septembre 1998.

A la suite d'un appel d'offres sur performances la société COVED est attributaire d'un nouveau marché pour un durée de 7 ans depuis le 1er octobre 1998.

IV.2 - Organisation du service

L'année est divisée en deux périodes : estivale du 1er juin au 30 septembre, et hivernale du 1er octobre au 31 mai.

Le service fonctionne de la manière suivante :

- de 22 h à 6 h en juillet et août,
- de 4 h à 14 h en juin et septembre,
- de 8 h à 16 h d'octobre à mai.

Le nettoyage est réalisé de la manière suivante :

- dégrossissage, si nécessaire, avec un « gros râteau » sur tracteur (pour les périodes de gros apports, notamment de bois),
- ratissage de l'estran sur la totalité du littoral avec un « petit râteau »,
- ratissage-tamisage de finition (maille 20 x 20 mm) sur un linéaire de 600 m au droit des plages surveillées (poste de secours).

Une attention particulière est demandée à l'entreprise dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) afin de limiter le nettoyage à l'estran en respectant les pieds de dune et en excluant impérativement les « banquettes » végétalisées.

La totalité des déchets collectés est évacuée de l'estran.

Les cadavres d'animaux (marins ou autres) sont évacués hors de la plage et pris en charge par un équarrisseur dans un délai d'une journée.

Le bois fait l'objet d'un ramassage spécifique pour tout élément d'une longueur supérieure à 0,50 m et d'un diamètre supérieur à 0,10 m.

Le bois ainsi trié sur le littoral est broyé puis incorporé soit dans la filière compostage de boues de stations d'épurations, soit dans la filière énergie-bois du Conseil Général des Landes (15 chaufferies installées dans le Département).

Les déchets mélangés collectés sur le littoral par ratissage et tamisage, sont rassemblés dans des bennes de 20 m³ puis acheminés vers des plates-formes de tri. L'opération de criblage consiste à réaliser un tri complémentaire de bois valorisable, et à séparer le sable des déchets. Le criblat, composé essentiellement de plastiques au sens large, de petits bois, est dirigé vers les usines d'incinération et le sable partiellement souillé est réutilisé en remblai ou acheminé vers des décharges agréées.

IV.3 - Fréquences de nettoyage

	Fréquentation minimum de ramassage			
	En période estivale		En période hivernale	
Types de déchets	**Plages**	**Reste du litoral**	**Plages**	**Reste du littoral**
Bois	3 jours	1 semaine	1 semaine	1 mois
Dépouilles animales, objets et produits dangereux	1 jour	1 jour	3 jours	1 semaine
Plastiques et déchets divers	3 jours	1 semaine	1 semaine	1 mois

V - Données chiffrées

- 106 km de littoral sablonneux de Biscarrosse à Tarnos dont 25 km de zone militaire
- 15 communes littorales avec des linéaires de côtes variables (de 1 à 13 km) et un nombre de plages surveillées par commune différent (de 1 à 5).
- 37 zones de baignades surveillées.
- Budget de fonctionnement de 7,16 MF TTC en 2000 selon la clé de répartition suivante :
  - Conseil Général : 52,5%,
  - 15 communes littorales : 47,5%,
  - participation forfaitaire annuelle du CEL (Armée) : 250 000,00 F.

Déchets collectés	**Cadavres d'animaux** (nombre)	**Élimination déchets courants (plastiques, petits bois, etc...)** (m³)	**Bois (filière énergie)** (m³)
1992	412	17 176	1 377
1993	58	18 362	890
1994	76	25 155	345
1995	12	18 865	600
1996	85	11 450	2 375
1997	71	12 460	3 660
1998	80	13 257	1 980
1999	377 *	9 960	2 640
2000	227 *	11 670	3 780

* dont oiseaux touchés par la catastrophe de l'Erika

VI - Conclusions

La mise en œuvre du nettoyage global et systématique du littoral landais permet d'apporter une réponse globale (collecte, évacuation, traitement) au problème d'échouages de macro déchets. Il intègre également les aspects de salubrité et de sécurité publique (collecte de cadavres d'animaux, d'objets ou produits dangereux) et la protection de l'environnement (respect des milieux dunaires, traçabilité des filières de revalorisation ou de traitement). Opération exemplaire et nécessaire, elle doit s'accompagner d'actions complémentaires pour résorber en amont les diverses sources d'approvisionnement de déchets qui souillent en permanence le littoral : programmes de restauration et d'entretien des rivières et des fleuves du Golfe de Gascogne, mise en œuvre de schémas de collecte et de traitement des ordures ménagères, résorption des décharges en bordures de rivières, respect des réglementations, éducation à l'environnement.

APPROCHE INNOVANTE DU NETTOYAGE DU HAUT DE PLAGE ET DES AVANT-DUNES SUR LE LITTORAL LANDAIS

Gilles Granereau
Office national des Forêts - Division de Dax
7, rue des Archers - 40.100 Dax
Tél. 05.58.74.07.27 - Fax : 05.58.74.58.12

Résumé :
Le nettoyage de la plage landaise est réalisé de façon systématique et mécanique depuis plusieurs années. Le programme LIFE 95 a permis de mener des opérations innovantes concernant le nettoyage manuel sélectif de la dune littorale. Des résultats qualitatifs et quantitatifs ont été tirés de cette expérience ; en particulier, l'intérêt écologique de ces actions a été démontré. Parallèlement, une réflexion a été menée autour d'un nettoyage manuel sélectif permanent de la plage. Une méthodologie est proposée, ainsi qu'un certain nombre de critères d'évaluation des rendements, et par là même, des coûts financiers.

Abstract :
The beaches of the Landes have been cleaned systematically by mechanical methods for several years. The experiment has provided both qualitative and quantitative results. In particular, the ecological aspect of the Life 95 programme made it possible to implement innovative operations for the selective manual cleaning of the dunes. in parallel, discussions were held regarding permanent selective manual cleaning of the beaches. This paper puts forward a methodology, along with a number of criteria for assessing effectiveness and, as a consequence, the financial costs.

INTRODUCTION

« L'accumulation des déchets sur le littoral est devenue un phénomène planétaire (…). Conscient qu'il ne peut y avoir préservation de l'environnement et développement touristique de qualité sans lutte efficace et permanente contre les pollutions, le Conseil Général des Landes a mis en place, depuis près de 10 ans, un service de nettoyage spécialisé sur toute la côte landaise fonctionnant toute l'année, incluant des filières de traitement adaptées pour chacun des types de déchets ».

Ce texte, extrait du discours d'ouverture du 1° Colloque Atlantique sur les flux de déchets du Golfe de Gascogne[1], et prononcé par M. Robert Cabé, alors Président du Conseil Général, marque la volonté du département de résoudre la problématique « déchets » sur le littoral landais.

La côte landaise (107 km) fait l'objet d'un nettoyage systématique et permanent, assuré selon des fréquences variables (période estivale / période hivernale), à l'aide d'engin mécaniques lourds. Le but étant bien entendu d'offrir aux touristes une plage propre, mais aussi d'amenuiser progressivement le stock de déchets[2].

Depuis la mise en œuvre de cette opération lourde (budget annuel de 1 050 000 € - 7 000 KF) la situation s'est notablement améliorée et les plages sont bien moins maculées de détritus qu'il y a 10 ans.

Toutefois, il est rapidement apparu que les travaux n'étaient pas sans inconvénient pour la flore et la faune. Et les gestionnaires du littoral, en lien avec le Conseil Général, se sont penchés sur ce problème.
Le programme LIFE 95 était l'occasion de mettre en œuvre des techniques nouvelles, tout en cherchant à mesurer l'impact effectif du nettoyage. Grâce à l'aide de l'Europe, des solutions ont été trouvées.

[1]Colloque du 18 juin 1999, à Messanges (Landes). Les actes du Colloque ont été édités par le Conseil Général (Service Environnement, 23, rue Victor Hugo, 40 025 Mont de Marsan Cedex – Tél. 05 58 05 40 40).
[2]En l'absence de collecte, les déchets repartent dans l'océan, sont entraînés vers la dune, ou s'ensablent sur place.

I - Problématique générale

Le nettoyage mécanique systématique présente deux inconvénients notables :

- d'une part, l'effet mécanique remue en permanence le substrat, ce qui contrarie l'accueil d'espèces animales (abri, reproduction…) jadis abondantes (puce de mer, ainsi que ses prédateurs…). Cet effet perturbe également le développement de la flore dunaire spontanée et peut ainsi contribuer à une fragilisation du dispositif naturel de fixation des sables par la dune. Quant à l'effet du décompactage du sable par les engins, nous ne disposons actuellement d'aucune référence sérieuse, mais il ne nous semble pas que cela constitue une cause supplémentaire notable de déstabilisation du littoral [3].

- d'autre part, il élimine en grande partie les déchets d'origine naturelle (souches, débris de bois, algues, petits cadavres d'animaux…) ; or, ces derniers représentent une source permettant la vie de nombreuses espèces dites détritivores, voire même carnivores. S'il s'agit bien souvent d'insectes, leur rôle est toutefois important puisqu'ils recyclent des éléments qui profitent ensuite à d'autres espèces de l'écosystème (y compris végétales). Enfin, l'amendement et l'abri apportés par le bois et par d'autres débris végétaux attire un grand nombre d'insectes, et profite aux plantes halophiles et nitrophiles.

II - Les espèces menacées

L'étude entomologique menée par la Société Linnéenne de Bordeaux [4] fait ressortir un bilan préoccupant pour certaines espèces ; en voici une synthèse :

Tous les taxons suivants sont considérés « en régression », voire « quasiment disparus ».

Espèce	Famille	Caractéristiques
Cylindera trisignata race atlantique	Cicindelidae	Espèce strictement inféodée aux plages de sable de la côte atlantique ; carnivore.
Eurynebria complanata (Nébrie des sables)	Carabidae	Carnivore
Callicnemis latreilli	Scarabacidae	Larve dans les bois échoués ; phytophage
Merites aquitanus	Curculinidae	Larve dans les bois échoués ; phytophage
Psylliodes marcida (Altise du Cakile)	Chrysomelidae	
Cafius xantholoma (Staphylin noir)	Staphylinidae	Cycle annuel dans les laisses
Phaleria cadaverina	Tenebrionidae	Détritiphage et dépigmenté
Phytosus nigriventis	Staphylnidae	Détritiphage, dépigmenté.
Xanthomus pallidus	Tenebrionidae	Détritiphage, dépigmenté
Labiduria riparia (perce oreille)	Labiduridae	Carnivore

On peut rajouter ici que la Puce de mer (*Talitrus saltator*), qui est une composante essentielle de la chaîne entomologique dunaire, est un petit crustacé lui aussi en forte régression.

Pour les espèces végétales, nous citerons les plus intéressantes du point de vue patrimonial :
- *Euphorbia peplis* (Euphorbe péplis) ; espèce protégée, seulement présente à Tarnos, où l'on trouve la seule colonie Aquitaine.
- *Honkenya peploïdes* (Pourpier de mer) : espèce en voie de raréfaction, du fait de l'érosion marine et du nettoyage mécanique. Son aire de développement correspond au haut de plage, à l'avant des banquettes végétalisées. Cette implantation explique la sensibilité de l'espèce.

Deux habitats sont également menacés :

- le *Cakiletea maritimae :* « groupement annuel des plages de sable » (code Corine biotope 16-12). Cet habitat est remplacé dans le sud landais par le *Honckenyo-Euphorbietum peplis*. Lorsqu'ils ne sont pas contrariés (érosion marine, nettoyage, piétinement…), ils se développent sur la totalité de la plage, jusqu'aux laisses de coefficients moyens.

[3]Certains prétendent que le décompactage accroît le volume de transferts de sables vers la dune, et donc contribue à un « affaissement » de la plage.
[4]Dauphin P. et Thomas H. – 1999 – 2000, Données entomologiques sur les sites de Seignosse et Tarnos. Réalisé dans le cadre de LIFE 95.

- l'*Euphorbio-Agropyretum junceiformis :* « dunes embryonnaires atlantiques » (code Corine Biotope 16-2111) Habitat d'intérêt communautaire.

III - L'ACTION ENVISAGÉE

Face à ce constat, il a été décidé de mener une action visant non pas à abandonner le nettoyage, mais à « aménager » l'opération lourde pour en limiter les effets négatifs.
Un test de collecte sélective manuelle a été mis en œuvre en grandeur nature à Tarnos.

Une telle proposition ne peut être faite isolément : le contexte touristique ne permet pas en effet de laisser les plages se salir de nouveau ; de plus, l'enlèvement des détritus contribue à leur élimination définitive. Il a donc été nécessaire de définir avec les communes, le Conseil Général, et le Service Maritime de l'Équipement (gestionnaire du DPM – Domaine Public Maritime) une stratégie précise pour la collecte (méthode), et l'information.

Deux actions concrètes ont été menées : le nettoyage manuel sélectif de la dune [5], et celui d'une partie de la plage. Parallèlement, une formation a été dispensée à l'entreprise chargée du nettoyage du littoral, en présence des représentants du Conseil Général (voir en annexe la fiche réalisée à cet égard).

IV - LES OBJECTIFS POURSUIVIS

Il a ainsi été possible de s'entendre sur des modes d'intervention en fonction des milieux :

- sur une partie de la plage, on abandonne le nettoyage mécanique au profit du manuel
- depuis la banquette végétalisée et jusqu'à la forêt, la collecte manuelle est pratiquée.

Ce fractionnement est sous-tendu par deux objectifs différents :
- le premier consiste à favoriser, voire à faire revenir, des espèces animales ou végétales sur la plage et le haut de plage,
- le second répond plutôt à un objectif paysager, car, sur la dune en particulier, les déchets ne présentent qu'un impact faible pour la nature (il s'agit de déchets neutres et non polluants chimiquement).

Bien entendu, il n'est pas envisageable actuellement d'abandonner le nettoyage mécanique : les actions envisagées sur la plage concernent des secteurs de quelques centaines de mètres, à un kilomètre.

V - LA TECHNIQUE

Tout d'abord, un protocole a été défini, afin de permettre l'établissement d'un bilan de l'opération.
Des secteurs de nettoyage ont été définis et cartographiés : le découpage doit être réalisé en fonction des facilités d'accès, et de la forme de la dune. Sur les dunes basses sud aquitaines, le nettoyage a été pratiqué parallèlement à l'océan, sur les zones suivantes :

- zone 1 : la banquette et une partie du versant ouest
- zone 2 : le haut de versant [6]
- zone 3 : le plateau
- zone 4 : la lisière
- zone 5 : la forêt

Le travail a été fait par une entreprise de réinsertion sociale, pour laquelle cette opération constituait un nouveau créneau entrant tout à fait dans ses objectifs. Les déchets non naturels ont été collectés et mis en sacs de 100 litres, avec un tri. Les gros détritus ont été regroupés avant enlèvement (en règle générale, les déchets doivent toujours être regroupés avant la collecte à l'aide d'un véhicule). Des notes ont été prises quant à l'origine et la provenance. Enfin, les déchets « naturels » ont été laissés sur place, ou parfois transportés sur la banquette ou la dune[7].

[5]Le nettoyage manuel sélectif consiste à collecter manuellement les déchets d'origine anthropique, et de laisser ceux qui sont d'origine naturelle.
[6]L'expérience menée nous a permis de juger que cette zone pouvait être englobée dans le plateau.
[7]Rappelons que ces résidus offrent abri et couvert à de nombreuses espèces.

VI - Les résultats

Deux opérations ont été menées à Tarnos, l'une sur un secteur de dune d'environ 1750 m., et l'autre sur la totalité de la dune (3100 m. environ).
Le premier chantier (26/8/1998 au 6/4/1999, sur 1750 m), d'un coût direct de 30 000 F TTC s'est tenu entre la plage du Métro et la butte de tir. La distinction entre dune et forêt n'était pas suffisante, ce qui justifiera un découpage plus précis ultérieurement.

Résultat de la collecte – Premier chantier – partie sud.

Zone	Temps (en jours)	Volume (en m³)	Volume collecté /jour
dune	56	32	0,56
forêt	42	41	0,97
Total	99	73	0,74

Dans ce cas nous arrivons à un prix moyen au m³ collecté de 400 F environ, et à un « taux de salissure » de 50 m³ de déchets par kilomètre. Notons que le coût réel était supérieur au devis, ce qui est souvent le cas dans les opérations innovantes.

Au cours du second chantier (69 500 F TTC, période du 3/5/2000 au 16/1/2001, sur 3100 m. comprenant au-delà de la banquette un secteur test de plage sur 300 m de long et environ 30 m de large), nous avons procédé à une nouvelle opération sur la dune sud (voir ci dessus), complétée par une action sur le secteur nord (entre la plage du Métro et la limite avec Ondres, sur 1500 m). Cette approche devait permettre d'apprécier le niveau d'arrivée de déchets sur une année.

Résultat de la collecte – Second chantier – partie nord.

Zone	Temps (en jours)	Volume (en m³)	Volume collecté /jour
1, 2 et 3 (banquette et dune)	37	17	0,46
4 (lisière)	28	38	1,36
5 (forêt)	9	5	0,52
Total	74	60	0,81

Résultat de la collecte – Second chantier – partie sud.

Zone	Temps (en jours)	Volume (en m³)	Volume collecté /jour
1, 2 et 3 (banquette et dune)	29	22	0,75
4 (lisière)	23	25	1,08
5 (forêt)	5	3	0,50
Total	57	49	0,86

VII - Conclusions générales

Rappelons que les unités employées sont les m³ pour les volumes (la collecte se fait par sacs et équivalents sacs [8] de 100 l). Le temps est estimé en journées de 8 heures.

Volumes récoltés :
Le secteur nord a été traité sur 1350 ml, et le sud sur 1750 ml. Nous arrivons à un volume de 73 m³ pour la première récolte du secteur sud, et 60 m³ pour le secteur nord, ce qui nous donne des valeurs assez proches de 42 m³/km au sud et de 44 m³/km au nord, valeurs que l'on considérera comme référence fiable de taux de salissure.
Concernant la répartition, nous noterons une forte proportion de déchets dans la lisière (près de 50% des volumes). La proportion récoltée sur la dune est plus forte au sud, ce qui semble logique compte tenu de la forme de la dune – très basse – qui ne bloque pas les déchets côté ouest.

[8]Lorsque les déchets sont trop volumineux (bidons, gros morceaux…), leur volume est estimé, avec toutefois une « décote » fonction du volume de vide qu'ils contiennent.

Temps passé :
Au total (2 chantiers), 173 journées ont été passées, ce qui représente 55 journées au kilomètre. Le rendement a été de 0,76 m^3/jour, ce qui peut sembler faible, mais s'explique par les difficultés rencontrées sur le terrain : pour remplir un sac (il en faut un peu plus de 10 pour faire 1 m^3), il est nécessaire – sur la dune en particulier – de beaucoup se déplacer pour réussir à récolter la plupart du temps de petits morceaux (sac plastique, morceau de PVC, débris de polystyrène, etc…).

Coût :
Nous ne parlerons pas ici de coût à l'entreprise, l'opération menée n'étant pas du ressort du travail proposé par des entreprises. Le coût ramené au m^3 a été d'environ 550 F TTC/m^3 pour l'ensemble de l'opération[9]. Ce qui représente par extrapolation (le secteur sud a été traité à deux reprises) un coût de 28 000 F par km environ (ce coût englobe le nettoyage manuel d'une portion de 300 m. de plage[10]).

Comparaison sur le secteur sud de deux récoltes à une année d'intervalle :
Sur le même secteur, la première récolte a été de 73 m^3, puis de 49 m^3. L'arrivée de déchets dans ce cas serait donc à situer aux alentours de 28 m^3/km et par an (cette valeur comprend le nettoyage de la plage sur 300m.).

Elimination des déchets :
Nous rappellerons ici que l'opération de collecte des détritus doit toujours prendre en compte leur élimination (incinération). Il convient de souligner que le nettoyage manuel sélectif autorise un tri des déchets[11] : les plastiques, qui constituent la majorité des volumes sont ainsi pour la plupart recyclables, ce qui n'engendre pas de coût d'élimination notable.

VII - INTERPRÉTATION

Les chiffres annoncés ne doivent pas être extrapolés de façon systématique, car nous ne disposons pas de référence aussi précise par ailleurs.

Toutefois, notre connaissance de la problématique nous permet de faire des estimations réalistes. Le nettoyage du km de dune (1° opération) devrait être situé entre 25 000 et 30 000 F / km. Les passages ultérieurs annuels seront à situer entre 5 000 et 10 000 F / an.

Concernant le traitement de la plage, il serait judicieux d'inciter les partenaires à réserver – dans un premier temps – une zone de 500 ml sur chaque commune, où l'on procèderait à une opération manuelle. Le surcoût engendré par cette option[12] pour la portion de plage considérée serait à situer entre 10 000 F et 20 000 F / an, selon la largeur de la plage. La fréquence de la récolte doit y être fixée à 1 passage par mois en moyenne, modulée selon les échouages.

Le nettoyage manuel sélectif constitue une opération utile – voire indispensable – à la protection des milieux et des espèces littoraux. Il doit être considéré comme un complément à l'action menée actuellement sur le département des Landes, et être mené en bonne concertation avec les partenaires. Si l'on peut raisonnablement envisager de reproduire l'opération dans un plus grand nombre de communes qu'actuellement (y compris dans d'autres régions), nous préciserons qu'il convient d'encadrer chaque projet par un certain nombre de prescriptions :

- définir clairement le type d'intervention par milieu (objectifs recherchés),
- établir un protocole simple et facilement utilisable par les acteurs du nettoyage, qui auront à tenir des statistiques définies par ce protocole,
- communiquer sur l'opération (panneaux sur le terrain, expositions, bulletins, etc.) ; en effet, le public ne comprend pas nécessairement pourquoi on laisse du bois sur la dune (ou la plage le cas échéant),

[9]Coût facturé à la journée : 760 F TTC
[10]Cette opération – également expérimentale – sera répétée dès 2002 ; à Tarnos, l'objectif consistait à réaliser un nettoyage manuel sur 300 m. de plage, en excluant toute action mécanique. Les résultat ne sont pas encore exploitables du fait que ce type d'action doit se dérouler sur des périodes beaucoup plus longues. (au moins six mois).
[11]Dans le cycle d'élimination des déchets après collecte, c'est le coût du tri manuel avant incinération qui est le plus important ; or, l'opération que nous menons permet d'effectuer ce tri au moment de la collecte.
[12]Rappelons toutefois que les bénéfices écologiques liés à cette option sont majeurs.

- faire appel à des associations de réinsertion, ce qui pourra contribuer à développer une spécialisation des personnels dans un créneau non concurrentiel, et pourra se traduire dans certains cas par des créations d'emplois. A cet égard, nous indiquerons qu'une vingtaine d'emplois (au maximum) répartis sur le littoral landais suffiraient à gérer le nettoyage manuel de la dune et d'une partie de la plage.

Le nettoyage manuel sélectif présente donc un intérêt majeur pour la protection des espèces et des milieux, et constitue également un secteur d'emplois spécifiques actuellement peu développé. Une organisation intercommunale devrait permettre d'organiser de façon plus globale la collecte manuelle sur le littoral landais…voire sur les autres littoraux soumis à une problématique équivalente.

IX - Bibliographie

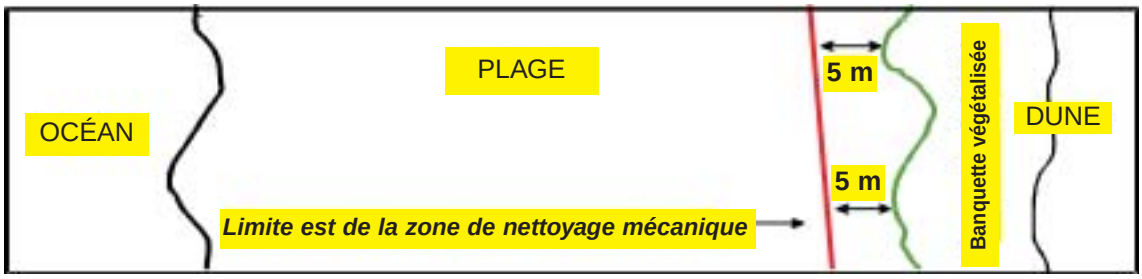
Dauphin P. & Thomas H. (2000). Données entomologiques sur les plages et les dunes de Seignosse et de Tarnos ; Etude réalisée pour l'ONF.

Conseil Général des Landes (1999). Actes du Colloque Atlantique sur les flux de déchets du Golfe de Gascogne.

Salomon J.N. & Prat M.C. (1999). *Le littoral sud-landais, environnement et développement durable*. Université de Bordeaux 3, LGPA ; Numéro spécial 1999.

Mesures proposées pour l'organisation conjointe des nettoyages mécaniques et manuels.

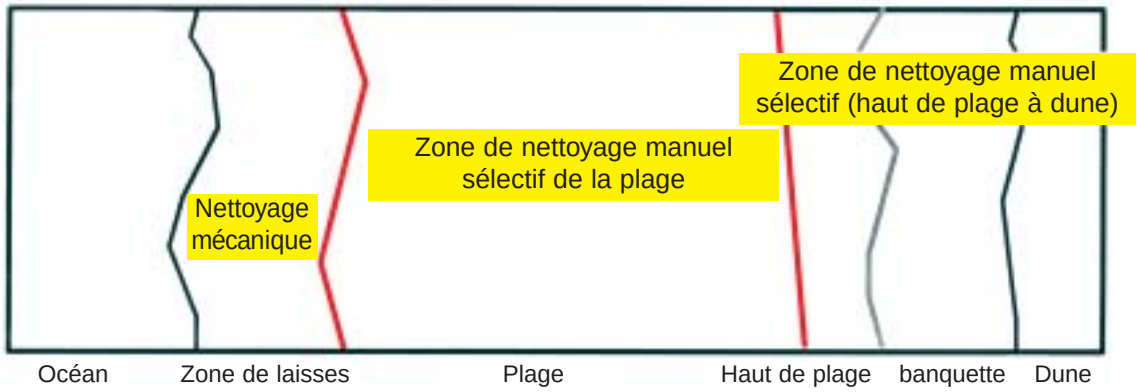
En l'absence de clôtures, il conviendra de visualiser les zones végétalisées et particulièrement les pointes des banquettes à Agropyron[13] qui tendent à se développer vers l'océan ; dans ce cas, le nettoyage mécanique ne devra pas pénétrer à l'intérieur d'une ligne positionnée à cinq mètres à l'ouest de la végétation, selon le schéma suivant :



Si des clôtures sont présentes, on limitera le nettoyage mécanique à une distance de 3 m à l'ouest de ces ouvrages, sauf contraintes particulières (par ex., à Tarnos, la marge sera de 5 m, afin de protéger *Euphorbia peplis*). En cas de végétaux débordant de la clôture, la règle « des 5 mètres » s'imposera.

Le traitement manuel : on pourra considérer qu'à l'est des limites définies plus haut, tout nettoyage sera pratiqué manuellement.
Toutefois, des réflexions devront porter sur un élargissement des nettoyages manuels vers la plage, particulièrement hors des zones de baignade, sans que toutefois on envisage de les substituer aux actions mécaniques. Un site pilote est en place à Tarnos depuis 1999.

Interactions entre mécanique et manuel
Ce schéma présente le découpage du littoral, en fonction des interventions retenues (ici, dans un secteur de nettoyage manuel de la plage).



Dans certains cas, des épaves lourdes imposeront aux engins mécaniques de pénétrer sur la végétation ; il s'agira cependant de cas particuliers, qui devraient pouvoir être gérés au cas par cas.

Plus souvent, des résidus organiques isolés (troncs, souches, tas d'algues...) peuvent être mis sur la dune (végétalisée) par les services de nettoyage. La mise en place sera faite de préférence manuellement, ou à l'aide du grappin, ce qui évitera de mener l'engin sur la végétation. Cette mesure présente deux intérêts : d'une part une simplification du travail, puisqu'il n'est plus nécessaire d'évacuer les déchets, et d'autre part elle favorise tout à la fois la flore et la faune : rappelons que pour l'entomofaune, certaines catégories d'insectes se développent dans les zones de « laisses » profitant des échouages divers. Or, le nettoyage systématique réduit considérablement cet habitat particulier, et par là même, les populations qui y sont inféodées.

[13]ou chiendent des sables : espèce colonisatrice des hauts de plage, assurant la fixation de la partie dunaire la plus exposée. Cette espèce est utilisée en plantation depuis 1986.

CHAPITRE 2

LES DUNES LITTORALES NON BOISÉES DE LA CÔTE ATLANTIQUE

CONTRÔLE SOUPLE ET RÉHABILITATION DES DUNES LITTORALES NON BOISÉES DE LA CÔTE ATLANTIQUE

Jean Favennec
Chargé de mission Littoral auprès de la Direction Générale de l'Office National des Forêts
16, rue Georges Mandel - BP 903 - 33061 Bordeaux cedex (France)
Tél. (33) 05.57.81.22.77 - Fax : (33) 05.56.98.41.07 - Email : jean.favennec@onf.fr

Résumé :
La prise en compte d'objectifs multifonctionnels a considérablement modifié les modes de gestion des dunes littorales. Si les savoir-faire de base ont peu changé, ils sont mis en oeuvre dans un esprit nouveau, la recherche de **fixation** des dunes laisse place à un **contrôle souple** visant seulement à modérer les processus sans les interrompre, afin de concilier conservation de la nature et réponse aux attentes sociales d'aujourd'hui et de demain. Les groupements végétaux naturels sont tout à la fois un agent de l'édification des dunes, un moyen d'évaluer leur état, et un outil de leur gestion. Un intérêt nouveau est porté sur le rôle des dunes dans la lutte passive contre l'érosion marine.

Abstract :
The introduction of multifunctional objectives has considerably modified coastal dune management methods. While basic knowhow has changed little, the techniques are implemented in a new way; the quest to **fix** the dunes has given way to **flexible control** which aims only to moderate the processes without interrupting them, so as to reconcile nature conservation with current and future social expectations. Naturel vegetation is primodial for monitoring and control. The role of dunes in passive resistance to marine erosion is arousing new interest

INTRODUCTION

Depuis longtemps, l'homme intervient sur les dunes littorales pour protéger son territoire de l'avancée des sables. La deuxième moitié du XXème siècle a connu de profondes mutations économiques et sociales accompagnées d'un nouveau regard sur la « nature ». Les certitudes de l'Homme sur sa capacité à maîtriser les transformations de son environnement s'estompent, il faut composer avec la dynamique naturelle… Surgit même un nouveau volontarisme pour le retour vers une nature idéalisée (déboisement et remise en mouvement des dunes littorales…quel que soit l'intérêt d'expérimentations originales, elles restent localisées). Il nous faut rechercher des pratiques courantes, économes, applicables à grande échelle qui, tout en répondant à certaines attentes sociales actuelles, maintiennent les milieux dunaires dans un bon état de conservation.

I - UN CONTRÔLE SOUPLE POUR UNE MULTIFONCTIONNALITÉ DES DUNES LITTORALES. DÉFINITIONS ET PRINCIPES

I.1 - Multifonctionnalité

Avec l'évolution des attentes sociales et de la connaissance des processus, l'éventail des objectifs s'est élargi. Le gestionnaire des dunes littorales cherche à leur faire accomplir simultanément plusieurs fonctions :

- Défense de l'arrière pays contre l'ensablement (parfois contre les incursions marines, mais assez rarement sur la côte atlantique).
- Conservation d'un patrimoine biologique, paysager et esthétique rare et original.
- Stockage sableux, volant sédimentaire qui peut réalimenter la plage pendant les phases d'érosion.
- Paysage apprécié et attractif, facteur de développement touristique.
- Milieu d'étude des processus dynamiques et indicateur de tendances évolutives…

Les actions visant des objectifs restreints (souvent de type génie civil) laissent place à des interventions ciblées de génie écologique mieux intégrées dans le paysage. Cette gestion « douce » des dunes littorales non boisées, qui s'appuie sur une connaissance fine des situations locales, et s'inscrit dans la logique des processus naturels, sera nommée ***contrôle souple.***

La volonté de **conserver des écosystèmes typiques et diversifiés implique :**

- Le maintien de tous les processus naturels qui contribuent à la genèse et au fonctionnement des dunes. Une lutte acharnée contre l'érosion éolienne n'est pas souhaitable, en effet, les «perturbations » sont une des sources de la diversité biologique et paysagère.
- L'exclusion de toute introduction d'espèces exogènes.
- L'abandon des reboisements de dunes grises, la volonté ancienne de fixation s'est souvent traduite par des boisements « aventurés » sans justification économique et réduisant trop fortement les espaces de transition.
- L'exclusion des modelages systématiques selon un profil standard qui simplifient et banalisent les paysages.

L'objectif de **protection de l'arrière pays** requiert cependant un certain degré de contrôle de l'érosion éolienne pour éviter de laisser se développer une remise en mouvement généralisée du système (ce choix n'exclut pas, dans certains sites à vocation spéciale de conservation et de recherche, de mener des expériences de dunes libres).

Remplir efficacement un rôle d'**amortisseur de l'érosion marine** nécessite le maintien de la solidarité transverse entre dune et plage. En effet, la dynamique dunaire est dépendante de la dynamique marine qu'elle peut influencer à son tour, une partie de l'alimentation sédimentaire des plages est assurée par des prélèvements en pied de dune. Ainsi, le stockage sableux résultant de l'édification et de l'entretien de la dune bordière (action forte de l'Etat engagée au XIXème siècle) est considéré comme un ouvrage de modération de l'érosion marine.

Ces principes ne sont applicables de façon optimale que sur les dunes qui ne sont ni urbanisées, ni trop proches des zones urbaines.

I.2 - Souplesse

Les dunes littorales sont par nature mobiles, il est vain de rechercher leur fixité, il est préférable d'accompagner leur mouvement en minorant ses effets sur les établissements humains. Ce choix implique la possibilité de translation vers l'intérieur des terres en cas d'érosion marine chronique. Ce recul éventuel pourra se faire sans dommages si la largeur des dunes non boisées (et surtout non urbanisées) est suffisante, une largeur minimale de 500 mètres est nécessaire.

I.3 - Gestion économe

Le contrôle souple est également motivé par un souci de limiter les dépenses. Plus l'écosystème objectif est proche des tendance naturelles, moins l'énergie nécessaire à son maintien est forte, et plus les coûts sont réduits. L'expérience montre que les entretiens réguliers sont nettement moins coûteux que les restaurations périodiques.

I.4 - Prise en compte raisonnée de certaines activités économiques

Les littoraux non urbanisés sont des pôles d'attraction de plus en plus recherchés. Certaines activités, telles que le tourisme, sont conciliables avec une gestion durable des milieux dunaires, à condition de les intégrer dans une politique régionale cohérente qui respecte les équilibres globaux entre zones d'accueil et espaces naturels. Dans le contexte actuel de déficit sédimentaire qui entraîne un recul fréquent des côtes, le maintien d'une large bande littorale exempte d'implantation humaine lourde s'impose.

➢····· II - PRÉALABLES À L'ACTION

II.1 - Etat des lieux avant travaux - la carte écodynamique, un outil d'analyse, de diagnostic et de suivi

En collaboration avec l'Université de géographie de Bordeaux une méthode originale a été mise au point : la **cartographie écodynamique** (voir article de M.C. Prat et P. Barrère). La carte écodynamique superpose les éléments du relief et les formations végétales. Les fortes interactions entre morphologie et végétation sont rendues par des symboles de dynamique (déflation, transit, accumulation…). Ce diagnostic, à la base du **plan d'action**, permet d'adapter les interventions aux particularités locales. Cet état initial permet un **suivi** périodique du milieu et une évaluation de la pertinence des travaux.

II.2 - Avant d'agir, bien préciser les objectifs - l'écosystème de référence

Il n'existe pas un seul cheminement pour atteindre l'objectif multiusages poursuivi. Selon le cadre naturel, selon le contexte socio-économique, et surtout selon les propriétaires ou leurs représentants, l'état optimal varie. Cependant, les choix d'action doivent être guidés et évalués selon un **écosystème de référence** préalablement arrêté. La définition de cet écosystème optimal est forcément le résultat de compromis. Dans la logique du contrôle souple appliqué par l'ONF sur les dunes du littoral atlantique, il correspond à la succession la plus complète possible des faciès écodynamiques. C'est cette mosaïque paysagère, comprenant les différents stades évolutifs, qui donne aux dunes une meilleure résilience face aux perturbations (naturelles ou anthropiques) et qui génère des paysages attractifs et variés.
(voir exemple figure 1)

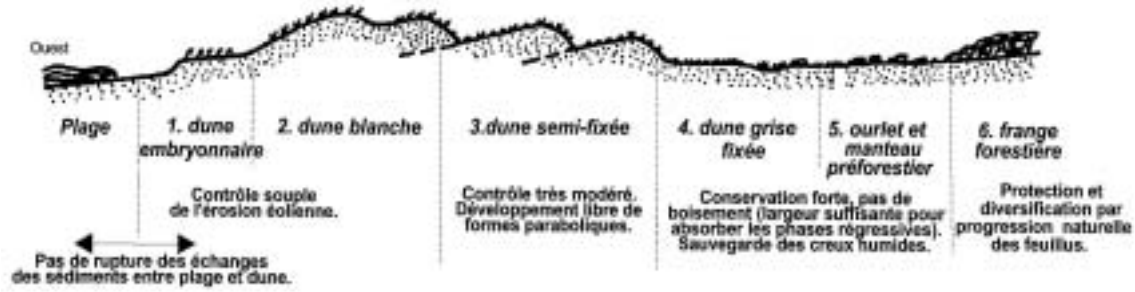


Figure 1 : Exemple d'écosystème de référence adapté à certains secteurs atlantiques
(avec indication des choix d'action par compartiment)

1. Banquettes et dunes embryonnaires à Chiendent des sables (*Agropyron junceum*, syn. *Elymus farctus*) et son cortège.
2. Dune blanche à Oyat (*Ammophila arenaria*) et son cortège.
3. Dune semi-fixée, à l'abri relatif du cordon bordier.
4. Dune grise fixée, souvent dépression d'arrière dune, exempte d'érosion ou d'ensablement, peuplée d'une pelouse le plus souvent xérophile à base d'Immortelle (*Helychrisum stoechas*) et de Canche blanchâtre (*Corynephorus canescens*)... en mélange avec mousses et lichens.
5. Ourlet et manteau préforestiers, où se mêlent herbacés semi- ligneux, buissons et arbres nanifiés.
6. Frange forestière, souvent d'origine anthropique.

L'écosystème de référence ne peut se concevoir qu'à des **échelles spatiales suffisamment étendues.** Pour les grands systèmes dunaires atlantiques, par exemple, un écosystème de référence est envisageable par tronçon de l'ordre de 20 à 30 km. En matière d'évaluation du milieu, l'unité d'analyse doit également être suffisamment étendue, par exemple de l'ordre de 1 km de long.

III - Pratiques courantes du contrôle souple

III.1 - Les techniques de base du contrôle dunaire

Les savoir-faire de base sont ceux qui permettent de réguler la capacité érosive du vent en réduisant sa vitesse, en facilitant son écoulement et en augmentant la cohésion de la couche superficielle du "sol" dunaire. La lutte directe contre l'érosion marine n'est pas visée, cependant le contrôle des dunes peut indirectement modérer cette érosion.

Les techniques les plus répandues sont de quatre types : les couvertures de débris végétaux, les brise-vents, les plantations et les modelages. Dans tous les cas on s'appuie sur la tendance naturelle des obstacles meubles à prendre un profil aérodynamique et on cherche à faciliter la colonisation végétale naturelle. En effet, la couverture végétale - élément fort du patrimoine biologique - est aussi le principal outil d'évaluation de l'état du milieu et de contrôle de la dynamique dunaire.

III.1.1 - Les couvertures de débris végétaux

Cette pratique ancienne, utilisée à grande échelle lors du reboisement des dunes modernes au XIXème siècle, est toujours au premier plan. Les deux types de couverture les plus répandus sont :

- Les couvertures planes de branchages fins (buissons de Genêt, de Bruyère à balais…) étalés manuellement (Photo 1). Leur densité peut varier de 8 tonnes/ha sur les amorces de déflation à 13 tonnes/ha sur versant externe très exposé et dénudé où ces végétaux assurent une stabilité temporaire avant plantation.

photo 1 : Couverture plane de genêt *(Jean Favennec)*

- Les couvertures de gros branchages (Pin maritime, Chêne vert…) épandus mécaniquement. Les quantités de matière apportées et leur épaisseur sont très supérieures au cas précédent, elles peuvent aller de 500 m^3/ha sur des aires de déflation-transit d'arrière-dune à 1500 m^3/ha dans des excavations frontales très actives.

Les sites favorables à la mise en oeuvre de couvertures sont très variés. Sur les zones de déflation exclusive, cette technique est la plus efficace, elle donne aussi de bons résultats sur les surfaces de déflation-transit et d'accumulation. Elle crée des conditions favorables à la végétalisation par piégeage de graines, augmentation de la rétention d'eau et apport d'éléments minéraux et organiques.
Très efficace pour dissuader le piétinement, cette technique a aussi quelques inconvénients, elle banalise temporairement le paysage, elle peut aussi être le vecteur d'espèces adventices et rudérales. Il est possible de minorer ces inconvénients en réduisant les quantités utilisées et en choisissant des matériaux qui ne se bouturent pas.

III.1.2 - Les brise-vents

Ce sont des obstacles verticaux de perméabilité et de hauteur variable. Ils réduisent la vitesse du vent à proximité du sol, ce qui limite la déflation et provoque le dépôt du sédiment transporté.
Les matériaux utilisés sont très variés. L'usage des palissades de planches et des cordons tressés, courant au siècle dernier pour protéger les "ateliers" de reboisement et édifier la dune bordière calibrée, est aujourd'hui exceptionnel. Ces techniques efficaces, mais lourdes à mettre en oeuvre, ont été relayées par la pose de brise-vents plus légers, à base de végétaux (bruyère à balais, lattes de châtaignier, ...) ou de treillis plastiques.

Les rideaux brise-vents synthétiques sont d'un usage plus souple et moins coûteux à court terme, cependant leur composition (matériaux non bio-dégradables) est un gros handicap qui nous amène à préférer les palissades en matériaux naturels telles que les ganivelles de châtaignier **(Photo 2**). Des essais prometteurs de brise-vent en fibre de coco sont en cours **(Photo 3).**

Photo 2 : Ganivelles *(Jean Favennec)*

Photo 3 : Brise-vent en fibre de coco *(Jean Favennec)*

Le mode d'implantation le plus efficace est une succession de rideaux parallèles, perpendiculairement aux vents dominants. La pose d'un grand nombre de lignes en une seule fois est à éviter ; celles qui sont sous le vent risquent de se dégrader avant de jouer leur rôle. La hauteur optimale des brise-vents est fonction de l'intensité du transit et de la profondeur des dépressions à combler. Dans la pratique, les hauteurs les plus courantes sont de 1 m pour les forts transits et de 0,5 m pour les transits modérés.

La bonne mise en œuvre de ces dispositifs requiert une connaissance fine du terrain, une pose à des périodes dictées par les tempêtes et un entretien suivi. Suivant les canons esthétiques des uns et des autres, ils peuvent être considérés comme une trace de l'action humaine qui structure et rend lisible le paysage, ou bien comme une pollution visuelle.

III.1.3 - Les plantations

Sur les dunes régulièrement entretenues et ne subissant pas une fréquentation excessive, la dynamique naturelle suffit en général pour assurer une couverture végétale satisfaisante en recouvrement et en diversité. En dehors des chantiers de réhabilitation, les surfaces plantées sont peu étendues.

Le nombre de végétaux utilisés est réduit, en raison de la quantité relativement faible d'espèces indigènes dont on maîtrise la multiplication, mais surtout à cause de la trop forte généralisation d'une espèce phare, l'Oyat.

L'Oyat *(Ammophila arenaria)*
Le *Gourbet* des Aquitains, poacée (graminée) cespiteuse omniprésente sur les littoraux dunaires européens, a été et reste le végétal le plus utilisé. Il est doté de fortes adaptations au milieu : très grande résistance à l'ensablement par émission de rhizomes et de racines au fur et à mesure de son recouvrement, long et dense réseau racinaire, tolérance au mitraillage et à la salinité... Sa multiplication végétative est la plus utilisée (même si la technique de semis est maîtrisée). Les boutures sont en général prélevées localement. La plantation manuelle consiste à introduire dans des trous de 25 à 30 cm de profondeur des "touffettes" de 4 à 6 brins. Les espacements varient de 50 cm à 1 m, le dispositif en quinconce 80 x 80 cm est le plus fréquent en Aquitaine. Les plantations d'Oyat sont effectuées en hiver durant la période de repos végétatif. Les sites favorables sont les zones d'accumulation et de transit de sable frais (remobilisé récemment et peu évolué depuis son transit depuis la plage) . Dans les faciès de déflation-transit des couvertures préalables sont nécessaires. Il faut éviter de planter sur une grande largeur, car la bande frontale "s'engraisse" très vite et la partie arrière dépérit par manque d'alimentation en sable. Il faut aussi éviter de remobiliser le bombement frontal en vue d'alimenter l'arrière, l'objectif n'est pas la culture de l'Oyat !

D'autres végétaux indigènes peuvent être plantés ou semés sur les dunes, des essais fructueux ont été faits avec l'Armoise *(Artemisia campestris*), l'Immortelle (*Helichrysum stoechas*)… Cependant, c'est l'Agropyron (*Agropyron junceum,* syn *Elymus farctus* ou *Elytrigia juncea*) qui a connu le plus grand développement au cours de la période récente.

L'Agropyron ou "chiendent des sables"
C'est une graminée caractéristique des avant-dunes, elle est beaucoup plus tolérante au sel que l'Oyat. Les pratiques, maintenant bien maîtrisées dans les Landes, ont démontré que l'Agropyron constitue une bonne alternative à l'Oyat dans les parties frontales des cordons dunaires en phase de répit de l'érosion marine. La technique de plantation est proche de celle de l'Oyat, enfouissement d'éclats prélevés dans d'importantes banquettes situées à proximité.

Des essais comparatifs menés à Seignosse (sud des Landes – Life 96/2000) montrent qu'il est possible de reconstituer des banquettes à Agropyron par simple couverture de branchages et protection contre le piétinement (chapitre VI.3 – **photos 17 à 20**).

III.1.4 - Les remodelages

Le but des "reprofilages" mécaniques mis en oeuvre entre 1960 et 1980 était de redonner aux dunes un profil considéré comme "idéal" (plateau subhorizontal et glacis externe de pente 20%). Cela passait par la mise à blanc générale et des terrassements au bulldozer complétés par la pose de brise-vents. Une fois le profil atteint (au bout de environ 3 ans), l'ensemble était couvert de branchages à plat et planté de Gourbet.

Les gestionnaires ont pris conscience du traumatisme apporté à la végétation, de la perte d'une morphologie originale et surtout de l'inadaptation de cette technique sur les côtes en retrait où l'érosion marine remettait très vite en cause un profil standard basé sur une forme de résistance au vent. Cette pratique de reprofilage à grande échelle a été abandonnée, ce qui n'exclut pas des modelages ciblés et localisés. Elle est parfois inévitable par le manque de souplesse lié à une urbanisation trop proche du littoral.

III.1.5 - Quelle que soit la technique, priorité aux actions « amont »

Il existe une forte dépendance des faciès sous le vent par rapport aux faciès au vent (à l'amont par rapport aux flux de vent, de sédiments, d'embruns...). L'action sur le versant externe sera donc prioritaire, car plus efficace grâce à ses répercussions sur le reste du système.

III.2 - Des pratiques modulées selon le contexte géographique et dynamique

S'appuyant toujours sur le même type de travaux (brise-vent, couvertures de branchages, plantations) et visant à permettre le développement optimal des groupements végétaux adaptés, les pratiques seront très diversifiées selon le contexte géographique et dynamique.

III.2.1 - Dans les secteurs en recul fort et constant

Le front dunaire y présente une falaise, et la dune « roule sur elle-même », alimentée principalement par le sable prélevé sur la falaise, dans un mouvement de translation vers l'intérieur. Dans ces secteurs à falaise constamment ravivée, il n'est pas question d'engager des travaux de lutte côté océan, on ne peut que limiter l'étalement des sables vers l'intérieur (**photo 4**). Il est ainsi possible de régler le rythme de translation du revers interne sur celui du recul du trait de côte. Cette modération des processus permet aux communautés végétales de l'arrière-dune de s'adapter progressivement à la nouvelle donne.

Photo 4 : En phase d'érosion marine, contrôle du talus interne de la dune par la pose de brise-vents *(Jean Favennec)*

III.2.2 - Dans les secteurs d'alternance de phases d'érosion marine et de phases de répit.

Ce sont les séquences dynamique les plus répandues sur la côte atlantique. Lorsque le répit est suffisamment long (10/15 ans), il est possible d'agir efficacement en avant-dune. Les travaux ne doivent être engagés qu'après le début de la formation de banquettes de haut de plage, excellent indicateur du début de répit. La nature des actions possibles est schématisée **figure 2** et illustrée par les **photos 5 et 6.**

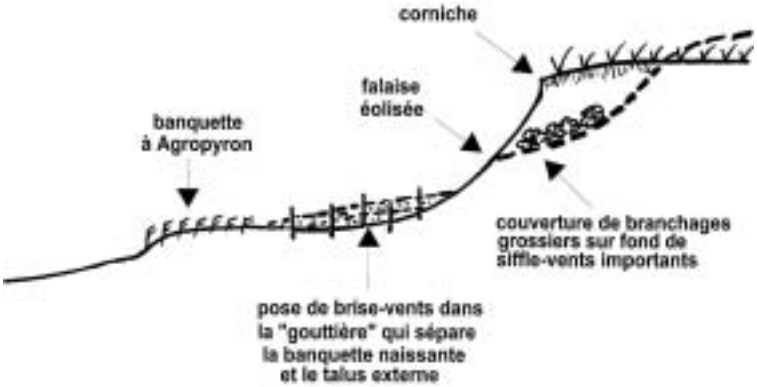


Figure 2 : Pendant les phases de répit de l'érosion marine des travaux peuvent être engagés pour stocker une partie du sable au plus près de sa source et favoriser le développement d'un versant externe aérodynamique.

Photo 5 : En phase de répit de l'érosion marine (marquée par la présence de dunes embryonnaires), brise-vent et plantations à l'avant de la falaise éolisée *(Jean Favennec)*

Photo 6 : Dans un secteur fréquenté (Messages – Landes), réhabilitation d'une ancienne excavation frontale par couvertures de branchages, puis plantation d'oyat dans la partie médiane du versant et d'Agropyron dans la partie basse *(Jean Favennec)*

Il faut toujours éviter de consolider les parties hautes de la falaise éolisée afin de laisser se développer un talus d'équilibre dynamique résistant aux vents frontaux. Cependant, on peut traiter le fond des grands siffle-vents et/ou excavations par couvertures de branchages pour éviter le développement d'un versant trop chaotique.

III.2.3 - Dans les secteurs en accrétion nette (peu fréquents)

De nouveaux cordons se dunifient à l'avant des anciennes dunes blanches qui se stabilisent progressivement. Ces secteurs de progradation offrent une opportunité de laisser se développer sans entrave la dynamique éolienne. Sous réserve d'y empêcher le piétinement, les travaux de contrôle peuvent y être de très faible ampleur.

III.2.4 - Le contrôle souple de dunes prend en compte toutes les tendances à l'autostabilisation

Si l'on dispose de la durée, il est souvent possible de laisser s'établir des équilibres forme-végétation ; c'est ainsi que dans la partie interne des cordons dunaires certaines caoudeyres évoluent progressivement par parabolisation (**Photo 7**) vers des formes apparemment plus mouvementées que les anciens plateaux mais en réalité plus stables et offrant une plus grande diversité écologique.

Photo 7 : Arrière-dunes parabolisées *(Jean Favennec)*

III.3 - Quelques écueils à éviter

III.3.1 - Surdimentionnement. Excès de prévention

Il est souvent tentant pour le praticien de terrain de faire plus que le strict nécessaire, pour assurer un succès rapide, et aussi parfois pour saisir l'opportunité de matériaux disponibles… Cette prévention trop forte est source de coûts excessifs et, surtout, contraire au principe de souplesse car elle empêche le développement de faciès d'autostabilisation qui demandent du temps. L'excès de matériaux tend aussi à dénaturer le milieu. Une stabilisation excessive peut aussi être source d'appauvrissement de la diversité biologique et paysagère ; en effet, le développement aléatoire de faciès de remobilisation (naturel ou provoqué par un piétinement modéré) est une source de vitalité de la mosaïque paysagère.

III.3.2 - Objectifs trop spécialisés

C'était le cas des modelages systématiques au bull dozer des années 1960-1980 qui ne prenaient pas en compte le rôle patrimonial des dunes, leur rôle de rempart était surévalué.
C'est aussi le cas d'un nouvel interventionnisme « hypernaturaliste » qui prône une « renaturation » drastique (déboisement, création de cuvettes de déflation -*blowouts*-…) propositions qui ne prennent pas suffisamment en compte les dynamiques réelles d'aujourd'hui (pourquoi remobiliser des secteurs que tout tend à stabiliser ?) et répondent à des attentes d'une fraction trop réduite du corps social.

III.3.3 - Blocage sableux excessif et/ou inadapté au contexte dynamique

Par habitude culturelle de lutte contre le vent, on tombe dans certains travers contreproductifs car ils ne prennent pas suffisamment en compte les lois générales de la dynamique éolienne.

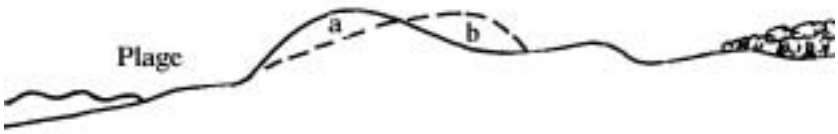


Figure 3 : Différentes alternatives en matière de freinage des transits sableux.

C'est le cas du freinage excessif (par couvertures et/ou brise vent) de la partie avant des cordons dunaire qui peut engendrer des cordons de formes très élancées (figure 3 a), à rapport déséquilibré entre base et hauteur, donc fragilisés par rapport aux vents frontaux. Il vaut mieux accepter un certain recul permettant la formation d'un cordon plus aérodynamique (figure 3 b), choix moins coûteux et qui génère des formes plus robustes. Chercher à stabiliser une falaise d'érosion marine est aussi à éviter, en effet ce n'est qu'une phase de transition qui tendra naturellement sous l'effet du vent vers un profil plus doux de meilleure résistance. Cette stratégie n'est bien entendue possible que si l'on dispose d'une largeur suffisante, principe de base du contrôle souple.

III.3.4 - Fermeture du paysage. Structuration géométrique de l'espace

L'ouverture et l'irrégularité du relief sont deux des caractères qui font l'attrait des paysages dunaires dans lesquels le regard porte loin et ne butte pas sur des ruptures brutales et linéaires. Le contrôle souple doit aussi veiller à maintenir ce caractère sauvage en privilégiant les techniques les plus transparentes, les plus discrètes.

IV - Mesures spéciales en faveur de la biodiversité

Les pratiques courantes assurent un bon niveau de diversité biologique, cependant, il peut être nécessaire de mener des actions ciblées en faveur d'espèces et/ou de milieux rares et de haute valeur patrimoniale.

Dans le cadre du projet Life 95, diverses opérations dans ce sens ont été menées :

Protection d'une station exceptionnelle de Lis de mer (*Pancratium maritimum*, **photo 8**) à Tarnos dans le sud landais, par réorganisation des circulations (route transformée en piste cyclable) et charte entre les divers acteurs.

Mesures en faveur de *Euphorbia peplis* (**photo 9**), plante de la limite haut de plage/pied de dune considérée comme disparue de la côte atlantique et redécouverte à Tarnos dans le sud landais. Des opérations sélectives de nettoyage (voir article « Approche innovente du nettoyage... » de G. Granereau, 2ème partie, chapitre 1) complétées par une clôture visant à développer des conditions favorables à son maintien et à son extension ont été mises en oeuvre.

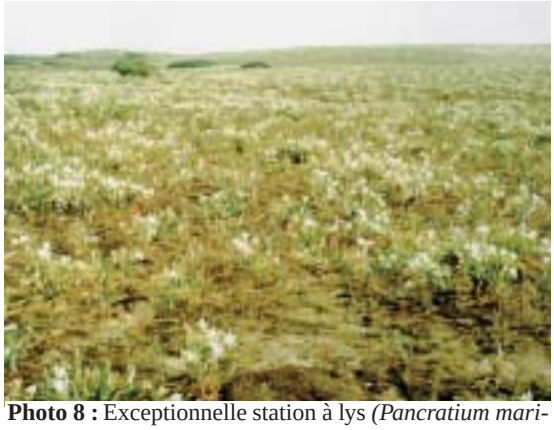


Photo 8 : Exceptionnelle station à lys *(Pancratium maritimum)* – TARNOS (Sud landais) *(Jean Favennec)*

Photo 9 : *Euphorbia peplis*, en haut de plage – TARNOS (Sud landais) *(Jean Favennec)*

Les dépressions humides d'arrière-dune sont relativement rares et souvent elles ont tendance à se fermer par embuissonnement (il est intéressant de noter que cette fermeture peut être liée à un développement excessif du Saule des dunes, anciennement protégé au niveau national), des débroussaillements pour limiter l'assèchement et mettre en lumière ces secteurs peuvent être très efficace pour revitaliser des stades évolutifs jeunes, très riches écologiquement (voir encadré rédigé par C. Dauge, ci-après).

UNE ORCHIDÉE PEUT EN CACHER UNE AUTRE…
Claude Dauge, Agent de l'Office national des Forêts à St Trojan (Charente Maritime)

La dune grise du massif de Saint-Trojan, en forêt domaniale d'Oléron, recèle de minuscules dépressions régulièrement inondées en hiver par la remontée de la nappe phréatique (alimentée par les précipitations).

Photo 10 : Spiranthes d'été *(C. Dauge)*

Leur formation, postérieure à la stabilisation du massif dunaire, résulte de l'érosion éolienne des zones mal couvertes par la végétation, jusqu'à ce que le creux atteigne le niveau de la nappe phréatique, bloquant ainsi le processus d'érosion.
Une végétation hygrophile s'y est installée empêchant le vent de continuer son oeuvre même lors des périodes d'abaissement de la nappe.

C'est dans l'une d'elles que le Dr Champagne découvrit en 1987 des **Spiranthes d'été (*Spiranthes aestivalis*) (photo 10)** parmi des Saules rampants (*Salix repens*), des Scirpes (*Scirpus holoschoenus*), des Choins (*Schoenus nigricans*) et d'autres plantes hygrophiles. Le Spiranthe est une petite orchidée discrète de 10 à 20 cm de haut fleurissant en été. Assez fréquente jadis en France, elle est en très forte régression. C'est pourquoi elle est protégée au niveau national et international, par la convention de Berne (annexe I) & la Directive Habitat (annexe IV).

Au fil des années, le fourré de plus en plus haut et dense de Saules, Scirpes et Choins menaçait d'étouffer les Spirantes. Un protocole d'intervention en leur faveur fut donc arrêté entre le Dr Champagne, membre de la société française d'Orchidophilie et l'ONF, gestionnaire du milieu. En 1995, avec le soutien financier de la région Poitou-Charentes, l'ONF entreprit de débroussailler partiellement cette dépression à Spirantes ainsi qu'une dépression «témoin», avec évacuation des débris de végétaux.

On put constater dès l'été suivant le succès de l'opération : non seulement on vit exploser la population repérée, mais on vit aussi fleurir une cinquantaine de pieds de Spiranthes d'été dans la dépression témoin où l'espèce n'avait pas été signalée.
Fort de ces résultats, l'ONF effectua des travaux similaires dans deux autres dépressions voisines, avec le même succès en ce qui concerne le Spiranthe, mais aussi avec une énorme surprise : **le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*)**, jamais répertorié sur l'île d'Oléron, y apparut en juin 1997 avec une soixantaine de pieds.

Le Liparis de Loesel est une des orchidées les plus rares en France. Elle est protégée au niveau national et européen, par l'annexe II de la Directive Habitat qui vise, au-delà de la protection de l'espèce, la conservation de son milieu. C'est l'unique représentante européenne du gendre Liparis qui en comprend une centaine dans le monde. Plante pionnière, hygrophile, acceptant une faible salinité, elle colonise, outre les milieux dunaires humides, les tourbières occupées par une végétation peu dense. En Poitou-Charentes, une seule autre station est connue depuis 1954.

Faune dunaire. L'optimisation de la mosaïque végétale permet le plus souvent de favoriser le cortège faunistique. Cependant, des études sont menées sur la vie animale et plus particulièrement sur les **insectes** (voir article « Diversité de l'entomofaune... » 1ère partie, chapitre 2) inféodés aux dunes dont certains groupes ont un caractère indicateur. Un guide pratique des insectes et petits animaux des dunes atlantiques françaises est en préparation en collaboration avec la Société Linnéenne de Bordeaux (publication prévue fin 2002 aux Editions Sud-Ouest).

V - ORGANISATION DES ESPACES DUNAIRES À VOCATION TOURISTIQUE

Nous cherchons à donner satisfaction aux attentes du public sans dégrader le milieu source de cet attrait. L'accueil est organisé de façon à orienter le public vers les plages surveillées où sa sécurité est assurée. Le stationnement des véhicules doit être aménagé suffisamment en recul par rapport aux dunes vives et à la frange forestière.

Dans les zones d'accueil, les principes de gestion des dunes sont les mêmes que dans les dunes "sauvages", mais la pression anthropique doit y être compensée par un contrôle plus fort de l'érosion éolienne et surtout par un guidage, une information sur la fragilité du milieu et une surveillance constante.

L'expérience des "plans-plage" en Aquitaine a montré qu'une étroite collaboration entre les acteurs (techniques, scientifiques et responsables élus territoriaux) assortie d'un suivi rigoureux permettent d'accueillir un public nombreux sans atteinte grave au milieu (voir article de S. Metayer « Accueil du public en milieu naturel sur le littoral girondin... », 3ème partie).

VI - RÉHABILITATION/RESTAURATION DES DUNES DÉGRADÉES

VI.1 - Précisions de terminologie

Dans le langage commun, réhabilitation ou restauration signifient « remise en état », ce qui sous-entend le plus souvent dans le cas des dunes, stabiliser , voire fixer. Une conception nouvelle tend à supplanter cette interprétation commune. Arens, Jungerius et Van Der Meulen (2001), préconisent une « *(re)introduction of the natural dynamics into the coastal environment* », ainsi, réhabiliter peut consister à remobiliser : « *The very acts which were condemned in the past -rabbit burrowing, heavy grazing pressure…and recreational use- are now stimulated to destabilize the vegetated surface of the dune* ».

Ici, nous retiendrons les définitions de Le Floc'h et Aronson (1995) :
« Réhabiliter un écosystème consiste à lui permettre de retrouver ses fonctions essentielles grâce à une intervention forte mais limitée dans le temps… La restauration et la réhabilitation ont comme objectif commun de rétablir des écosystèmes autonomes… caractérisés par l'existence d'une dynamique dans les communautés végétales et animales et par leur capacité à réparer eux même les méfaits de perturbations modérées (résilience) ».

Pour certains auteurs, la restauration se différencie par une recherche de retour à l'écosystème originel, on butte alors sur les difficultés de choix de l'écosystème « indigène et historique »…

Les principes définis pour le contrôle souple sont applicables aux opérations de réhabilitation mais de façon plus intense et plus concentrée dans le temps. Notre objectif n'étant pas de revenir à un état supposé naturel, mais «de positionner le site sur une trajectoire naturelle favorable…» en répondant le mieux possible aux attentes sociales.

VI.2 - Exemple du Cap Ferret

VI.2.1 - Contexte général, état des lieux et objectifs

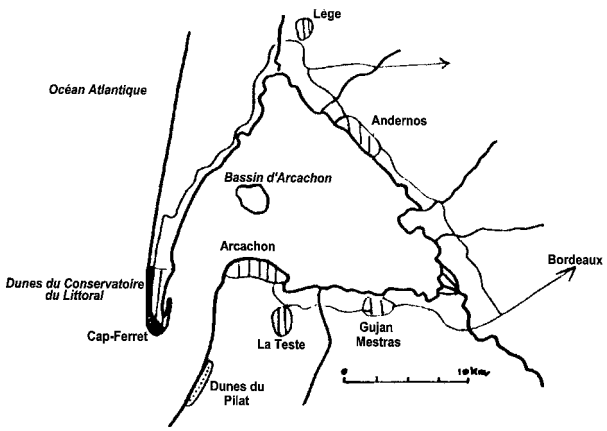


Figure 4 : carte de situation

La flèche sableuse du Cap-Ferret est alimentée par une forte dérive littorale nord/sud (estimée à 500.000 m³/an). Sa tendance évolutive passée a été l'allongement, ce qui n'exclut pas des reculs temporaires de l'extrême pointe. Après stabilisation au XIXème siècle, la pointe du Cap-Ferret fut privatisée au début du XXème, puis fortement urbanisée. Souffrant de surfréquentation et de manque d'entretien, la dune littorale s'est remise en mouvement, ensevelissant quelques maisons et menaçant l'arrière dune et le front urbanisé

L'ensemble de la dune littorale qui fait face à la zone urbanisée a été acheté par le Conservatoire du Littoral. Ce site de 5 km de long et de 400 à 800 m de large (270 ha) fut restauré (sous maîtrise d'œuvre ONF) en deux phases (**figure 5**) : les 3 km de la pointe de 1989 à 1992 et les 2 km du nord (dits « les ensablés ») de 1994 à 1995, avec l'aide de l'Europe (Life Environnement 92).
L'action a été précédée d'un état des lieux détaillé avec établissement de cartes écodynamiques au 1/2000 et au 1/5000 (voir schéma simplifié **figure 5**).

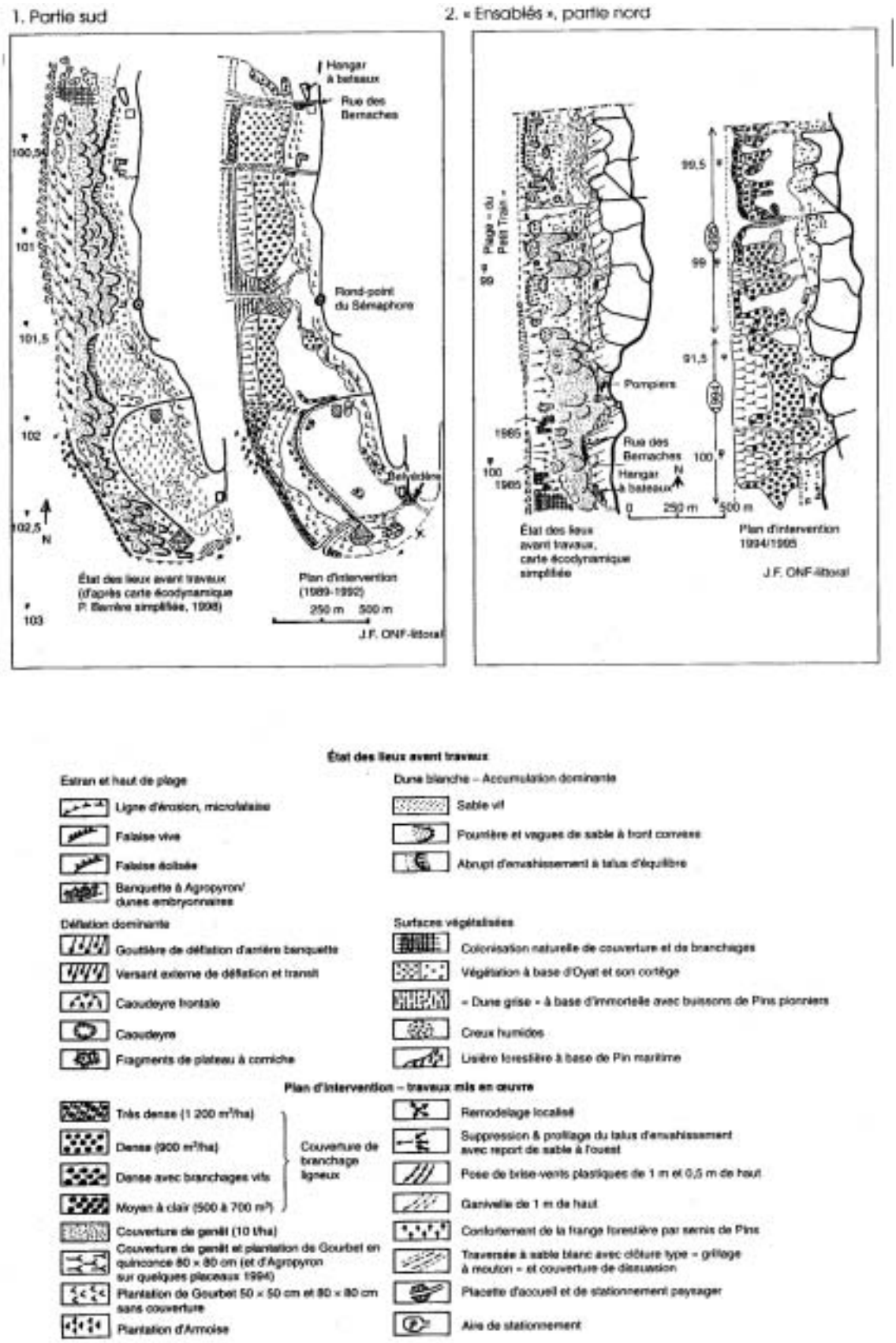


Figure 5 : Restauration de la dune du conservatoire du Littoral au Cap-Ferret (Gironde)

- Les 3 km de la pointe (état 1989) sont en quasi-totalité à sable blanc et fortement transgressifs, voir profil type (**figure 6**) et **photo 11.**

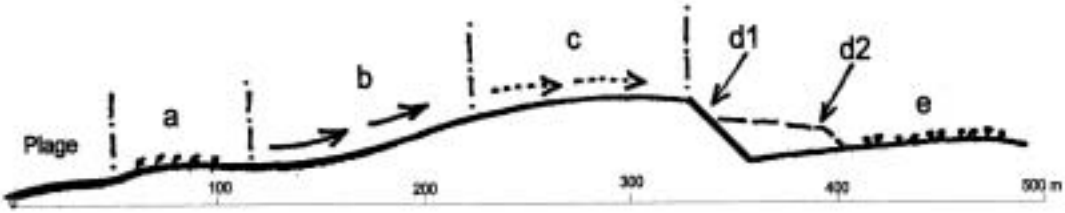


Figure 6 : Profil type de l'état des 3 km de la Pointe (extrême pointe exclue) avant les travaux

a. banquette à Agropyron plus ou moins développée
b. vaste glacis de déflation et transit
c. plateau sommital d'accumulation/transit
d. talus d'envahissement(d1) ou pourrière (d2) avec des avancées de 10 à 20 m/an pendant les phases paroxysmales
e. dune grise en cours d'ensablement

Photo 11 : Cap Ferret (Gironde), avant travaux (1988) *(Jean Favennec)*

- Sur les 2 km du nord, dune des « ensablés » (état 1994), le degré de dégradation est un peu inférieur à celui du tronçon précédent. Du nord au sud, tous les stades d'érosion sont représentés, depuis les amorces de déflation jusqu'aux grandes caoudeyres frontales, d'abord séparées par des éléments résiduels du plateau végétalisé, puis devenant coalescentes avant de se transformer en un glacis de déflation continu. Ce secteur a été très médiatisée en raison du début d'envahissement du lotissement de la rue des Bernaches situé à 300 m du trait de côte.

En matière d'**objectifs**, deux attentes difficilement conciliables sont exprimées : réalisation rapide de travaux d'arrêt de l'avancée dunaire pour mettre en sécurité la zone urbanisée et conservation d'une "entité paysagère remarquable pouvant être qualifiée de grandiose".

VI.2.2 - Démarche et actions

Afin de maintenir le plus grand degré possible de « naturalité », le relief existant est conservé (pas de remodelage), les travaux s'appuient sur les capacités constructives des agents naturels et les reboisements sont très limités pour conserver la dune grise, espace ouvert qui caractérise bien ce type de milieu.

En raison de la demande de résultats rapides, l'ensemble du profil est traité de façon simultanée (en cas d'urgence moins grande, il vaut mieux intervenir en priorité sur le versant externe et réduire les dépenses par l'effet induit de ce travail « amont »).

Les actions sont guidées par l'état écodynamique établi préalablement (**figure 5**) : couvertures denses de branchages sur les falaises éolisées de l'extrême pointe, dense réseau de brise-vents (en couches successives) pour surélever le point bas de la « brèche » du sémaphore, couvertures planes et plantation d'Oyats sur les versants externes à pente d'équilibre dynamique… Le mode opératoire le plus utilisé est schématisé **figure 7** et illustré par les **photos 12 et 13.**

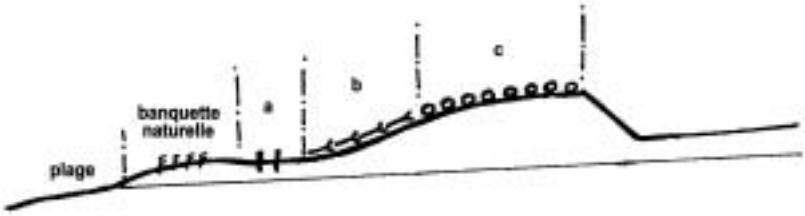


Figure 7 : Schéma des techniques mises en oeuvre

a. pose de brise-vents dans la « gouttière » de déflation.
b. couverture plane de rameaux de genêts (10 tonnes/ha) et plantation de Gourbet en quinconces (80x80 cm)
c. couverture dense de végétaux ligneux grossiers à décomposition lente (principalement branchages de Pin maritime) à raison de 900 m^3/ha.

Ces travaux de lutte contre l'érosion éolienne sont complétés par des clôtures de protection et de guidage (9 traversées pour 5 km, soit une tous les 550m).

Photo 12 : Février 1989 - Couvertures, planes de genêt sur le glacis externe, de gros branchages sur le bombement sommital *(Jean Favennec)*

Photo 13 : Début 1991 (même lieu) – Plantation d'oyat de l'hiver 89-90 sur couverture de genêt ensablé *(Jean Favennec)*

VI.2.3 - Résultats

Le chantier du Cap-Ferret a rempli son objectif de maîtriser les mouvements sableux éoliens induisant un risque pour les habitations. La végétation typique des dunes masque progressivement l'« écosystème curatif transitoire » (voir **photo 14**).
Un suivi botanique sur neuf transects, depuis 1992, montre un enrichissement progressif de la végétation, la succession des groupements caractéristiques supplante les exogènes apportées avec les branchages. Cependant, l'utilisation de tailles de jardin a introduit quelques exotiques (*Yucca gloriosa* notamment) qui doivent être éradiquées.
Une étude de l'entomofaune (Société Linnéenne de Bordeaux, 1996) a permis la récolte de 287 espèces d'invertébrés, essentiellement des insectes parmi lesquels dominent les coléoptères. Plus de 70 espèces sont spécifiques du milieu dunaire, ce qui indique un bon niveau de restauration de la partie terrestre de l'écosystème.
L'organisation de l'accueil permet une poursuite de la fréquentation en minorant son impact sur la richesse patrimoniale du site, cependant un entretien continu et une surveillance sont nécessaires.
En ce qui concerne les techniques, l'efficacité des couvertures a été démontrée, les essais de 1995 montrent la possibilité de réduire les quantités. Le dispositif de brise-vents en maille carré s'est révélé inefficace (« gauffrage », mauvaise reprise de végétation…).

Ce chantier exceptionnel montre qu'il est possible de réhabiliter assez rapidement un écosystème dunaire côtier très mobile et déstabilisé. Si la lutte contre l'érosion éolienne et contre la fréquentation anarchique

est possible (grâce à la convergence de vue entre propriétaires, élus, techniciens...), il n'en est pas de même de l'érosion marine, liée à de complexes phénomènes de modification des passes de vidange du Bassin. L'extrême pointe connaît depuis 1996 un recul très fort et continu (30 à 40 m/an) qui a réduit à néant les travaux réalisés sur ce tronçon à proximité duquel on a imprudemment construit.

Photo 14 : 1995 (même lieu que photos 11, 12 et 13) – La nature reprend ses droits *(Jean Favennec)*

VI.3 - Exemple de Seignosse-le-Penon (Landes), site pilote du projet Life 95

VI.3.1 - Contexte général, état des lieux avant travaux et objectifs

Seignosse-le-Penon est situé sur le littoral sud de la façade maritime du « triangle » sableux des Landes de Gascogne**.** Sur cette partie de la côte aquitaine, les dunes modernes de type barkanoïde sont presque absentes, la dune littorale non boisée est très proche des « vieilles » dunes de type parabolique du Marensin. Cette station balnéaire récente (30.000 lits) prolonge vers le nord la station ancienne de Hossegor. Avant son implantation, la morphologie du cordon dunaire littoral était du même type sur toute la façade, aujourd'hui on distingue nettement deux ensembles :

- La dune « sauvage » au nord (photo 15), elle a conservé les caractères généraux des dunes littorales landaises.

Photo 15 : Seignosse-le-Penon, dune « sauvage » qui précède la dune boisée du Conservatoire du Littoral *(Jean Favennec)*

- La dune « urbaine » au sud, qui a subi de nombreuses transformations liées à un intense usage touristique (photo 16).

Photo 16 : Seignosse-le-Penon, dune « urbaine » fortement destabilisée *(Jean Favennec)*

Cette réhabilitation est très représentative des problèmes soulevés par les dunes littorales en zone fortement urbanisée. L'action fut précédée de diverses études et d'une concertation entre les propriétaires concernés (Commune, ONF, Conservatoire du Littoral). L'un des principaux outils d'analyse préalable est la carte écodynamique au 1/5000. L'état des lieux avant travaux est schématisé par trois profils représentatifs des diverses situations :

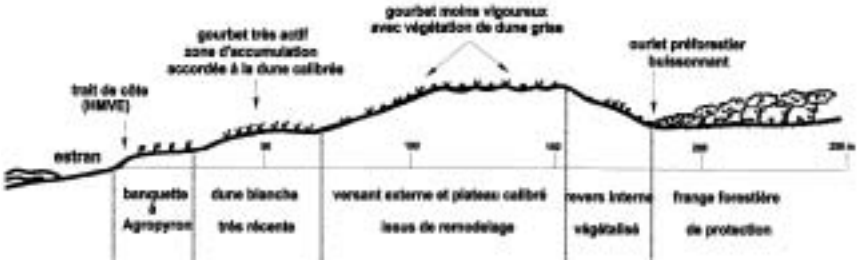


Figure 8 (profil 1) : Pour la dune "sauvage" de la zone nord, le cordon dunaire issu de dune calibrée est peu transformé par la pression touristique et urbaine. Une avant-dune bien individualisée résulte d'une longue phase de répit de l'érosion marine.

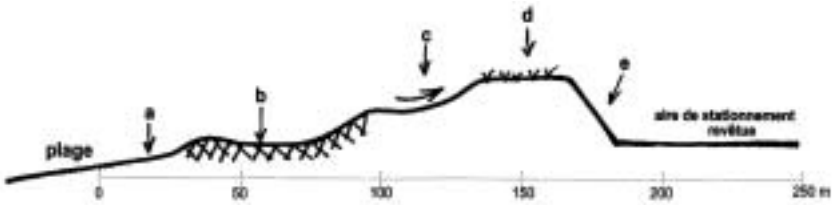


Figure 9 (profil 2) : La zone de contact entre la dune « sauvage » et la dune « urbaine ».

Il se distingue nettement du précédent par plusieurs marques de dégradation :

a. un pied de dune totalement dévégétalisée, le piétinement a fait disparaître les banquettes et dunes embryonnaires(et empêché leur formation),

b. un versant externe artificialisé et rudéralisé (des travaux de lutte contre l'érosion basés sur l'apport continu de gros volumes de branchages ont été réalisés, un pallier horizontal provient de l'épandage de ces apports au bulldozer), une végétation totalement atypique des dunes recouvre ce secteur (*Phytolacca americana*, *Chenopodium album*, *Datura stramonium*...),

c. une encoche de déflation qui tend à réduire la largeur du plateau et alimente le talus d'envahissement,

d. le reste du plateau issu de modelage,

e. un talus interne d'envahissement (constamment avivé par des prélèvements à sa base en vue de le parking.

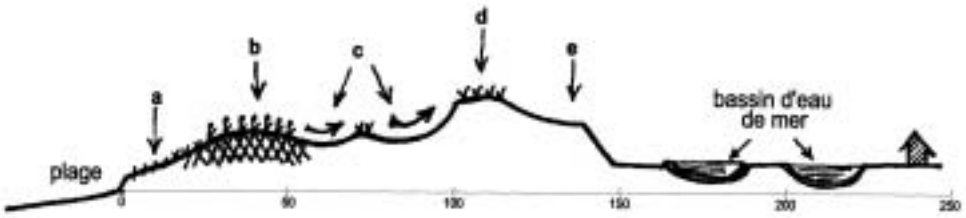


Figure 10 (profil 3) : Face à la partie urbanisée, un profil disséqué par le piétinement et l'érosion éolienne et rudéralisé. On peut y distinguer, de la mer vers l'intérieur :

a. un glacis externe de forte pente à Agropryron et Oyat en état relativement bon au regard de l'importance de la fréquentation (ce glacis bénéficie probablement du blocage par un épi de sédiments véhiculés par la dérive Nord/Sud et aussi de la protection contre le piétinement joué par les denses bourrelets végétaux à l'arrière),

b. un bourrelet artificiel engendré par de forts apports de produits de curage d'étangs (terre et tourbe), une très dense végétation de rudérales dominée par un surprenant peuplement de roseaux. s'y est développée,

c. de puissantes excavations (ou caoudeyres) qui fragmentent l'ancien plateau,

d. des buttes résiduelles de l'ancien plateau,

e. des pourrières (langues de sable) à méplat plus ou moins développé et à abrupt très actif qui avancent aux dépens de l'arrière-dune où sont implantés des équipements de loisirs.

La juxtaposition de deux types de paysages dunaires bien tranchés permet de démontrer ici la possibilité de gérer différemment les dunes littorales selon leur position, leur vocation, et surtout en fonction de l'espace que l'on peut consacrer à leur expression optimale.

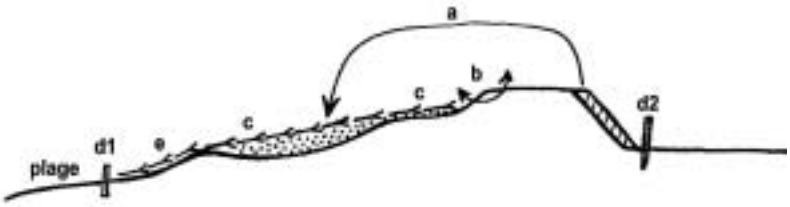
Sur le tronçon de dune « sauvage » (profil type 1), les interventions se limitent à réduire le plus possible le piétinement (clôtures, guidage, information, surveillance...) et à titre expérimental, plusieurs siffle-vents importants seront laissés en dynamique libre.

Par contre sur le tronçon « urbain » et le tronçon intermédiaire, il est choisi d'engager d'importants travaux de lutte contre l'érosion éolienne qui sont rendus obligatoires par le fort degré de fréquentation et par une urbanisation trop proche du littoral. D'après l'analyse de l'évolution du trait de côte sur une longue période, on est ici dans un secteur côtier de relativement faible érosion marine. On peut estimer que cette situation va se prolonger et ne pas remettre en cause rapidement les travaux engagés qui n'ont pas vocation à lutter directement contre l'érosion marine.

Plusieurs objectifs simultanés sont visés : supprimer ou limiter durablement les transgressions sableuses dans l'arrière-dune équipée et urbanisée, « renaturer » le plus possible la dune littorale, limiter le piétinement sans totalement fermer la dune à la fréquentation.

VI.3.2 - Démarche et actions

L'action s'est appuyée sur quelques grands principes : ne pas exporter de sable hors du système littoral, réduire le plus possible les apports de matériaux (branchages) pour des raisons écologiques, économiques et paysagères, limiter également les surfaces plantées (et, en cas de plantation, utiliser des végétaux locaux adaptés), privilégier l'action à l'amont des flux pour bénéficier de ses effets induits à l'aval… Les travaux sont résumés par la **figure 11**.



Nord de la partie urbanisée et contact avec la dune « sauvage ».
Face à la partie urbanisée.

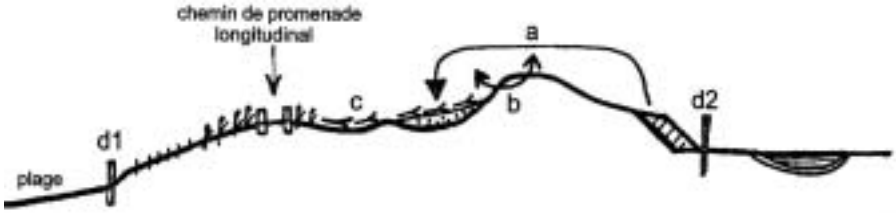


Figure 11 : Les travaux de réhabilitation de la dune «urbaine» de Seignosse-le-Penon.

a. Enlèvement du sable des talus internes menaçant les parkings et équipements, transport et épandage de ce sédiment dans les zones déprimées du corps dunaire de façon à conserver le stock sédimentaire, améliorer l'aérodynamisme et occulter les zones rudéralisées.

b. Ecrêtage localisé des corniches et promontoires saillants.

c. Couverture plane peu épaisse de branchages « neutres » (qui ne se bouturent pas et apportent le moins possible de graines exogènes), dans ce cas jeunes pins de « dépressage » (travaux de réduction de la densité de jeunes peuplements). Plantation d'une partie de la zone couverte (Agropyron à l'avant, Oyat sur la partie médiane), afin de comparer les résultats avec et sans plantation.

d. Clôtures de protection et de guidage. d1 : clôtures très perméables (trois fils lisses) qui ne piégent pas le sable et sont de grande transparence paysagère. d2 : ganivelles (lattes de châtaignier) très visibles et directives.

VI.3.3 - Résultats

Les principaux objectifs sont atteints :
- les avant-dunes de la zone dégradée du nord se sont reconstituées très rapidement (**photos 17 à 20**), les zones non plantées se végétalisent aussi, bénéficiant de la colonisation à partir des îlots naturellement végétalisés du voisinage,
- les talus internes qui dominent les parkings sont en cours de colonisation naturelle par diverses pionnières des sables semi-fixées (démontrant ainsi l'intérêt des actions à l'amont),
- les caoudeyres perdent progressivement leur activité…

Photo 17 : Vaste excavation frontale de la zone de contact entre dune sauvage et dune urbaine

Photo 18 : (février 98) – La même zone en cours de réhabilitation

Photo 19 : (septembre 98) – La cicatrisation est en cours

Photo 20 : (mai 2002) – L'avant-dune à Agropyron retrouve, avec l'aide de la clôture, sa morphologie et ses fonctions naturelles

Photos : Jean Favennec

L'action menée sur ce site montre la possibilité de rattraper une situation qui devenait périlleuse pour les équipements, cependant, il faut attirer l'attention sur différentes limites :

- en cas de reprise de l'érosion marine, il serait difficile de résister,
- en raison de la trop faible largeur laissée pour la zone de stockage sableux, il sera à terme nécessaire de réduire la hauteur de l'édifice par remodelage mécanique,
- lors des tempêtes importantes (ce qui fut le cas de celle de novembre 2000) de fortes quantités de sable peuvent transiter depuis la plage et, malgré un cordon bien végétalisé, ensabler partiellement l'arrière-dune (dans les secteurs non urbanisées, l'arrière-dune peut « encaisser » sans grand dommage cet événement occasionnel).

VII - Conclusion

Le mode de gestion des dunes littorales a connu un fort infléchissement pour laisser une plus grande place aux tendances évolutives naturelles. Il ne s'agit plus de « fixer », mais de « contrôler ». L'aide de l'Europe a été déterminante dans cette évolution, en favorisant le dialogue, les pratiques innovantes et la diffusion de connaissance. Dès maintenant, ce contrôle souple est généralisé sur les dunes domaniales de la côte atlantique, et le Ministère de l'Agriculture préconise les mêmes principes pour ses aides à l'entretien des dunes.

Le contrôle souple est une des réponses techniques en faveur de la politique de gestion intégrée de zones littorales développée au niveau européen. C'est aussi un apport aux pratiques de gestion conservatoire qui seront mises en œuvre dans le réseau Natura 2000.

Un consensus se dégage autour de quelques attitudes positives : inscrire l'action dans la logique des processus naturels, jouer sur la durée, raisonner sur des espaces assez larges pour éviter la construction volontariste d'écosystèmes non viables, privilégier les entretiens réguliers… Cependant, il faut continuellement nourrir le dialogue entre praticiens de terrain, scientifiques, aménageurs… L'écosystème optimal recherché n'est pas figé à long terme, périodiquement rediscuté, il reflète l'évolution des modes de pensée. Ainsi, les changements climatiques perçus, et hypothétiques, sont ils de nature à modifier certains de nos choix actuels.

Fragiles en tant qu'espace original dont l'extension se réduit face aux développements urbains, les dunes sont cependant un milieu très réactif, capable de revenir dans un bon état de conservation si les facteurs clés de la dynamique n'ont pas été interrompus. Il serait du plus grand intérêt pour perfectionner la connaissance des processus et la mise au point de pratique douces de gestion, de mettre en place un nombre significatifs de sites de recherche en dynamique libre.

VIII - Bibliographie

- Le Floc'h E., Aronson J. (1995). Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Natures sciences sociétés. Recherches et débats interdisciplinaires*. Ed. Dunod. Vol. 3 ; n° spécial. Pages 29 à 35.
- Favennec J. (1998). Gestion patrimoniale et suivi d'un écosystème dunaire côtier ; exemple de l'Aquitaine (France) *; Dunas da Zona Costeira de Portugal* ; Actes du colloque Eurocoast Portugal (Leiria – juin 1997) . pages 169 à 193.
- Favennec J. (1999). Gestion des dunes littorales non boisées ; Le littoral ; Editions BRGM (manuels et méthodes) ; pages 117 à 135.
- Arens S.M., Jungerius P.D., Van der Meulen F. (2001). Coastal Dunes, in « Habitat Conservation : managing the physical environment » ; Ed. John Wiley ; pages 229 à 271.
- Moulis D., Paskoff R., Favennec J. (2001). Synthèse des recherches en restauration et réhabilitation des systèmes dunaires, pour le Ministère de l'Environnement dans le cadre du *Programme national de recherche « recréer la nature »*. 36 pages.

CONSERVATION DES DUNES GRISES

Françoise Rozé
Laboratoire d'Ecologie Végétale – Université de Rennes I
Complexe scientifique de Beaulieu - 35042 Rennes cedex
Tél. 02.99.28.61.50 - Fax : 02.99.28.16.26 - Email : Francoise.Roze@univ-rennes1.fr

(Cet article constitue une suite de « Dynamique, analyse et typologie des dunes grises », inclus en première partie, le résumé et la bibliographie sont communs, ils ne sont pas repris ici).

Les contextes de protection Natura 2000 font de la dune grise un habitat dont la conservation est prioritaire. Les documents habitats peuvent constituer une référence mais il est utile de pousser plus loin la recherche appliquée. Pour l'aménageur le contrôle de la dynamique de la végétation passe par l'usage d'un certain nombre de perturbations et d'outils de restauration afin d'obtenir la diversité biologique maximale.

I - PRINCIPES

I.1 - Terminologie

Si la dune se restaure naturellement pour se reconstituer à l'identique il s'agit d'une restauration au sens strict. Lorsque l'Homme intervient par la plantation d'un écosystème transitoire (Oyats ou autres) il faut parler de réhabilitation. L'objet n'est pas nécessairement de reconstituer la dune à l'identique dans sa position ou dans sa composition. La réhabilitation peut être un rajeunissement des fourrés vers la dune grise. Il peut arriver de recréer des dunes dans des endroits où elles avaient disparu depuis longtemps ou lorsqu'elles n'avaient jamais existé. La figure 1 présente différentes trajectoires possibles.

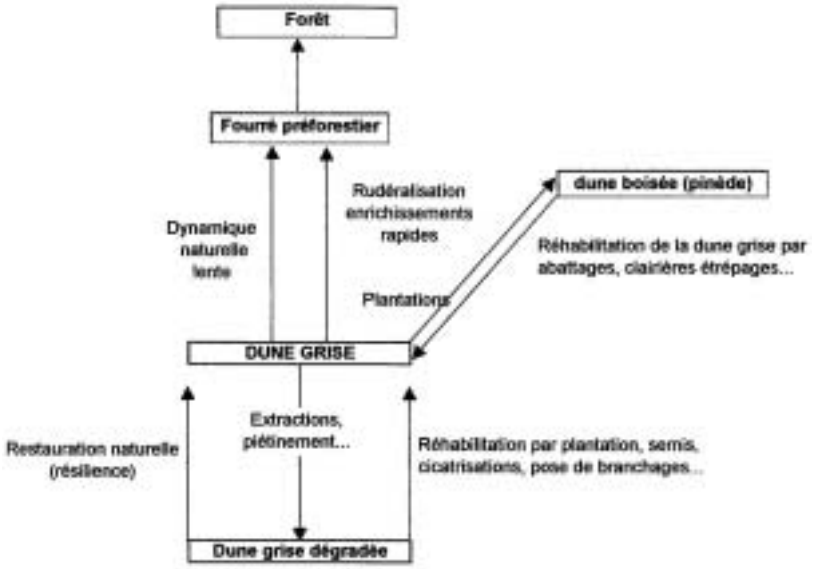


Figure 1 : Ecologie de la restauration des dunes grises.

I.2 - Analyses préalables, écosystèmes de références (Natura 2000, cartographies, inventaires)

Dans les travaux de réhabilitation d'un site il est primordial de bien préciser les écosystèmes que l'on désire obtenir ainsi que d'analyser le plus grand nombre possible de leurs attributs vitaux. La directive Habitat, dans les cahiers d'habitats Natura 2000, nous fournit un très bon repère qui est une amorce de référence. Ces références peuvent être dans un premier temps, une cartographie des groupements végétaux concernés et une liste, la plus longue possible, des attributs vitaux du paysage.

Pour un écosystème donné il faut répondre à deux questions :
• quels sont les attributs vitaux ?
• quel est l'écosystème de référence choisi ?

A l'échelle du paysage, dans l'esprit des préconisations de Le Floc'h (com. orale) quatre niveaux d'attributs peuvent être distingués dans un site :

Description et composition
- nombre d'écosystèmes,
- ratio dune mobile/dune grise et dune grise/dune boisée.

Interactions
- connectivité,
- résilience.

Usages et services
- respect de Natura 2000,
- non dépassement de la capacité d'accueil.

Capacité à supporter les dégradations et la fragmentation
- proportion d'écosystèmes artificialisés,
- proportion d'écosystèmes dégradés,
- proportion d'écosystèmes réaffectés.

Lorsqu'un certain nombre d'évaluation de sites auront été effectuées, il sera possible de préciser une référence en terme de paysages dunaires.

Le choix des écosystèmes et des paysages de référence doit intégrer les usages et les services rendus par celui-ci. L'argumentaire doit prendre en compte les positions de l'ensemble des actions concernés par le site. Le respect de Natura 2000 et le non dépassement de la capacité d'accueil déterminent entre autres la valeur du site et la qualité de sa gestion. Au niveau du paysage la proportion d'écosystèmes artificialisés, ou dégradés par rapport aux habitats prioritaires peut constituer un bon indicateur. Il convient donc de surveiller l'évolution du milieu dunaire pour éviter la disparition des habitats prioritaires.

I.3 - Principaux choix

Limiter le fractionnement

Les concepts de l'écologie de la restauration, souvent exprimés à l'échelle de l'habitat ou de l'écosystème, peuvent être transférés à celle du paysage. La dune est un paysage constitué de différents stades : dune mobile, dune grise et dune boisée. Les relations existant entre ces éléments constituent un attribut vital du paysage qui est important, les lisières doivent faire l'objet d'une attention particulière et l'intégrité du paysage doit être préservée au maximum.

Les théories de la fragmentation en écologie du paysage conduisent actuellement à beaucoup de prudence. L'une des plus sérieuses menaces pesant sur la biodiversité est la fragmentation des écosystèmes (Heywood 2000). Un site aux dimensions trop petites peut être amené à disparaître. Il existe un rapport à peu près logarithmique entre la réduction de l'aire d'un écosystème et le nombre d'espèces qui s'y maintiennent. En simplifiant on peut dire que la multiplication par 10 de la surface d'un habitat considéré conduit au doublement du nombre d'espèces capable de s'y maintenir et inversement.

Conserver et élargir la dune grise

Le référentiel EUR 15 dans l'ensemble du paysage dunaire donne seulement la dune grise comme prioritaire en terme de conservation.
Cette décision s'appuie sur une très grande richesse en espèces végétales et une grande originalité car ce type de milieu est peu fréquent et subit des contraintes climatiques très particulières. Or il s'agit d'un stade

dynamique intermédiaire, la dune grise peut naturellement évoluer vers des groupements dont la conservation n'est pas prioritaire. Il est donc nécessaire d'entretenir différents facteurs qui font régresser ou qui stabilisent la dynamique de la végétation. La conservation du paysage est prioritaire mais si les différents stades dynamiques doivent être représentés ils ne le seront pas nécessairement au même endroit.

L'action des lapins, le piétinement, le saupoudrage ont un impact sur la succession , ces différents facteurs font régresser la succession , les plantations quant à elles accélèrent la dynamique.

II - Actions

II.1 - Gestion passive : contrôle des facteurs qui limitent la transformation de la dune grise.

Le **piétinement** peut permettre un contrôle de la végétation mais son inconvénient est souvent la constitution de sentiers (Lemauviel et Rozé 2001). Face à une trop forte pression anthropique, la délimitation de cheminements, suivis par la majeure partie des utilisateurs, permet de concentrer les impacts négatifs sur des secteurs limités. Il peut être envisagé de déplacer les chemins après quelques années en changeant le balisage pour permettre une restauration passive des zones dégradées.

La gestion de la dune mobile n'est pas indépendante de celle de la dune grise. En laissant au cordon frontal une certaine mobilité, **le saupoudrage** induit rajeunit la dune grise.

Le contrôle des populations de lapins est nécessaire afin de ne pas avoir de perturbation majeure des écosystèmes mais une certaine densité, à définir par site est bénéfique au rajeunissement de la dune grise.

II.2 - Réhabilitation active

Profilage superficiel

Dans le cadre du programme Life 95, sur le site de Quiberon-Plouharnel, des actions ont été réalisées par l'ONF pour réhabiliter des milieux dunaires (photos 1, 2 et 3). Une ancienne piste d'essai d'engins militaires, au milieu du massif dunaire domanial de Quiberon-Plouharnel, a fait l'objet de travaux en vue de « restaurer » des habitats de dune grise. Cette piste, dont le sable était à nu, a été en partie recouverte de végétation prélevée à proximité immédiate, sur les abords de la piste à l'aide d'un tracto-pelle, en supprimant les micro-falaises éoliennes des bordures.

Les « déchirures » du tapis végétal (photo 1) sont cicatrisées… L'adoucissement des cassures du relief (photo 2) avec épandage des mottes végétalisées (photo 3) est l'une des techniques de réhabilitation.

Photo 1 *(J. Favennec)*

Photo 2 *(L. Gouguet)*

Photo 3 *(L. Gouguet)*

Le fait de prélever des plantes avec toutes leurs parties végétatives (forte proportion d'*Ephedra distachya*), ainsi que du sable contenant une proportion de matière organique (limitant l'effet d'hydrophobie du sable) doit permettre une végétalisation plus rapide du sable nu ainsi recouvert.
Les secteurs tests, où ces opérations ont été menées font l'objet d'expertises régulières dont l'objectif est d'améliorer les techniques de restauration.

Cicatrisations par plantations et pose de branchages

Sur le site de Quiberon-Plouharnel, différentes techniques de restaurations ponctuelles ont été testées (figure 2)

• ***La plantation d'Oyats***. La reprise des pieds d'Oyat, au bout de 5 ans, est de l'ordre de 75%, le recouvrement de la végétation se fait bien, mais la richesse en espèces végétales reste faible (inférieure à 10 espèces).
• ***la plantation de Carex arenaria***. Le taux de survie est de l'ordre de 45%. La colonisation par les espèces spontanées se fait aisément et le recouvrement atteint 70%.
• ***La pose de branches d'Ajonc d'Europe*** (*Ulex europaeus*). Les branches d'Ajonc en piégeant les graines favorisent un recouvrement efficace de la végétation, la richesse en espèces végétales est de 15 au bout de 2 ans.
• ***La pose de branches de conifères*** (Pin maritime) L'effet est similaire à celui des Ajoncs, la richesse en espèces est de 17 en 2 ans et le recouvrement correct.

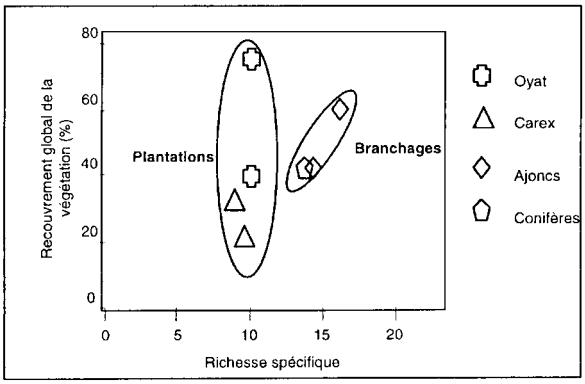


Figure 2 : Comparaison de différents protocoles de restauration active au bout de 5 ans.

Gestion des pinèdes

La conservation des pinèdes pose des interrogations. Des expertises sont nécessaires pour déterminer le degré de modification de la dune grise initiale par la plantation. Il faut apprécier le groupement végétal qui succèdera aux pinèdes, sera-t-il plus original ? Correspondra-t-il à une végétation dont la conservation est prioritaire ? Sera-t-il stable ? Quelle énergie est on prêt à insuffler au système pour restaurer un autre écosystème et sur combien de temps ?

Pour l'instant il semble que cette restauration de la dune grise sur des espaces précédemment en pinède, puisse se faire dans le cas de pinèdes jeunes (première génération) installées sur des dunes grises dont le sol s'est peu transformé. Elle est très valorisante pour des sites où la préservation ou la recherche de biodiversité est un objectif prioritaire. Elle nécessiterait de gros moyens en décapages du sol et exportation des litières dans des stations ayant davantage évolué.

III - Suivis

Les **suivis cartographiques** peuvent être particulièrement fructueux à condition qu'ils respectent un certain nombre de règles. L'exemple du suivi cartographique du site d'Erquy (côte nord de Bretagne) nous a mis en évidence des modifications non apparentes autrement. Les deux cartes ont été réalisées à 17 ans d'écart par la même personne (Rozé 1998) et malgré cela il est difficile de conserver les mêmes critères d'observation, donc en cas de changement d'opérateur il est nécessaire d'avoir gardé la trace très précise du protocole expérimental pour le reprendre exactement à l'identique.

Les suivis par **transects, quadrats ou lignes permanentes** sont moins sensibles à l'effet changement de personne, mais cependant, ceci constitue toujours une difficulté. Les marques sur le terrain doivent être placées avec une grande précision et la possibilité de les réinstaller en cas d'incident. Ces suivis à caractère scientifique doivent être réalisés par de bons botanistes capables d'identifier les plantes à l'état de plantules.

La recherche **d'indicateurs écologiques** pertinents est actuellement en cours. Ils doivent permettre d'alléger les suivis expérimentaux et de leur donner plus d'efficacité. Les mousses et certains lichens semblent de bons indicateurs.

Des expertises régulières ne peuvent pas être exclues.

IV - BIBLIOGRAPHIE

- Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C., Pontanier R. (1995) - Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides- Le vocabulaire et les concepts. In l'Homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? J. Libbey Paris p11-29.
- Lemauviel S. and Roze F. (2000) - Ecological study of pine forest clearing along the French Atlantic sand dunes: Perspectives of restauration *Actaoecologica* 21(3) 179 - 192.
- Lemauviel S. and Roze F. (2001) - Response of four plant communities to trampling in a dune system in Brittany. (soumis)
- Roze F. (1998) - Cartographie, dynamique et propositions de gestion de la végétation du cap d'Erquy CG 22 univ.Rennes 126p.

CHAPITRE 3

LES DUNES BOISÉES

DES PRATIQUES SYLVICOLES FAVORABLES AU DÉVELOPPEMENT DE FORÊTS MÉLANGÉES DE PIN MARITIME ET DE CHÊNES

LES OBJECTIFS DE LA GESTION « CONSERVATOIRE » L'EXEMPLE DES COMBOTS D'ANSOINE (CHARENTE-MARITIME)

Christine Micheneau
Office National des Forêts – Division de La Rochelle
24 bis, rue de Norvège - BP 1187 - 17088 La Rochelle cedex 02
Tél. 05.46.67.80.80 - Fax : 05.46.34.62.37

Résumé :
Après l'incendie de 1976, la forêt dunaire des Combots d'Ansoine fut sauvegardée des appétits immobiliers grâce à l'achat par le Conservatoire du Littoral. Ce massif de 900 ha fut un lieu idéal d'étude et de définition de grands principes « conservatoires » : accompagner la dynamique naturelle de végétation, contrarier ponctuellement l'évolution forestière pour optimiser la biodiversité, accueillir le public dans la limite de la compatibilité avec la protection écologique... sans exclure une gestion de type économique.

Abstract :
After the firest of 1976, the Combots d'Ansoine dune forest was saved from real estate development by a timely purchase by the French Coastal Conservancy. The 900 ha of woodland provided an ideal opportunity for examining and defining "conservational" management principles, observing the natural dynamics of the vegetation, occasionally disrupting woodland development to encourage biodiversity and catering for the public where this was compatible with environmental protection… while leaving room for economic activity.

I - DE LA PROTECTION FONCIÈRE…

La forêt des Combots d'Ansoine appartient depuis 1978 au Conservatoire du Littoral, auquel la loi a confié une mission « de sauvegarde de l'espace littoral, de respect des sites naturels et de l'équilibre écologique ». Ce simple statut foncier, renforcé par le *régime forestier*[1], suffit dans un premier temps à garantir sa gestion conservatoire contre la menace spéculative. En 1976, en effet, l'incendie qui la consuma aux deux tiers priva brutalement l'ancien propriétaire, exploitant scieur, de ses approvisionnements et l'accula à vendre, aiguisant l'appétit des promoteurs de complexes touristiques.

En fait, après le traumatisme de l'incendie, les objectifs de gestion furent implicitement et presque exclusivement de reconstituer la forêt ravagée. En réaction à l'image désolante de désert calciné, on eut tendance à vouloir boiser tout l'espace, y compris les pelouses et combes humides qui pourtant avaient un historique plus pastoral que forestier ; on compléta donc énergiquement le formidable ensemencement naturel qui leva peu après le sinistre et qui donna quelque 15 ans plus tard près de 300 hectares d'un perchis résineux… terriblement monotone.

Symboliquement, cette image déclencha une réflexion approfondie sur les objectifs de gestion conservatoire de la forêt des Combots d'Ansoine : elle donnait subitement l'impression que la régénération et la sylviculture des peuplements de pin maritime banalisaient cette forêt, sauvée de la promotion immoblière pour sa valeur écologique et paysagère.

II - …À LA DÉFINITION DES OBJECTIFS DE CONSERVATION

Le Conservatoire afficha donc clairement ses objectifs généraux :

- priorité à la protection du patrimoine écologique (mission légale),

[1] Le Régime forestier est un ensemble de règles d'ordre public, plus restrictives que le droit commun, qui s'appliquent aux bois, forêts et terrains à boiser des collectivités publiques et de certains établissements (dont le Conservatoire du Littoral) ; il les soumet à une gestion encadrée par l'ONF pour leur conservation et leur mise en valeur dans l'intérêt général ainsi que dans l'intérêt actuel et futur des personnes morales propriétaires et des usagers.

- accueil du public dans la limite de la compatibilité avec la protection écologique (politique volontaire et localement indispensable compte tenu de l'importance du tourisme balnéaire),

- ne pas exclure une gestion de type économique lorsque la sensibilité écologique le permet, (ce qui concerne notamment les exploitations sylvicoles et la chasse, sous certaines conditions évidemment...)

et précisa qu'il souhaitait aux Combots d'Ansoine une gestion aussi « naturelle » que possible qui accompagne la dynamique naturelle de végétation... quitte à la combattre ponctuellement pour optimiser la biodiversité.

III - Accompagner la dynamique naturelle de végétation

Il s'agit de laisser s'exprimer pleinement une formation forestière originale à caractère méditerranéo-atlantique dont les variantes ont été sommairement évoquées au chapitre « Liaisons entre la dynamique des peuplements forestiers et les systèmes dunaires» en première partie. En pratique, cela revient à :

- régénérer naturellement les peuplements de pins très âgés (ne pas planter ou semer artificiellement, ne pas chercher à reboiser les « vides »),

- valoriser le potentiel feuillu négligé auparavant, chênes notamment mais aussi les mini boisements hygrophiles spontanés des combes les plus humides, qui forment dans cet ensemble un intéressant contraste,

- éclaircir vigoureusement les pinèdes pures issues de l'incendie et laisser le sous-bois se « salir »,

- ménager des îlots de vieillissement où l'on n'interviendra pas du tout.

IV - Contrarier ponctuellement l'évolution forestière pour optimiser la biodiversité

Si riche soit elle, la dynamique forestière peut elle-même devenir un facteur d'uniformisation (relative) puisqu'elle tend inéluctablement à conquérir les espaces non boisés qui diversifient les structures végétales et élargissent la gamme des « habitats » forestiers et associés. Si on laissait faire, ils finiraient tôt ou tard par se fermer, sans pouvoir se « déplacer » dans les coupes de régénération, leur flore (et leur faune) n'ayant pas, en quelque sorte, d'antécédents forestiers.

Les espaces ouverts des Combots d'Ansoine sont liés pour la plupart aux dépressions influencées par la remontée hivernale de la nappe phréatique ; ils ont aussi en commun d'avoir été parcourus par l'incendie en 1976 puis reboisés, sans succès, en pin ou peuplier selon la microtopographie. Ils présentent cependant des caractéristiques variées résultant de leur passé plus lointain et de leur situation par rapport aux différents cordons dunaires : simple clairière ou trouée localisée dans un jeune peuplement, espace prairial ayant eu un usage agricole ou pastoral jusque vers le milieu du 20ème siècle, lande à bruyère…

Après une période de latence de près de 20 ans qui les a vu apparemment fort peu évoluer, si ce n'est dans le développement des lisières, ils connaissent presque tous une puissante accélération de la reconquête ligneuse. La lutte doit donc s'organiser, en s'adaptant au fonctionnement biologique de chaque type de milieu.

Dans un autre registre, cet objectif concerne aussi les points d'eau. Simples trous creusés dans le sable à des fins cynégétiques et alimentés directement par la nappe, ils ont ici valeur de précieuse rareté pour leur végétation aquatique oligotrophe et pour l'accueil d'odonates et amphibiens (entre autres). Encore faut-il qu'ils ne s'étouffent pas sous l'ombre des aulnes.

V - Accueillir le public sans l'exposer au risque d'incendie

Le problème de la pression anthropique dans la dune boisée concerne surtout la frange littorale, et relève donc plutôt de la conservation des dunes non boisées… sauf en ce qui concerne l'appréhension du risque incendie.

Les tendances méditerranéennes du climat local font de la forêt des Combots d'Ansoine une zone particulièrement sensible à l'incendie et dont les essences principales (Pin maritime et Chêne vert) présentent des caractéristiques aggravantes d'inflammabilité[2] et/ou combustibilité[3]. Or la période de sensibilité maximale correspond à la haute saison touristique, qui multiplie sur le site et alentour les incendiaires et les victimes potentiels.

Dans ces conditions la question ne se pose pas de savoir si le risque d'incendie peut être considéré comme admissible dans le cadre de la gestion « naturaliste ». Le Conservatoire a d'ailleurs équipé la forêt de pistes et citernes qui s'inscrivent dans le schéma DFCI[4] de la Presqu'île d'Arvert et bénéficie du système de guet. Mais inversement, les objectifs de cette gestion rejettent *ipso facto* toute idée de « sylviculture préventive anti-incendie », au-delà de l'obligation légale de débroussaillement le long des routes publiques et autour des habitations.

Le facteur primordial étant celui, bien assuré actuellement, de la rapidité d'intervention dès l'éclosion d'un foyer, les actions coûteuses et biologiquement désastreuses de sylviculture préventive (empêcher le feu de monter en cime) n'auraient de toute façon qu'un impact marginal.

[2] Facilité avec laquelle la végétation s'enflamme lorsqu'elle est soumise à une source d'énergie calorifique.
[3] Puissance de feu qu'une formation végétale peut alimenter, une fois enflammée.
[4] Défense des Forêts Contre l'Incendie ; dans la pratique, il s'agit surtout de protéger les populations (et les enjeux économiques) contre les incendies de forêt

COMPARAISON DE DIVERS SCÉNARIOS SYLVICOLES EN FAVEUR DE LA BIODIVERSITÉ EN FORÊT DUNAIRE DES COMBOTS D'ANSOINE

Christine Micheneau
Office National des Forêts – Division de La Rochelle
24 bis, rue de Norvège - BP 1187 - 17088 La Rochelle cedex 02
Tél. 05.46.67.80.80 - Fax : 05.46.34.62.37

Résumé :
Les dunes boisées en Pin maritime au XIXème siècle se sont fortement enrichies par recolonisation naturelle des chênes. A partir de l'exemple de la forêt dunaire des Combots d'Ansoine (propriété du Conservatoire du Littoral sur la côte charentaise) des pratiques sylvicoles adaptées à cette nouvelle situation sont proposées. Des dispositifs d'expérimentations et de démonstration concernant trois des principaux problèmes ont été implantés, des enseignements généralisables aux dunes atlantiques en découlent.

- Renouvellement des vieilles pinèdes à sous-étage de chêne : la coupe rase par petites unités répond bien aux attentes multiples (paysages, biodiversité...), la conservation du sous-étage n'est pertinente que pour les bouquets bien constitués.
- Fourrés de régénération : une intervention tardive et sélective suffit pour sauvegarder un mélange équilibré de Pin et de Chêne, une attention particulière est portée aux essences « minoritaires ».
- Eclaircie des taillis de chêne vert : les cépées répondent bien à l'éclaircie forte et au balivage, cette opération non coûteuse, si l'on attend que les produits soient utilisables en bois de feu, est également favorable à la diversité biologique. En règle générale, on doit éviter d'intervenir partout de la même façon afin de diversifier aussi la structure des peuplements.

Abstract :
The dunes planted with Maritime Pine in the 19th century have been enriched by natural recolonization by oaks. Based on the example of Les Combots d'Ansoine dune forest (a French Coastal Conservancy property on the Charentes coast), this article puts forward forestry practices better suited to the new situation. Experimentation and demonstration facilities have been set up to tackle three of the main problems encountered, with results that can be generally applied to Atlantic dune environments.

- Renewal of the older pine groves with oak understoreys: cutting off at ground level in small areas helps meet multiple expectations (landscape, biodiversity, etc.) and the understorey need be conserved only in well-constituted clusters.
- Thicket regeneration: late, selective intervention is enough to safeguard a balanced mix of pine and oak, with particular attention paid to "minority" species.
- Thinning out of evergreen oak copses: the coppiced trees respond well to heavy thinning out and staddling. This operation is inexpensive if the products can be used as firewood and also favours biological diversity. As a general rule, performing the same work everywhere should be avoided so as to diversify stand structure also.

INTRODUCTION

Accompagner la dynamique naturelle ne signifie pas qu'on doive renoncer à la sylviculture. Même lorsque la logique de production passe au second plan, elle reste nécessaire pour concilier la conservation des habitats forestiers et l'agrément des populations (détente, qualité des paysages, sécurité…) dans des conditions économiques réalistes.

Le pin maritime était, lors des grands travaux de fixation des dunes au XIXème et début du XXème siècle, la seule essence capable de s'adapter aux conditions très pauvres et sévères du milieu et de s'y régénérer naturellement. Sa résine, exploitée pour la térébenthine, sa croissance rapide, son port relativement droit et son bois valorisé en menuiserie ou dans l'industrie papetière lui valurent en outre une réputation d'« or vert ». Certes son sous-bois se peupla très progressivement de chênes, mais leur conformation torsadée,

sinueuse et branchue ne permettait guère qu'une utilisation en bois de feu. Tout concourait donc à privilégier la sylviculture du pin.
Lorsque le gemmage périclita, ce choix ne fut pas remis en cause car le pin des forêts dunaires, quoique moins performant en croissance que dans les Landes, conservait d'honorables débouchés dans l'industrie du bois et ne nécessitait généralement pas de gros investissements : il se régénérait naturellement après coupe rase, moyennant extraction préalable du sous-étage et griffage de l'humus jusqu'au sable nu pour faciliter sa germination. En forêt privée[1] des Combots comme dans les forêts domaniales avoisinantes, la sylviculture du pin maritime se rationalisa : dégagement des semis contre la végétation concurrente, dépressage des fourrés avec élimination des sujets mal conformés, puis éclaircies périodiques jusqu'à l'âge de récolte définitive fixé vers 70 ans.

Mais cette sylviculture « classique », qui correspondait bien au stade post pionnier sur dunes récemment fixées ou, plus tard, sur sol incendié, s'accommode plus mal de la maturation forestière qui s'ensuit et qu'on constate aujourd'hui. Elle exige des interventions de plus en plus fréquentes, intenses et coûteuses pour retrouver des conditions pseudo-pionnières nécessaires à la régénération massive du pin maritime : travail du sol, semis de complément, dégagements contre les recrus de chêne, etc. Ne fût-ce que d'un simple point de vue technique, il est donc nécessaire de s'adapter d'autant que, dans le même temps, le différentiel économique entre les pins et les chênes, même médiocres, s'est réduit.

D'où l'idée de se donner de nouvelles références pour concevoir une sylviculture plus extensive qui s'appuie sur la dynamique forestière plutôt que de chercher à la combattre.

I - Dispositif de démonstration : divers types de coupes de régénération

Malgré le rajeunissement brutal infligé par l'incendie de 1976 sur deux tiers de sa surface, la forêt des Combots recèle de très vieilles pinèdes, déjà surannées au moment du sinistre[2] et dont le renouvellement désormais urgent est socialement assez délicat : elles forment en effet un noyau homogène dans un secteur très fréquenté au carrefour de plusieurs voies départementales.

Peuplement	Pinède de 100-120 ans présentant des signes de sénescence, à sous-étage clair et irrégulier de chêne vert. Peuplement et conditions stationnelles (cordon prélittoral et en partie la lette juste à l'arrière) aussi homogènes que possible
Objectif sylvicole	Assurer rapidement et économiquement une régération naturelle mélangée feuillus/résineux en limitant son impact paysager
Scénarios sylvicoles	Quatre scénarios ont été mis en place sur des surfaces de l'ordre de 1,5 à 3 ha, sans répétitions. Pour les feuillus, on compte à la fois sur les rejets et les semis pour la régénération. CR : coupe rase classique pratiquée dans la région (étage pricipal et sous-étage) CS : coupe rase de l'étage pricipal avec maintien du sous-étage feuillu CP : coupe rase par parquets de 30 à 40 ares CE : coupe de régénération progressive, avec recépage du sous-étage à l'ensemencement
Observations et mesures	Les observations sont réalisées sur 20 placettes circulaires uniformément réparties dans chaque modalité. Le centre des placettes est permanent (borne) et leur surface adaptée à la variable étudiée. Pricipales mesures : • État inital et suivi du peuplement à régénérer : inventaire en plein de l'étage principal et par échantillonnage du sous-étage • Suivi par échantillonnage de la régénération (densité, composition, hauteur dominante) • Suivi floristique : inventaire des espèces présentes et fréquence selon coefficient d'abondance/dominance de Braun-Blanquet sur les 20 placettes avec un diamètre de 10 mètres
Installation et état inital	Inventaire peuplement : octobre 1997 Relevés floristiques : juin – juillet 1997
Exécution	Coupes : hiver 97-98 (+ finitions jusque fin 98), selon modalités ordinaires de gestion, les spécificités de chaque sénario figurant simplement aux clauses particulières de la vente correspondante
Relevés	Après 2 saisons de végétation : Peuplement, régénération : janvier 2000 Suivi floristique : avril – mai 2000

I.1 - L'état initial a montré des différences de peuplements :

- **Dans la structure de la futaie** (= pins maritimes Ø ≥ 15cm) dont la surface terrière augmente de presque 45% de CR à CE en passant par CS et CP ; noter que CR et CS, moins proches du littoral, ont pu faire l'objet d'éclaircies plus fortes et que les signes de sénescence y sont importants (gros pins morts non inventoriés). La structure est moins régulière en CS et CP qu'en CR et CE. Enfin, la hauteur domi-

[1] Rappel : le Conservatoire du Littoral n'en est devenu propriétaire qu'à partir de 1978
[2] Criblées de mitraille lors des combats de la « poche de Royan », l'ancien propriétaire hésitait à les exploiter (risques au sciage)

nante est plus faible pour CP (16,6 m) que pour les autres scénarios (≈ 20m) avec une forte incidence de la topographie : la surface de la canopée est beaucoup moins accidentée que celle du sol !

- **Dans la composition du sous-étage** (pins maritimes Ø < 15cm et autres essences) **et des semis :** large prédominance du chêne vert partout, mais quasi absence des chênes caducifoliés en CP et CE, alors qu'au contraire la part du pin maritime y est plus importante qu'en CR et CS. On peut y voir un « effet littoral » : facteurs pédoclimatiques, éclairement latéral et piétinement touristique estival. Par ailleurs, le sous-étage de CE est assez peu développé (car dominé par une futaie plus fournie ?) ; CP présente la même tendance en moins prononcé et, à l'opposé, CR a un sous-étage plus dense et plus diversifié.
- **Dans la composition floristique** : les recouvrements globaux s'équivalent ; toutefois, en situation littorale (CP et CE) les strates herbacée et arbustive sont plus couvrantes (effet lisière ?). Le nombre moyen d'espèces est de 15 ou 16, sans différence significative entre scénarios, mais l'Analyse Factorielle des Correspondances met en évidence des variations de composition liées à leur répartition sur le terrain (distance au littoral, situation géomorphologique).

I.2 - Etat après les coupes, 2 saisons de végétation et une tempête :

Pour les scénarios CS et CE, les relevés, réalisés peu après la tempête du 27/12/1999, ont extrapolé l'état avant tempête avec annotations appropriées sur l'état réel.

- Ne subsistent plus en CS que l'ancien sous-étage et les pins morts laissés sur pied. Malgré une exploitation très soignée, beaucoup de tiges ont un aspect souffreteux et/ou des blessures plus ou moins sévères (une branche cassée qui n'exige pas le recépage de la tige n'est évidemment pas élaguée). La tempête n'y a fait que peu de dégâts mais a aggravé la situation, notamment en renversant des brins ou cépées parmi les plus gros.
- En CP, chacun des deux parquets (0,35 à 0,4 ha) présente l'aspect d'une coupe rase à la bordure influencée par le couvert du peuplement environnant ; mais l'un d'eux, implanté face à la coupe d'ensemencement, bénéficie d'un éclairement latéral "parasite". De plus, la tempête a rendu quelque peu transparent le peuplement conservé. Si on ajoute que la différence de surface entre coupe rase "normale" et parquet n'est, dans la conception, pas très discriminante, il faut admettre que cette modalité ne sera pas très démonstrative.
- En CE, le prélèvement de la coupe d'ensemencement représente 40,1% de la futaie initiale en surface terrière. La tempête de décembre 99 a réduit des deux tiers le peuplement conservé, ne laissant plus sur pied que des arbres très clairsemés et altérant la structure du recru.

I.3 - En synthétisant l'ensemble des observations et mesures, on peut constater que :

- Le grand bénéficiaire des coupes de régénération est le chêne vert (rejets et semis), qui devance de beaucoup le pin maritime, ce qui confirme la forte dynamique feuillue.
  Par rapport à l'état initial, le **chêne vert** est stable ou progresse légèrement en nombre de cépées mais rejette très vigoureusement avec 11 tiges par cépée en moyenne (contre 3,5 à 4 au départ) sauf en CS où il n'y en a que 4 par cépée, préexistants inclus. L'ensemencement est très important mais assez factice : les semis apparents sont souvent des repousses sur rejets traçants aplatis au sol par l'exploitation, ce qui explique l'émergence triomphale en CS. Le distinguo est malaisé et d'ailleurs inutile puisque ces pousses s'affranchissent sans problème. **L'ensemencement en pin** est notable mais pas explosif. Il a bizarrement régressé en CE, où il passe de presque 500 semis/ha au départ à environ 300/ha ; le retard des finitions de coupe y est probablement pour quelque chose, et cette « anomalie » apparaît comme un simple accident de parcours.
- Dans la coupe rase (CR), la régénération par semis est abondante et bien diversifiée ; elle y est accompagnée d'un recru vigoureux, certes dominé par le chêne vert, mais où les chênes caducifoliés sont bien présents.
- Dans la coupe d'ensemencement (CE) elle est, à l'opposé, assez faible et peu diversifiée, encore qu'il faille relativiser par la quasi-absence initiale des chênes caducifoliés ; le recru, exclusivement de chêne vert, est un peu moins abondant.
- Dans la coupe rase conservant le sous-étage (CS), elle reste assez bien fournie en pin maritime mais très dominée par le chêne vert ; avec les pré-existants et le recru, le peuplement reste varié non seulement en structure mais aussi en composition ; malgré tout, les sujets de franc-pied (H ≥ 0,3 m), qui se comptaient au départ à 1 800 brins/ha mais n'avaient pas forcément un port d'arbre invitant l'exploitant à les épargner, sont tombés à 320/ha environ.

Quant au robinier, espèce naturalisée non autochtone jugée indésirable[3], il explose partout sauf en CR (d'où il était initialement absent) par drageonnement. De plus, la croissance de ses drageons supplante celle des rejets de chêne vert. Le recru et les semis "légitimes" sont donc exposés à la concurrence de cet envahisseur dont le couvert est cependant assez léger. A suivre avec attention.

Enfin le suivi de végétation montre qu'en CS et CE la tempête a ramené le couvert arboré (H ≥ 6m) à 14% alors que les coupes l'avaient maintenu respectivement à 23 et 28% : l'impact est donc important mais ne compromet pas le dispositif. Le recouvrement arbustif a diminué globalement de moitié ; en CS, il est moins dû au recru qu'à la strate arbustive préexistante. La strate muscinale, le plus souvent épaisse et continue à l'origine, a manifestement souffert des coupes, surtout en CR et CP ; mais la strate herbacée s'est enrichie, pour les scénarios CE (+20%) et surtout CP et CR (+31%), de nombreuses espèces héliophiles et/ou rudérales. En CS, l'ex sous-étage limite ces "perturbations".

I.4 - Sans négliger les faiblesses du dispositif, on peut conclure que :

- La coupe rase, malgré un ensemencement apparemment timide au départ, confirme sa pertinence non seulement pour la régénération du pin maritime mais aussi pour celle des chênes ; elle permet aussi un recru énergique et diversifié. Son impact visuel est d'autant plus acceptable qu'elle s'exécute sur de petites unités (environ 2 ha à 5 ha) délimitées par les éléments du relief dunaire. Le dispositif de traitement des fourrés de régénération confirme aussi ce potentiel (voir ci-après).
- La coupe rase par parquets n'est ici qu'une variante mal individualisée.
- La coupe d'ensemencement (qui sera suivie de coupe définitive, sans coupe intermédiaire faute de ressource et d'intérêt sylvicole), ne semble pas égaler l'efficacité de la coupe rase sur l'abondance et la diversité de la régénération (+ recru). Elle atténue la transformation floristique (ce qui a priori ne présente pas d'intérêt particulier dans la perspective d'une optimisation de la biodiversité) sans toutefois contenir l'explosion du robinier. Mais elle peut constituer une alternative sociale à la coupe rase dans des cas sensibles : elle est bien reçue par le public qui apprécie d'emblée son paysage de pinède claire puis, à la coupe définitive (cf. expérience acquise en forêt domaniale d'Oléron), perçoit mieux la logique de renouvellement forestier que dans le cas de la coupe rase.
- La coupe rase conservant le sous-étage n'est pas un modèle à généraliser dans le cadre d'une sylviculture extensive soucieuse de biodiversité. L'ancien sous-étage qui fait le peuplement relais est inesthétique et souffreteux : négligé par la sylviculture antérieure, malmené par l'exploitation de la futaie et, juste après, sensible à la "crise d'isolement" et/ou aux coups de vent. Son couvert n'empêche ni la régénération (sans égaler le potentiel de la coupe rase) ni le recru dont il limite toutefois le nombre de brins par cépée, ce qui n'est pas forcément un inconvénient ; il maintient une relative stabilité floristique sans pouvoir empêcher l'invasion du robinier.

Le potentiel de renouvellement reste donc très correct, mais la contrainte pour l'exploitant est trop dissuasive, le résultat paysager est trop discutable et surtout les perspectives de conduite ultérieure du peuplement sont trop complexes pour qu'on préconise ce type de coupe. Deux possibilités, dont le choix n'est pas encore arrêté :

1) le sous-étage n'est conservé que pour la transition paysagère et on le recèpe lorsque le recru s'est bien étoffé : difficile et probablement coûteux ;
2) le sous-étage conservé devient l'ossature du futur peuplement, que viennent compléter les nouveaux semis (et rejets) : perspective séduisante mais hasardeuse, nécessitant un travail fin et coûteux de désignation/éclaircie parmi les préexistants en plus du dépressage de l'étage sous-jacent, qui lui-même doit être adapté.

II - Fourrés de régénération : savoir être patient

Lorsqu'il s'est interrogé sur ses objectifs de gestion, le Conservatoire du littoral, propriétaire des lieux, a suspendu pour plusieurs années les travaux sylvicoles aux Combots d'Ansoine ; de petites zones très dépérissantes de vieille futaie ont ainsi été livrées à elles-mêmes après coupe rase, offrant quelque 7 ans plus tard un terrain d'observation inespéré.

[3] d'autant que les conditions stationnelles trop sévères ne lui permettent pas de dépasser un stade arbustif incommodant et sans intérêt économique.

Peuplement	Fourré irrégulier et mélangé à dominante de chêne vert, pin maritime et chênes caducilofiés (par ordre d'importance) issu de la coupe rase d'une futaie de pin maritime fin 1990 et n'ayant fait depuis l'objet d'aucune intervention.
Objectif sylvicole	Conduire un mélange équilibré entre les essences en minimisant les interventions.
Scénarios sylvicoles	Deux scénarios ont été mis en place après cloisonnement sylvicole à 6 mètres : - Témoin = sans intervention - Dépressage = détourage d'au moins 1500 brins d'avenir/ha en travaillant en priorité en faveur de l'essence minoritaire (la plus menacée). On choisira donc par ordre de préférence décroissant intégrant leurs dynamiques respectives : les chênes caducifoliés, le pin maritime et le chêne vert. Le détourage est ici défini comme la coupe « rez-terre » de tous les concurrents touchant le brin d'avenir dans son tiers supérieur.
Observations et mesures	Les observations sont réalisées sur 20 placettes de 18 m² uniformément réparties dans chaque modalité. La placette est une bandelette de 3 mètres de large limitée par deux cloisonnements sylvicoles dont un des angles est permament (borne). Principales mesures : - État inital et suivi du fourré : densité, composition et hauteur dominante - Suivi floristique : inventaire des espèces et fréquence selon coefficient d'abondance/dominance de Braun-Blanquet
Installation et état inital	Cloisonnement (repérage, accessibilité) : décembre 1997 Relevés (peuplement + flore) : décembre 1997
Exécution	Dépressage : hiver 97/98
Relevés	Après 2 saisons de végétation (et réouverture partielle du cloisonnement) : - Peuplement, régénération : janvier 2000 - Suivi floristique : avril 2000

II.1 - État initial

Malgré les précautions d'implantation, on observe encore des différences de peuplement entre les 2 scénarios avant l'intervention : le chêne pubescent (cépées et franc-pieds) est mieux représenté dans le témoin, et le diamètre moyen des brins de chêne vert y est plus faible que dans la partie à dépresser. En revanche, l'inventaire floristique ne montre pas de différence notable (recouvrement et diversité).

II.2 - Résultats après intervention et 2 saisons de végétation

Consignes supplémentaires pour le repérage de tiges à détourer : en cheminant sur le cloisonnement (largeur ≃ 2 m) qui sépare le fourré en bandes d'environ 4 m de large, on s'arrête tous les mètres pour choisir dans la demi bande de part et d'autre, et s'il s'en trouve, un brin bienvenant de franc-pied ou affranchi (voire un rejet individualisable). La densité maximale de ce dispositif, s'il n'y avait pas de "vides", serait de 3 300 brins d'avenir /ha.

Globalement, le dépressage a fait considérablement... augmenter le nombre de brins/ha, en raison d'un fort recru après l'intervention. Mais le nombre des brins les plus forts a très logiquement baissé (cf. nature de l'intervention). Le témoin manifeste au contraire une légère diminution dont les causes sont biologiques (concurrence et mortalité naturelles) et extérieures (réouverture du cloisonnement, difficulté d'échantillonnage).

Pour mieux rendre compte de l'opération et faciliter le suivi ultérieur, on a introduit, en plus du dénombrement des cépées et des brins (en cépée, de franc-pied ou affranchis) par catégorie de diamètre, une stratification en étage principal et "sous-étage" en fonction de la hauteur dominante (H_0) de la placette, calculée d'après la mesure des 2 plus grands rejets et 2 plus grands franc-pieds :
Etage principal = brins de hauteur ≥ 1/2 H_0 et "sous-étage" = brins de hauteur < 1/2 H_0

Grâce à quoi on observe que :

- Le témoin comporte plus de cépées et franc-pieds, avec un diamètre dominant des brins de cépée notablement plus faible (chêne vert), que la partie dépressée.
- Par rapport au témoin[4], le scénario dépressage aboutit à une strate dominante fortement éclaircie (réduite de moitié, soit 2 000 tiges/ha environ) et composée de brins plus forts (chêne vert surtout) grâce à l'intervention.
- Malgré les consignes, la diversité des essences est meilleure dans le témoin que dans la partie dépressée (chênes caducifoliés mieux représentés par rapport aux chênes verts et pins). L'intervention n'a pas corrigé cette tendance, déjà remarquée à l'état initial, probablement faute de brins recrutables parmi les chênes pédonculés et pubescents (problème de conformation).
- Si le sous-étage est plus fourni et moins diversifié (forte aptitude du chêne vert à rejeter) dans le scénario dépressé que dans le témoin, il recèle un potentiel pin maritime qui, bénéficiant indirectement de l'opération, est en passe de compléter l'étage dominant.

[4] pas de comparaison possible avec l'état initial, la stratification n'ayant pas été faite au départ.

II.3 - Conclusions

Le fourré obtenu 7 ans après coupe rase est très satisfaisant, alors qu'après 3 ou 4 ans les forestiers avaient plutôt un sentiment d'échec et auraient souhaité procéder à un dégagement + plantation (pin maritime) de complément.

Ce type de dosage extensif, même effectué tardivement, permet de limiter les dépenses et d'orienter le massif vers un mélange dont la densité et la composition varieront selon les situations.

Il nécessite l'ouverture de cloisonnements (pénétrabilité de la parcelle pour contrôle de la régénération et intervention sylvicole) : l'impact paysager est fortement atténué par l'effet du relief, lequel a cependant l'inconvénient, lorsqu'il est très tourmenté, d'augmenter le coût de l'opération. Noter malgré tout que le nombre d'interventions (dégagements) est fortement réduit et qu'en situation "ordinaire" on n'est pas tenu à une rectitude ou un parallélisme absolus.

Ici, le principal effet du dépressage est l'individualisation des tiges de chêne vert et on peut s'interroger sur la possibilité de le faire plus tardivement encore. Mais si on cherche à optimiser le mélange, c'est le sort des essences minoritaires, en l'occurrence pin et chênes caducifoliés, qui conditionne la réponse : intervenir plus tardivement diminuerait encore la ressource en brins recrutables.

Cette technique de dépressage est utilisée avec succès dans d'autres zones récemment régénérées aux Combots d'Ansoine et ouvre d'intéressantes perspectives d'adaptation sur l'ensemble du massif de La Coubre dans le cadre de la restauration des peuplements sinistrés par la tempête du 27/12/99.

III - Dispositif expérimental sur les techniques d'éclaircie des taillis de chêne vert

L'incendie de 1976 n'a pas donné lieu qu'à de jeunes pinèdes monotones ; il a laissé dans les creux quelques trouées ou clairières qui d'ailleurs tendent aujourd'hui à se fermer et, surtout, il a transformé en taillis de chêne vert, avec rares pins disséminés et quelques chênes caducifoliés dans les combes, les « échecs de régénération »[5] que les forestiers, compte tenu de l'ampleur de la tâche après le sinistre, avaient renoncé à « reboiser ».
C'est l'occasion d'un essai sur la conduite du chêne vert, intégré dans la problématique qui vise à lui assurer une plus large place dans les forêts littorales du Centre Ouest tout en diversifiant les structures de peuplements : une des voies possibles est la constitution de futaies sur souche ou de taillis sous futaie, avec cette question : comment former des tiges bien individualisées à partir des taillis de chênes verts ?

Facteur étudié et modalités	On étudie la modalité d'éclaircie avec 3 niveaux d'intervention **T** témoin sans intervention **E** éclaircies progressives des cépées : sélection d'un brin d'avenir par cépée et enlèvement des tiges de l'étage principal ayant leur houppier à son contact, dans la cépée ou les cépées voisines ("détourage"). Une 2ème éclaircie de même type sera réalisée après 5 ans. **B** balivage d'un seul brin par cépée : sélection d'un brin d'avenir par cépée et enlèvement de tous les autres brins. Pas de 2ème intervention avant 10 ans.
Dispositif expérimental	3 modalités x 3 blocs (répétitions) fi 9 parcelles unitaires de 4 à 21 ares Relief tourmenté, mais hétérogénéité stationnelle comparable pour chaque placeau d'un même bloc
Échantillonnage et mesures	**Échantillon** = 10 cépées de chêne vert par parcelle unitaire : • vigoureuses, à 6 brins minimun et uniformément réparties avec dispersion topographique comparable entre modalités d'un même bloc. • individualisées, numérotées, avec 1 brin d'avenir identifié (dans témoin aussi). **Mesures** = suivi des cépées échantillon, des brins d'avenir et de la végétation • cépée : inventaire en circonférence de tous les brins > 1,30 m et hauteur du plus grand rejet apparaisssant après coupe dans les modalités E et B. • Brin d'avenir : circonférence à 1,30 m, hauteur 1ère branche verte, hauteur 1ère fourche dans les 3 premiers mètres de tige et position dans la cépée (centrale, intermédiaire ou périphérique). • Inventaire des espèces présentes, fréquence selon coefficent d'abondance/dominance de braun-Blanquet, et recouvrement par stades en % sur landes de 2 m de large, portées à 5 m pour estimation du couvert arboré (H>3 m).
Installation et état initial	• Implantation (désignations, mesures initiales) et éclaircies : printemps 1998. • Relevé végétation : été 98.
Relevés	• Nouvelles mesures après 1 saison de végétation : automne 1998. • Après 2 saisons de végétation : février (mesure) et avril 2000 (végétation).

[5] Ou impossibilité de régénération spontanée du pin si les peuplements incendiés étaient trop jeunes pour fructifier

III.1 - Résultats

Avant les interventions, aucune différence n'apparaît entre blocs ou entre modalités, que ce soit au niveau des cépées échantillons ou des brins d'avenir. La cépée moyenne du dispositif compte 18 tiges de 20 cm de circonférence moyenne, soit une surface terrière par cépée de 0,054 m^2. Les brins d'avenir ont une hauteur moyenne de 7,3 m pour une circonférence de 34 cm ; ils sont en moyenne les 2èmes plus gros des cépées, et dans 51% des cas en position intermédiaire (centrale pour 32% et périphérique pour 17%). Malgré le soin de leur sélection, 46 % sont fourchus à moins de 3 mètres.

La strate herbacée est peu développée avec une couverture homogène de 10% ; la strate muscinale (essentiellement Hypne pur et Cladonie sp.) est très variable avec une couverture de 5% à 70%, mais sans différence moyenne entre modalités (30 à 40%).

Les interventions sont homogènes d'un bloc à l'autre pour une même modalité, et nettement différenciées entre elles : le prélèvement est de 40% de la surface terrière pour l'éclaircie (E), laissant en place 13 tiges par cépée pour une surface terrière de 0,032 m^2 ; il atteint 88% pour le balivage (B), la tige restante ne représentant que 0,006 m^2.

Après deux années de végétation, on constate une augmentation spectaculaire de croissance en circonférence des brins d'avenir Eclaircis et surtout Balivés (respectivement +75% et +173% !) par rapport au Témoin. **Toutefois, l'impact paysager du Balivage, satisfaisant au départ, se modifie sensiblement** avec l'apparition de nombreux rejets dont le développement ultérieur pourrait s'avérer préjudiciable à celui du brin d'avenir.La croissance en hauteur moyenne ne montre pas de différences significatives entre modalités ou entre blocs malgré de curieuses disparités. La hauteur de la première branche verte, qui évalue l'élagage naturel, régresse notablement avec la mise en lumière (-16 cm en E et –36 cm en B contre + 5 cm en T).

Le recouvrement a peu évolué depuis le premier relevé, sauf pour la strate arbustive de la modalité Balivage en raison des rejets. Mais le nombre moyen d'espèces a nettement augmenté dans les modalités Eclaircie et surtout Balivage, ce qui ne contredit nullement la stabilité du recouvrement de la strate herbacée et muscinale, très fortement influencée par le tapis de mousse. Au départ, certaines espèces vernales non identifiables et très marginales n'avaient pas été prises en compte ; le traitement, Balivage surtout, les a fait *exploser* et on a vu aussi s'installer des espèces héliophiles, rudérales ou de lisière, tandis que régressait par exemple la Céphalanthère rouge (espèce d'ombre).

III.2 - Démonstration complémentaire de "détourage" de chênes caducifoliés

Dans la même perspective de conversion, on étudie dans une autre parcelle de taillis l'impact du détourage sur la croissance et la qualité des chênes caducifoliés disséminés (de franc-pied ou affranchis). Ici, le suivi ne concerne que les tiges sélectionnées et non l'ensemble du peuplement.

L'échantillon est constitué 80 tiges sélectionnées dans un bloc unique et numérotées lors d'un parcours aléatoire dudit bloc. Ces *brins d'avenir* sont de préférence des sujets de franc-pied et, si nécessaire, des sujets affranchis voire susceptibles de s'affranchir après interventions. Les tiges impaires forment le témoin (T) et seules les tiges paires sont détourées (D). Pour éviter les interactions involontaires, les tiges sélectionnées sont distantes d'au moins 10 m les unes des autres.

Le détourage consiste ici à couper "rez-terre" les tiges dont le houppier est à moins de 1,50 m du tiers supérieur du brin sélectionné, dont la couronne se trouve ainsi bien *aérée* et mise en lumière.

Sont mesurés pour tous les brins, détourés ou témoins : circonférence à 1,30 m, hauteur totale, hauteur de la 1ère branche verte et statut (dominant, codominant, ou dominé) des franc-pieds et affranchis, ou position (centrale, médiane, ou périphérique) des brins en cépée. On a ajouté après coup une évaluation de l'importance des gourmands qui, faute de recul, n'a encore donné aucune indication exploitable. Pour les brins détourés, on note en outre le nombre, l'essence et la circonférence des tiges enlevées à leur profit.

Pour l'ensemble de l'échantillon, l'arbre moyen fait 30 cm de circonférence, 7 m de haut et sa première branche verte est à 1,80 m. On compte 61% de francs-pieds, en majorité codominants (53%, contre 22% de dominants et 25% de dominés), et 39% de brins en cépée dont la position est souvent intermédiaire (48%) ou centrale (42%), plus rarement périphérique (10 %). Malgré le protocole, la proportion de francs-pieds est significativement faible parmi les témoins, mais aucun n'y est dominé. Sur ces 80 chênes caducifoliés, 42 sont pubescents (dont 22 T + 20 D) et 38 pédonculés (dont 18 T et 20 D).

Le détourage a supprimé en moyenne, pour chaque arbre concerné, 6 tiges représentant une surface terrière (G) de 0,17 m^2. L'intensité moyenne de l'intervention (G enlevée/G détourée = 6,51) est donc forte. Après une saison de végétation, son impact est manifestement positif sur la croissance en circonférence, sans distinction significative entre chênes pubescent et pédonculé ; les autres valeurs (hauteur totale et 1ère branche verte) ne sont pas influencées.

Le statut social des tiges n'a quasiment pas évolué dans le témoin, mais il a très logiquement progressé chez les brins détourés, qui n'ont semble-t-il pas souffert de « crise d'isolement » : les dominés sont devenus co-dominants ou dominants, et une moitié des co-dominants est passée au statut dominant.

III.3 - Conclusions

Les premiers résultats sont encourageants et le dispositif, qui n'a pas trop souffert de la tempête de décembre 1999, reste riche d'enseignements à venir. Pour le taillis, la réaction immédiate de la modalité Balivage et, dans une moindre mesure, celle de l'Eclaircie, sont intéressantes. Ce type d'interventions semble répondre aux objectifs de l'essai et permettre une diversification de la structure des peuplements :

- **C'est une sylviculture extensive qui ne coûte pas** : aucun investissement depuis l'incendie, opération *blanche* dans le cas de l'éclaircie (conditions physiques d'exécution difficiles), et bénéficiaire dans celui du balivage. Consignes simples ne nécessitant pas de marquage préalable (hors expérimentation) pour les amateurs de bois de chauffage (excellent).

- Le taillis balivé, en particulier, réagit vigoureusement, mais le développement important des rejets (combustible potentiel, concurrence pour les brins sélectionnés) oblige à nuancer : dans la pratique, on retiendra des dosages d'intervention intermédiaires entre les deux modalités testées (compromis entre conditions d'exploitation et maîtrise du recru).

- **Ne pas intervenir partout, ni de façon trop homogène** : conserver des taillis en évolution libre (même impénétrables ou *inesthétiques*) pour diversifier les structures, et combiner avec le détourage de brins de franc-pied le cas échéant.

- Questions en suspens : - influence de l'âge de l'ensouchement initial sur la vigueur du taillis ?
  - quelle valorisation peut-on envisager à long terme ?

Pour les chênes caducifoliés, on peut s'attendre à un ralentissement de l'effet détourage sur la croissance en diamètre, et l'incidence sur les gourmands reste à évaluer. Mais, sous ces réserves, le détourage est une technique prometteuse (dans les combes), seule ou en combinaison avec l'éclaircie des taillis de chêne vert selon les proportions respectives. On peut espérer qu'à long terme, elle contribuera à l'amélioration (modeste) ou la diversification de la qualité des produits forestiers feuillus.

IV - Autres peuplements : des questions pour l'avenir

Comment conduire ultérieurement les peuplements mélangés issus des fourrés de régénération ? Le pragmatisme devra prévaloir, et il serait vain de vouloir modéliser trop tôt des situations qui seront de toute évidence variées. Dans certaines cuvettes de vieilles dunes paraboliques, le peuplement actuel en donne sans doute une illustration, l'ancien propriétaire ayant dû s'épargner des dégagements trop coûteux en relief difficile et contre un recru feuillu vigoureux : c'est devenu une vieille pinède claire dominant (de peu) un sous-étage de chênes sensiblement de même âge. Compte tenu des circonstances, notamment l'excédent de jeunes futaies (cf. incendie) qu'aggravera la régénération urgente de pinèdes surannées, on

a choisi de laisser vieillir ce peuplement aussi longtemps que possible en accentuant par l'éclaircie sa tendance spontanée à se transformer en futaie sur souche. Cela revient quasiment à renoncer au pin, bien moins longévif et qui ne s'installera pas en sous-étage du chêne. Dans un autre contexte, on aurait pu y ouvrir des trouées pour maintenir le pin, ou décider d'un âge de renouvellement commun aux chênes et pin (précoce pour les premiers et tardif pour le second) puis conduire la régénération vers une nouvelle futaie mélangée, un taillis de chêne sous futaie de pins ou ? ? ?, la réflexion est ouverte.

Quant aux jeunes pinèdes, leur structure actuelle ne laisse guère d'autre choix que d'y poursuivre la sylviculture « classique » du pin jusqu'à l'échéance de renouvellement, sauf à réaliser des éclaircies plus fortes en préservant scrupuleusement les rares chênes qui s'y seraient développés. La tempête de décembre 1999 a commencé le travail… un peu trop brutalement quand même !

MAINTIEN ET RESTAURATION DES MILIEUX OUVERTS ASSOCIÉS À LA FORÊT

Christine Micheneau
Office National des Forêts – Division de La Rochelle
24 bis, rue de Norvège - BP 1187 - 17088 La Rochelle cedex 02
Tél. 05.46.67.80.80 - Fax : 05.46.34.62.37

Résumé :
Dans le cadre de l'élaboration d'un plan de gestion conservatoire de la forêt dunaire des Combots d'Ansoine (Charente Maritime), propriété du Conservatoire du Littoral, des mesures particulières ont été prises pour conserver les milieux intraforestiers non boisés qui sont une des sources majeure de biodiversité.
Les actions concernent principalement les prairies, les creux humides, les landes et les lisières. Il s'agit le plus souvent d'éviter la colonisation totale par des formations forestières et de conserver des trouées de lumière.

Abstract :
As part of the work to formulate a conservational management plan for the Combots d'Ansoine dune forest in the Charente-Maritime, a french Coastal Conservancy property, special measures have been taken to preserve non-wooded environments within forests, which are a major source of biodiversity.
The actions mainly involved grassland, wet hollows, heathland and fringes. In most cases, measures were taken to avoid total colonization by trees and to preserve light-filled spaces.

Comme on l'a vu dans *les objectifs de la gestion conservatoire* arrêtés pour les Combots d'Ansoine, l'application de modèles sylvicoles extensifs s'appuyant sur la dynamique naturelle ne satisfait pas pleinement à l'optimisation de la biodiversité, objectif prioritaire du Conservatoire du Littoral.

L'idée de conserver, contre le boisement progressif spontané, les « clairières » plus ou moins vastes héritées de l'histoire mouvementée des Combots, n'est pas suspecte de pointillisme excessif puisque le site couvre près de 900 ha et s'inscrit dans un ensemble forestier public et privé bien plus vaste encore. Par ailleurs, n'oublions pas l'immense chantier qu'a été, du XIXème au début du XXème siècle, la stabilisation forestière systématique des dunes atlantiques : on rechercherait probablement en vain des milieux équivalents hors des grands massifs de dune boisée[1]. A l'issue d'une première évaluation patrimoniale, le plan de gestion transitoire de la forêt a isolé dans la « série d'intérêt écologique particulier »[2] ces espaces ne relevant pas de la sylviculture, et dont les règles précises de gestion restaient à établir après expertise des naturalistes (phytosociologues, entomologistes, ornithologues, herpétologiste…), lesquels ont parfois débordé du cadre pour aboutir aux principaux résultats suivants, qui intègrent la conservation des espèces remarquables.

La dune non boisée n'est évoquée ici que pour mémoire car elle est réduite par la géométrie de la côte et l'érosion marine, et ne se prête pas à une gestion fine de la frange forestière littorale : fréquentation touristique massive et proximité immédiate des routes publiques imposent une simple protection physique par l'organisation de l'accueil : diriger le public vers les passages spécialement aménagés en usant de clôtures basses bien tolérées et d'une information adaptée, cicatriser rapidement par couverture de branchages les zones dégradées exposées à la déflation. Jusqu'ici, cela a suffi au maintien des espèces végétales les plus remarquables, Silène de Thore et Linaire à feuilles de thym, même si l'état du milieu n'est pas absolument satisfaisant, en particulier pour les insectes.

Les zones prairiales : il ne reste pratiquement qu'une véritable prairie, façonnée vraisemblablement par le pâturage pratiqué jusqu'au milieu du XXème siècle sur le site. Cette prairie, située dans la lette maritime[3] au Nord-Ouest de la forêt, a subi l'incendie de 1976, puis celui plus localisé de 1984 avant d'être plantée en peuplier, ce qui lui a valu quelques fauches d'entretien. La strate herbacée conserve encore les caractéristiques d'une formation originale appartenant à l'alliance du *Thero-Airion* avec des espèces de dune grise, et juxtaposant des espèces hygrophiles à xérophiles selon la micro topographie et la profondeur

[1] d'autant que les dunes qui auraient échappé au dispositif ou en ont été « distraites » par la suite ont fait l'objet d'aménagements urbains et touristiques.
[2] La série d'intérêt biologique particulier intègre aussi les peuplements forestiers destinés à évoluer librement sans aucune intervention.
[3] selon la désignation présentée dans l'article « liaisons entre dynamique des peuplements forestiers et systèmes dunaires dans le massif des Combots d'Ansoine ».

de prospection racinaire ; elle est d'ailleurs ponctuée d'îlots spontanés de chêne, aulne et bouleau. Elle est aussi particulièrement intéressante par les populations d'insectes (orthoptères, hyménoptères, papillons…) qu'elle accueille. A partir des jeunes pinèdes de bordure s'étendent un manteau-lande envahissant (ajonc, bruyère à balais) et un ourlet en nappe à cistes qui pourraient étouffer respectivement les stations à *Rosa pimpinellifolia* et *Linaria pelisseriana*, plantes rares dans la région.

La singularité et l'intérêt de cette formation ont donc conduit à l'éradication des peupliers par coupe puis dévitalisation dans les zones les plus basses où ils aggravent très sensiblement la tendance à l'assèchement généralisé des combes observé depuis les années 70 ; on les a maintenus sur les bosses où ils végètent sans gêner vraiment, et pour conserver une structure favorable à certains insectes (notamment *Hololepta plana*, coléoptère à l'anatomie peu banale et inattendu ici).
Par la suite, on se propose de maintenir la prairie par fauchage en novembre (environ tous les 5 ans) avec des incursions dans la lisière pour contenir le manteau-lande et conserver (renouveler) l'ourlet à cistes en ménageant les espèces patrimoniales préalablement repérées.

Les milieux humides et les mares : Autrefois, jusque dans les années 1960, la remontée de nappe intéressait chaque hiver l'ensemble des lettes (maritime et continentale) où elle affleurait très régulièrement par endroits ; la toponymie en conserve le souvenir dans la « Combe à la barque ». Depuis les années 1970, les observateurs constatent l'assèchement des combes par abaissement du niveau de la nappe, sans pouvoir en cerner véritablement les causes : on parle, sans certitude, de pompages excessifs dans le marais voisin, dont on sait en tout cas que la gestion hydraulique a été profondément modifiée après la guerre pour abaisser les stagnations hivernales et accélérer le ressuyage printanier. Quoi qu'il en soit, les milieux véritablement humides des Combots d'Ansoine se réduisent désormais à de petites unités de l'ordre d'un hectare disséminées dans les combes les plus creuses de la lette maritime. Ils sont le plus souvent colonisés par des essences telles que l'aulne, le bouleau, le peuplier ou l'orme. Il ne s'agit donc pas ou plus de milieux ouverts, et il n'est pas question de chercher à les (r)établir comme tels, sauf à arbitrer entre la conservation des boisements hygrophiles (qui sont en soi des foyers de biodiversité au sein de la dune boisée) et l'éclairement des 8 mares[4] qui y ont été aménagées et perdraient l'essentiel de leur valeur biologique si elles devaient rester ou devenir trop ombragées[5].

Chacune de ces mares a fait l'objet d'un diagnostic et d'un schéma précis de réhabilitation dont on peut synthétiser les principes comme suit :
- approfondir la mare pour allonger la durée d'inondation, l'alimentation se faisant par la nappe,
- restructurer une partie des berges en pente douce pour obtenir une succession de communautés végétales selon le gradient de profondeur ; sur les sites les plus engoncés, cela double ou triple, voire plus, la surface de la mare,
- conserver le cas échéant une partie abrupte, inaccessible aux sangliers et pouvant servir de refuge à la faune aquatique,
- dégager les abords des ronciers ou buissons trop denses et uniformes, pour améliorer l'accueil de la faune en général et la connectivité entre le site de reproduction et l'habitat terrestre des batraciens, en évitant toutefois l'obstacle inverse que constituerait également un sol trop nu ou artificialisé,
- repousser la limite du boisement, au moins sur la bordure sud : l'éclairement de la mare améliore la colonisation par les plantes aquatiques (habitat de mare oligotrophe à characées), procure un terrain de chasse aux libellules adultes et attire la fréquentation d'autres insectes,
- interdire l'apport cynégétique d'argile (pour les souilles), qui dénature les mares en les eutrophisant, et éviter les agrainages exagérant localement l'impact brutal du sanglier sur le milieu… quand ils ne se transforment pas en champ de maïs !

Plus globalement, le diagnostic a également hiérarchisé les mares selon leur richesse et échelonné les priorités en conséquence, de manière à s'exercer d'abord sur les plus pauvres (les plus fermées) avant d'entreprendre, sur 2 ans si possible, la restauration des plus riches. Il a également défini des sites et priorités pour la création de mares nouvelles en réseau avec les mares actuelles les plus riches, de manière à conforter la prospérité des populations animales et végétales concernées.

Quatre mares ont ainsi été restaurées en hiver (entre novembre et mars, hors des périodes sensibles pour les espèces visées) en travaillant aussi finement que possible à la pelle mécanique, le déboisement étant effectué à la tronçonneuse avec façonnage sur place en rondins et enlèvement immédiat au grappin sur un chargeur. L'auteur du diagnostic a constaté avec satisfaction un début rapide de recolonisation par la

[4] dont 1 dans une enclave privée au sein du massif
[5] voir l'article « Particularités floristiques et faunistiques des dunes boisées, intérêt écologique des milieux associés »

végétation caractéristique et un résultat a priori favorable aux odonates amphibiens, même si le recul a manqué pour confirmer pleinement cette observation. Par ailleurs, les chasseurs ont accepté de renoncer aux apports d'argile, mais ils sont plus réticents sur la question de l'agrainage (les habitudes ont la vie dure), qui devrait se régler en 2003 à la renégociation du bail.

Le programme de restauration et création d'un réseau se poursuivra donc selon les moyens disponibles. En conséquence, les seuls boisements hygrophiles significatifs sont les quelques îlots qui subsistent à proximité de la maison forestière de La Palmyre. Cela n'empêche pas de veiller autant que possible à leur conservation, en éliminant notamment le peuplier, dont le pouvoir évapotranspirateur exagère artificiellement l'enfoncement de la nappe, voire les pins de bordure qui y contribuent aussi dans une moindre mesure, et en veillant à ne pas laisser s'installer le *Baccharis halimifolia*, arbuste exotique ornemental au comportement de peste végétale dans les milieux humides de la région.

La lande à bruyère a été identifiée depuis longtemps au Nord de la forêt en deux parties distinctes totalisant une vingtaine d'hectares : l'une occupe une grande partie de la « Combe à Garrot », dans la lette continentale[6] mais l'autre, quoique très voisine, occupe un peu plus au nord une cuvette entre les cornes de deux systèmes de vieilles dunes paraboliques. La remarque vaut d'être soulignée car si, pour autant qu'on puisse en juger, leur histoire au cours du siècle passé est sensiblement équivalente, leur dynamique végétale se différencie nettement. Dans les années 70/80, leurs structures paraissaient relativement semblables mais les sujets spontanés de chêne qui semblaient végéter dans la partie nord depuis de longues années ont fini par prendre le dessus avec une telle vigueur que le paysage de lande a fait place à une jeune chênaie. Force est de constater que cette partie a trop évolué pour que la lande puisse y être restaurée[7]. Par contre, si la combe à Garrot a connu elle aussi une accélération puissante de la conquête forestière, la bruyère a vieilli sans trop régresser car le couvert arboré y reste moins vigoureux, plus mélangé (chêne et pin) et très discontinu, manifestement lié à la microtopographie : il progresse avec plus de vigueur sur les « bosses » qui ne dépassent parfois que de quelques décimètres, du moins dans les secteurs qui n'ont pas été plantés de pin (au sud) ou peuplier (à l'ouest) à l'époque où l'on cherchait encore à « compléter les vides » qui subsistaient après l'effort de reconstitution consécutif à l'incendie de 1976.

La gestion adoptée vise à maintenir l'espace ouvert, et à redynamiser, augmenter et conserver la végétation de lande en éliminant les arbres qui, par leur couvert, empêchent le développement des bruyères, espèces héliophiles, et en rajeunissant la lande elle-même. On espère ainsi lui faire retrouver l'aspect d'il y a quelques dizaines d'années, où la bruyère cendrée qui, mieux que la bruyère à balais, caractérise l'état de lande, était beaucoup plus présente qu'aujourd'hui. En pratique, les interventions sont fortement tributaires de l'état initial (voir carte figure 1) et des contraintes techniques. Par ailleurs, toutes les interventions sont impérativement prévues entre fin octobre et début mars pour ne pas ruiner notamment les populations d'insectes et d'oiseaux.

Réduction de la strate arborée :
- Exploitation et évacuation des arbres entiers, si possible en une seule fois, sur l'ensemble de la surface, puis démontage et/ou broyage des houppiers sur une aire appropriée hors de la lande. Malgré les contraintes, ce pourrait être une opération blanche grâce aux pins valorisables, même petits, comme "sapins de Noël" : les effets de la tempête du 27/12/99 ont cependant obligé à différer l'opération).
- Dévitalisation des souches dans le cas des peupliers.
- Conservation possible de quelques bouquets de chênes, suffisamment distants pour ne pas entraver les entretiens ultérieurs, et avec un couvert bien inférieur à 20%.

Rattrapage préalable urgent de la lande trop évoluée (2000 à 2002) :
- Broyage du "taillis" inexploitable et de la lande vieillie malgré les contre indications[8], en évitant les parties claires (refuges orthoptères) ; c'est la seule technique efficace à un coût réaliste ; la première tranche a été réalisée au broyeur à marteaux : les résidus déchiquetés ne paillent pas le sol comme on aurait pu le redouter : après une saison de végétation, la structure a évidemment changé, mais le recrû y est aussi divers que le peuplement initial, sous réserve de compétition ultérieure.
- Procéder en deux temps si la répartition de la végétation le permet : broyage des bouquets de taillis pour permettre ensuite un travail à la barre de coupe.

[6] Selon la désignation présentée dans l'article « liaisons entre dynamique des peuplements forestiers et systèmes dunaires dans le massif des Combots d'Ansoine ».
[7] Elle rejoint l'ensemble environnant des "taillis sous futaie en évolution libre".
[8] Un débroussaillement à la lame avec évacuation des produits eût été infiniment préférable.

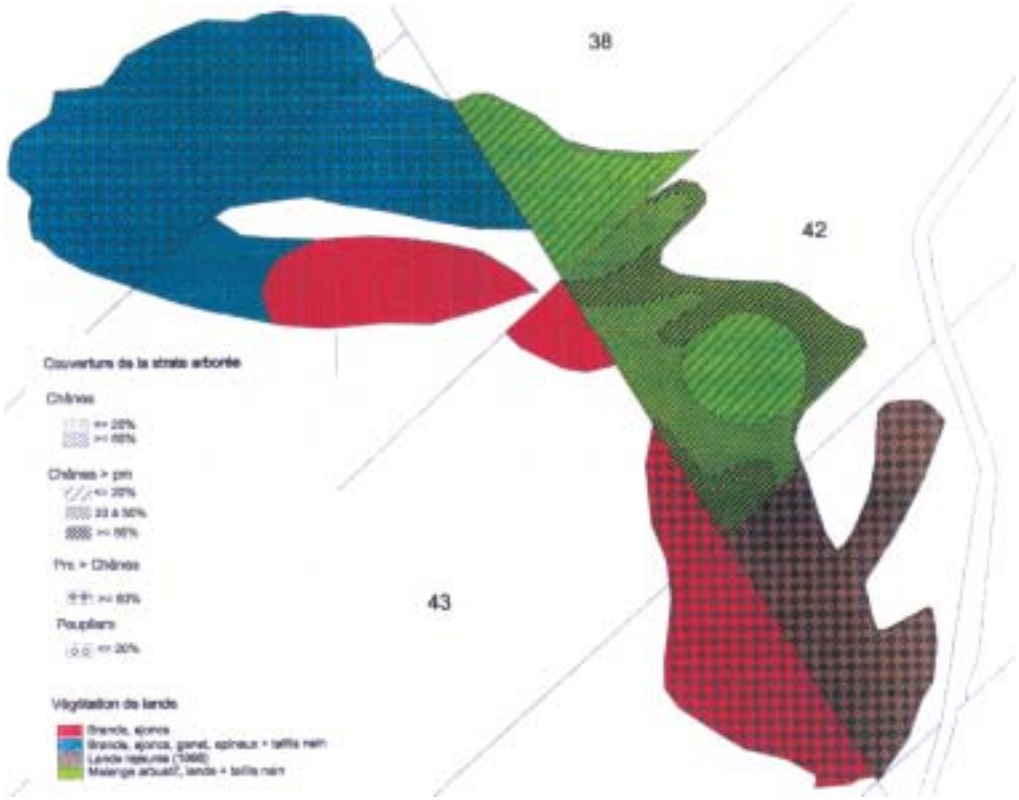


Figure 1 : lande des Combots d'Ansoine. état initial (2000) avant restauration.

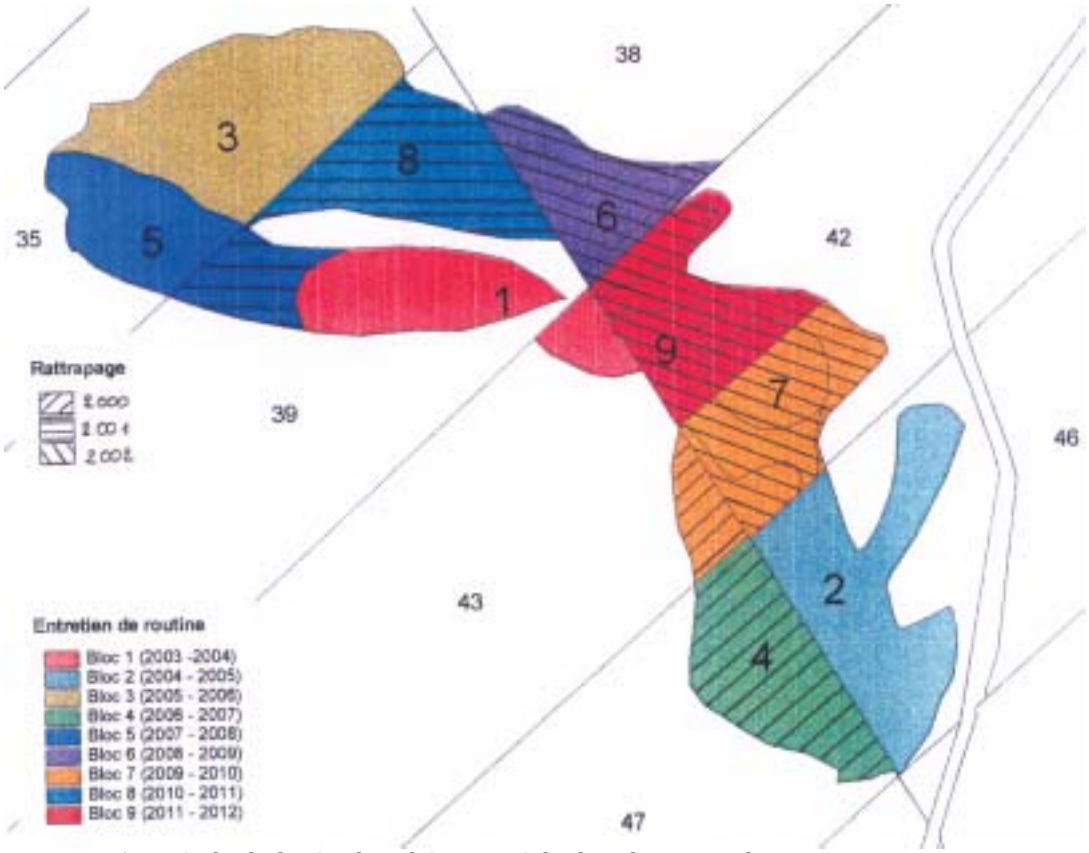


Figure 2 : lande des Combots d'Ansoine. Calendrier des travaux de restauration et gestion

Entretien périodique de la lande (à partir de 2003) :
Un essai malheureux de rajeunissement a été fait en novembre 1998, selon les indications les plus fines des biologistes : il s'agissait de couper la brande à la lame de débroussailleuse de la disposer en andains pour reprise et évacuation manuelle ultérieure (utilisation en palissades, travaux de dunes ou autres). Mais l'entreprise utilisatrice a dû renoncer (avant évacuation de la brande, hélas), le coût d'intervention et les problèmes d'écoulement, difficiles à prévoir faute de références, s'étant avérés prohibitifs. Les recommandations pour l'avenir sont de :

- Faucher tous les 10 ans à la barre de coupe (coût de environ 122 € HT/ha si les obstacles à contourner ne sont pas trop nombreux) et évacuer les produits[9] en bord de piste, d'où ils pourront être repris à la pince : la périodicité n'est encore qu'indicative dans la mesure où on manque d'observations quant à la réaction de la lande aux premiers travaux de restauration ; l'essai anticipé en 2000/2001 sur un secteur dispensé du rattrapage préalable s'est avéré très satisfaisant, tout en montrant les limites techniques de ce qu'était la conservation possible de bouquets d'arbres.
- Coupler autant que faire se peut avec les travaux de couverture de dunes pour limiter les frais : la protection des dunes des Combots n'étant pas susceptible d'absorber toute la ressource cette articulation se heurte à l'éloignement des chantiers des dunes domaniales de La Coubre ; le conditionnement en fagots, au demeurant coûteux, n'est absolument pas incitatif.
- Travailler en mosaïque, 1/10ème de la surface chaque année (voir figure 2).

Les jeunes taillis et pinèdes clairs se caractérisent par une formation d'arbres en faible densité entrecoupée de pelouses dans certaines combes de la lette continentale mal disposées à la recolonisation rapide par les feuillus et les pins après l'incendie de 1976. Ces discontinuités sont favorables à certaines espèces particulières dont beaucoup d'orthoptères parmi lesquels la précieuse *Empusa pennata*, et permet à la faune forestière de trouver des espaces ouverts qu'elle apprécie. En outre, ce type de formation, ouverte mais structurée par la présence d'arbres disséminés ou en bouquets, possède une forte valeur paysagère. La seule intervention prévue est de prélever la moitié des sujets, à l'occasion des coupes dans les peuplements environnants dont on éclaircira très fortement les lisières, pour entretenir l'aspect clairiéré et empêcher la fermeture du couvert. On évitera aussi d'y laisser des rémanents. A défaut de pâturage, qui serait, pour les entomologistes, la gestion idéale, il n'est pas nécessaire de faucher tant que les ligneux n'investissent pas les lieux.

Les lisières et accotements d'infrastructures : en restaurant l'ouverture des zones précédemment décrites, on travaille forcément en faveur des lisières, qu'on améliorera en échancrant ou en éclaircissant fortement, à l'occasion des coupes sylvicoles par exemple, la bordure des boisements riverains pour varier les structures et laisser se développer pleinement les formations de transition très favorables à certaines communautés d'animaux, notamment pour l'avifaune. Le même principe doit prévaloir pour certaines pelouses et lisières liées aux infrastructures mais néanmoins d'un grand intérêt botanique. Au sud, le long de la route départementale, il s'agit d'un ourlet nitrophile (lié à la très faible profondeur de l'antique rivage calcaire) qui, bon an mal an, se satisfait de l'entretien routier, mais souffre de la proximité trop abrupte du boisement. Dans le secteur de la lande, les accotements de route départementale, chemin d'exploitation et piste de secours incendie ménagent de remarquables pelouses, hébergeant notamment *Astragalus bayonensis* ou *Linaria pelisseriana*, qui doivent être entretenues à la manière des pare-feux, sans plus : on aérera les bordures boisées en tant que de besoin, les chasseurs devront renoncer à herser pour « faire le pied »[10], et un aménagement spécifique dissuadera la pratique ludique du raccourci par les 4x4 et le labour qui s'ensuit sur quelques centaines de mètres.

BIBLIOGRAPHIE

- Micheneau C. (1997). *Domaine des Combots d'Ansoine. Révision d'aménagement (1997-2006).* 66 pages et annexe. ONF Direction Régionale de Poitou Charentes.
- O.P.I.E. *Etude entomologique de la forêt des Combots d'Ansoine*. (1999). Office Pour l'Information eco-Entomologique de Poitou Charentes 59 pages.
- Defaut B. (1999). Pré-inventaire orthoptérique des Combots d'Ansoine (Charente Maritime) et orientation de gestion. 44 pages. (étude jointe à la précédente de l'OPIE).
- J.M. Thirion (1999). *Inventaire faunistique en forêt des Combots d'Ansoine*. SEPRONAS : Société pour l'Etude et la PROtection de la Nature en Aunis et Saintonge. 35 pages.
- Lahondère (1999). *Inventaire floristique de la forêt des Combots d'Ansoine*. 31 pages. Société Botanique du Centre-Ouest.

[9] Ou broyer avec système de récupération des résidus et valorisation en compostage ? Le choix est prématuré, l'engin testé dans la vaste lande du Pinail (86) doit faire ses preuves et les perspectives de compostage dans une installation industrielle proche n'en sont également qu'au stade expérimental. L'exportation du dispositif est donc encore aléatoire ; affiner d'ici -là la question de l'impact sur les orthoptères ?

[10] Même remarque que pour l'agrainage en bord de mare.

DES FEUILLUS DANS LA PINÈDE SUD AQUITAINE

Gilles Granereau
Office national des Forêts - Division de Dax
7, rue des Archers - 40.100 Dax
Tél. 05.58.74.07.27 - Fax : 05.58.74.58.12

Résumé :
La sylviculture du Pin maritime en Aquitaine a longtemps contribué au recul des espèces feuillues. Sans remettre en cause cette culture, des solutions ont été trouvées pour la diversification. Toute forêt de pins peut accueillir les feuillus dans une proportion ne remettant pas en cause la productivité globale ; les avantages tirés de ce parti sont nombreux : pour la faune, pour la flore, mais aussi pour la protection de la pinède (protection sanitaire et contre l'incendie…), pour le public (paysage, cueillette…).

Abstract :
Maritime pine forestry in Aquitaine has long contributed to the retreat of hardwood species. Without questioning the existence of the forestry industry, solutions have been found for diversification. Any pine forest can accommodate hardwoods in proportions that do not negatively affect overall productivity; this approach has many advantages: for the flora and fauna, but also in protecting the pines themselves (from disease, against fire, etc.) and for the public (landscape value, foraging, etc.).

La façade ouest de l'Aquitaine fait partie de la « série mixte atlantique du Chêne-liège et du Chêne pédonculé ». La forêt climacique serait donc à dominance de chênes, le Chêne liège ayant un rôle patrimonial particulièrement fort. Or, le Pin maritime (*Pinus pinaster*) a été grandement favorisé par l'homme. Sur presque un million d'hectares s'étend une forêt en grande partie vouée à la production de bois, une forêt essentiellement privée (90% de sa surface). La société en pleine évolution environnementale commence à reprocher cette « artificialisation ».

Le but de notre approche consiste à examiner – en se fondant sur de l'acquis – quelles solutions pourraient exister pour conduire certains peuplements forestiers selon une dynamique plus naturelle.

I - Rapide analyse du massif forestier littoral sud aquitain - Problématique des feuillus.

Nous resterons dans le « Marensin »[1]. Il s'agit d'une petite région forestière située entre l'embouchure de l'Adour et le courant d'Huchet, ne dépassant pas – ou peu – la limite des dunes anciennes à l'est. La région est caractérisée par une pluviosité forte (1100 à 1300 mm), par la proximité de l'océan atlantique, et par des températures moyennes élevées (13,5°), ce qui explique la durée de la saison de végétation, estimée en moyenne à 9 mois. Les sols sont généralement peu évolués, du sol squelettique aux sols podzoliques.

L'homme a largement favorisé le Pin maritime, pour fixer les sables mobiles des dunes littorales, mais aussi pour « assainir » les zones marécageuses. Cette action forte s'est déroulée au 19ème siècle. La conservation de la forêt, et sa pérennisation, sont incontestablement liées au rapport économique des terres vouées à la production forestière, selon des modèles sylvicoles faits initialement en vue de la production de gemme (résine), et aujourd'hui pour celle de bois de construction et d'industrie.

Les modèles sylvicoles de « production » permettent de mener une sylviculture relativement simple, extrêmement mécanisée, et offrant d'assez bonnes garanties en termes de rendement. On a coutume de dire que la productivité augmente de pratiquement 10% à chaque décennie[2]. Cependant, les impacts respectifs des différents modèles sur le milieu ont été peu étudiés. Il semblerait toutefois que la diminution de l'âge d'exploitabilité en deçà de 45 ans ne permette plus la reminéralisation – entre autres – des éléments essentiels à la croissance du Pin, comme le phosphore (sous forme d'acide phosphorique). Mais, au-delà de ces considérations purement écologiques, c'est de façon plus globale la « sylviculture de production »

[1] Ajoutons toutefois que nos préconisations pourront être extrapolées au minimum à l'ensemble de la bande littorale forestière des Landes, jusqu'à Arcachon. En particulier, la région forestière « Dunes Littorales Aquitaines » est largement concernée.
[2] Source : Inventaire Forestier National

qui est critiquée par une société qui – paradoxalement – semble plus attachée à une image de pinède pure (c'est-à-dire : entretenue par des actions répétées de débroussaillement) qu'à celle - plus « naturelle » - de forêt mélangée (c'est à dire : « sale » et mal « entretenue »).

Les réflexions pour développer d'autres modèles sylvicoles ne devront pas négliger l'aspect socio-économique de la forêt landaise.

Concepts de gestion et contraintes

La gestion appliquée par l'ONF dans les forêts publiques vise plusieurs objectifs :
- un premier, basé sur la production de bois, concerne plutôt la partie est des forêts littorales,
- un second, orienté vers la protection et la conservation,
- un dernier, définissant les conditions de fréquentation du public, ainsi que les mesures à prendre pour son éducation à l'environnement.

Les concepteurs d'aménagements forestiers de l'ONF cherchent une multifonctionnalité qui prend en compte chacun des ces aspects, dans l'esprit de la gestion « durable ». Mais s'il est aisé dans le discours de définir de tels objectifs, la mise en pratique suscite de nombreuses interrogations : le rapport (financier) sera-t-il affecté par les mesures conservatoires ? Comment mettre en œuvre les travaux sylvicoles ? Comment agir selon les structures forestières et les potentialités ?… Nous sommes ici au cœur du débat qui a toujours opposé la gestion de la forêt « cultivée » à celle de la forêt « naturelle »[3].

Sur quels critères choisir de valoriser les feuillus ?

Dans la plupart des cas, on est confronté à une situation héritée de la sylviculture (de production). La pinède est omniprésente, les parcelles bien « carrées », et le sous-étage à base de chênes peut être plus ou moins abondant et dynamique. L'absence de feuillus en sous-étage ne signifie pas nécessairement que l'on ne peut pas engager de diversification : bien souvent, les débroussaillages trop intensifs placent le cortège végétal naturel en position de survie, ce qui obligera à chercher les feuillus dans la strate arbustive, voire herbacée. Ceci rend difficile la « cartographie » des vocations (= objectifs), parcelle par parcelle. C'est la dynamique naturelle constatée lors de l'analyse qui permettra d'établir une première cartographie. Cette analyse est importante, et demande une approche naturaliste.
Divers critères (liste non exhaustive) justifient, dans un secteur donné, une action de valorisation des feuillus : zones d'armillaire (champignon pourridié des racines), bouquets ou peuplements feuillus existants, zones peu accessibles, fort relief, secteurs incendiés, ou touchés par un accident climatique notable (tempête…), échecs de régénération de Pin maritime, nécessité de protection contre les incendies (par création d'un écran de feuillus), fréquentation anthropique (tourisme, accueil général, chasse, activités de loisirs…)…

II - Des méthodes sylvicoles diversifiées selon les objectifs dominants

II.1 - Si l'on souhaite poursuivre une sylviculture de production

Lorsque, dans les zones de bonne fertilité, l'objectif de production de bois de Pin maritime est dominant, cela n'empêche pas d'envisager un infléchissement de la sylviculture, qui n'aura globalement que peu de répercussions économiques.

On favorisera le sous étage feuillu et le mélange en limitant l'intensité des débroussaillements mécaniques afin de permettre la « montée » des feuillus vers l'étage dominant. Il est préférable d'agir tôt , car si l'on prend un âge d'exploitabilité moyen de 50 ans, il ne s'agit pas d'engager cette logique lorsque les Pins auront 45 ans !. Le but recherché est d'obtenir au minimum une cinquantaine de pieds feuillus par hectare, qui seront exploités lors de la coupe rase (cette proposition peut susciter un débat : à mon avis, le recrû de feuillus ne doit pas provenir d'un ancien sous-étage, qui constituerait un peuplement étriqué et incomplet à terme). Deux types de situations peuvent se présenter : « montée » des feuillus en même temps que les Pins (si la densité des résineux s'avère insuffisante), ou dès que les Pins atteignent une quinzaine d'années (si leur densité est normale).

[3] En 1973, M. Louis Bourgenot – alors Directeur technique de l'ONF – écrivait déjà dans la revue forestière française N° 5 un article ayant pour thème : « forêt vierge et forêt cultivée ».

Photo 1 : FC de Moliets, parcelle 13. Régénération naturelle, au sein de laquelle pins et feuillus sont en mélange. Dans ce contexte, le peuplement objectif sera un peuplement mixte.*(G. Granereau)*

Photo 2 : FC de Seignosse, parcelle 23 : ici, les pins sont âgés (plus de 50 ans), et les chênes-lièges du sous étage relativement jeunes (25-30 ans). Ils sont plus développés dans les trouées, là où le pin a disparu (mortalités). *(G. Granereau)*

Photo 3 : FC de Seignosse. Chênes pédonculés qui se sont développés avec le peuplement de pins : à ce stade, le peuplement dominant est mélangé, les cimes des pins et des chênes étant à peu près au même niveau. *(G. Granereau)*

On favorisera le développement de bouquets feuillus. La présence de ces bouquets est fréquente, pour diverses raisons : dépérissement (armillaire ou autre), échec local de régénération, présence de palombières… Dans ce cas, la sylviculture sera conduite *au profit des minorités*[4] au sein du bouquet ; de plus elle ne sera pas intensive : on peut envisager un dégagement des feuillus vers 10/12 ans, puis passer à un cycle d'éclaircies sans débroussaillement préalable.

Photo 4 : Forêt communale de Moliets, parcelle 14. Peuplement mixte Chêne-liège et pédonculé, situé sur pente, en bordure d'un reboisement artificiel de pins au premier plan. Le peuplement feuillu d'une dizaine d'années pourrait faire l'objet d'un dépressage – dégagement. Mais ce n'est pas une obligation, il est possible de ne rien faire ! Une sous-unité « feuillus » de 0,51 ha est cartographiée dans l'aménagement.
(G. Granereau)

[4] Cette notion de « travail au profit des minorités » est due à Jean Favennec. Elle résume fort bien la façon de travailler, sans qu'il soit besoin pour l'expliquer de faire appel à des schémas ou à des normes.

Photo 5 : Messanges, hors forêt communale : après la coupe rase, quelques feuillus âgés ont été laissés ; des jeunes rejets (ou semis) apparaissent, et cet ensemble composera un bouquet feuillu. Autour, la production de pins peu être pratiquée. *(G. Granereau)*

On favorisera les haies forestières, sur les bordures de chemins, à proximité des fossés (attention : toujours penser aux récurages. Laisser un passage pour les pelles mécaniques !), voire sur les limites parcellaires et/ou périmétrales. Les haies forestières présentent un avantage comme rideau coupe-feux, mais aussi du point de vue sanitaire puisque elles stoppent la progression des maladies racinaires. Enfin, l'enrichissement en avifaune peut contribuer au contrôle des parasites du Pin maritime. Pour « créer » une haie, il suffit de diminuer progressivement ou rapidement (selon la densité de feuillus présents) la densité de pins (ou couper les pins sans débroussaillement préalable). En écologie, il est considéré qu'une haie atteint son optimum pour une largeur comprise entre 30 et 40 m. ; la présence de différents stades de développement est aussi à rechercher.

Photo 6 : FC de Seignosse, parcelle 33 : chemin bordé par une haie de feuillus d'âge moyen. La largeur est d'environ 40 m (haie + chemin). *(G. Granereau)*

II.2 - Si l'objectif de production passe au second plan.

Il sera alors plus facile de favoriser la dynamique naturelle. Cette situation prédomine dans la gestion des propriétés du Conservatoire du Littoral et des forêts littorales de première ligne gérées par l'ONF. La DILAM (DIrective Locale d'Aménagement) des dunes littorales de Gascogne fait ce choix pour les parcelles comprises entre la dune et la première parallèle à l'océan (à 1 km). Deux cheminements sylvicoles peuvent être proposés :

La parcelle est peuplée de Pins maritimes, et l'on envisage d'y effectuer une coupe de régénération. C'est un choix volontariste de régénération « forcée » (dans des conditions naturelles, les forêts se régénèrent seules). L'option présente toutefois l'avantage de pouvoir apprécier la résilience [5], à condition toutefois d'avoir limité auparavant les interventions mécaniques (débroussaillements, exploitation avec des engins lourds…) qui peuvent modifier sensiblement la dynamique végétale naturelle.

Une fois les Pins maritimes exploités, il ne sera pas nécessaire d'intervenir (sauf en débroussaillement DFCI le cas échéant) ni d'envisager dépressages, ou dégagements. Mais il est possible de programmer une

[5] La résilience est la capacité qu'ont les communautés végétales de se reconstituer après une destruction massive : une coupe rase peut être considérée comme une destruction des peuplements forestiers.

intervention sélective vers 10 ans, qui devrait être la seule nécessaire avant les éclaircies. Dans ce cas, le travail se fera au profit des essences minoritaires. Rappelons ici que si l'on opte pour un objectif feuillus, il ne conviendra en aucun cas de favoriser le Pin maritime par des débroussaillements préparatoires à la coupe rase, car nous voulons obtenir un vrai peuplement mélangé (ce que l'on nomme souvent peuplements mélangés sont en fait des pinèdes avec sous-étage feuillu).

Photo 7 : FC de Capbreton, parcelle 49 a : la coupe rase a été prévue dans l'aménagement, suite à une forte mortalité des pins (Armillaire). Il a été décidé d'engager un « vocation feuillus ». Une plantation « paysagère » a été faite, sans grand succès ; en fait, dans ce cas précis, la dynamique végétale suffit à reconstituer un peuplement feuillu naturel (Chêne pédonculé et Chêne-liège). *(G. Granereau)*

La parcelle est dominée par le Pin maritime, et l'on n'envisage pas de coupe de régénération. On cherchera à favoriser les feuillus, en vue d'obtenir un mélange. Des coupes d'éclaircies visant à faire baisser la densité de pins (à terme à moins de 50 tiges/ha) devrait permettre la « montée » du sous-étage feuillu. Le forestier peut jouer sur le dosage pins/feuillus, selon les objectifs paysagers poursuivis.

Terrains du Conservatoire du Littoral à Tarnos (site du Métro) : photos 8 et 9.

Photo 8 : Pinède pure, avec peu de sous étage : une forte éclaircie sera pratiquée dans les pins, afin de favoriser l'émergence des feuillus *(G. Granereau)*

Photo 9 : Sous étage plus développé : ici, l'éclaircie sera moins forte. *(G. Granereau)*

IV.3 - Autre cas : la gestion des zones marginales.

Photo 10 : Pente de feuillus à Seignosse, parcelle 22b. Dominance du Chêne pédonculé. Aucune intervention (en dehors d'éclaircies) n'est prévue. *(G. Granereau)*

Il s'agit des secteurs forestiers à relief prononcé, voire à sol peu porteur. De fait, la sylviculture de production n'y est pas pratiquée, et l'on tend, en général, à « laisser faire » la dynamique végétale. A terme, ces secteurs sont composés de peuplements feuillus à Chêne pédonculé (souvent en versants nord et/ou en pied de dune) et Chêne-liège (souvent en versants sud). Généralement peu d'interventions sont pratiquées, et l'expérience montre que le peuplement parvient à se développer seul dans la grande majorité des cas.

III - L'AMÉNAGEMENT DOIT PRÉCISER CLAIREMENT DES CRITÈRES TECHNIQUES GUIDANT L'ACTION

L'aménagement (plan de gestion qui définit les orientations et précise les techniques et moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs) **doit bien préciser certaines notions en rupture par rapport à la sylviculture « classique » des forêts de Pin maritime.**

III.1 - Première notion importante : la proportion d'essences. Traditionnellement, les aménagements sont « garantis 100% pin maritime ». Pour remédier à cela, il convient de fixer pour chaque forêt une proportion de feuillus répondant à un objectif de « production écologique » [6] que l'on pourrait situer entre 5 et 20% de la surface de la forêt . Quelle que soit la proportion, l'important c'est d'en définir systématiquement une dans tous les aménagements.

Photo 11 : FC de Seignosse : à droite, parcelle 22a (vocation pin maritime), et à gauche parcelle 22b (vocation feuillus). Dans cette forêt communale de près de 700 ha, l'effort de diversification en feuillus ne constitue pas une contrainte forte : seulement 6% (environ 42 ha) de la surface sera consacrée aux chênes. La commune a clairement approuvé cet objectif. *(G. Granereau)*

III.2 - Seconde idée : le repérage des unités. Il est indispensable de cartographier chaque unité feuillue, selon le contour qu'elle aura à terme. En effet, cette disposition rend possible le suivi des parcelles. Mais aussi, cela peut éviter des tentations de faire « table rase » sur les petites unités, en vue d'homogénéiser la forêt. La cartographie faite sur le plan d'aménagement n'oblige pas systématiquement à matérialiser les parcelles sur le terrain.

Photo 12 : FC de Seignosse, parcelle 52 (9,58 ha) : Il s'agit ici d'un « peuplement présentant un intérêt paysager », constitué d'une jeune suberaie récemment dépressée, et de peuplements divers Dans d'autres cas, et pour des unités moins importantes, il est judicieux d'effectuer un découpage en sous parcelle, afin de bien identifier les objectifs (pins et feuillus). *(G. Granereau)*

III.3 - Troisième idée : la notion de surface unitaire minimale. Pour des raisons de gestion et de coût, la multiplication de petites unités de feuillus de quelques ares est à proscrire : il est préférable de respecter une surface minimale de 2000 m² pour les parcelles auxquelles on envisage d'affecter une vocation « feuillus ».

Photo 13 : FC de Seignosse : parcelle 20b (0,3 ha). La présence d'une palombière a justifié ce découpage ; l'objectif est bien le feuillu, les pins devant être éclaircis progressivement (sans toutefois les supprimer totalement). Autour, le reste de la parcelle est passé en coupe rase. *(G. Granereau)*

[6] Bien souvent, je fais apparaître dans les aménagements des parcelles ou sous parcelles, même non boisées, présentant un objectif de production écologique : zones humides, ripisylves, zones tourbeuses, landes sèches.

III.4 - Quatrième idée : le vieillissement. La grande majorité des forêts landaises (plus de 90%) ne dépasse pas l'âge de 70 ans. Or, qu'il s'agisse de feuillus ou de résineux, l'intérêt écologique des arbres âgés est reconnu. Aussi, l'organisation des différentes parcelles vouées à la production écologique doit intégrer cette idée de vieillissement, afin de « doper » certaines populations d'insectes, de rapaces nocturnes, de chiroptères ou de mammifères.

Photo 14 : FC de Seignosse, parcelles 23 et 24. Dans certains secteurs facilement repérables, il a été décidé de favoriser le maintien des arbres au-delà de la coupe rase (les unités à conserver constituent une sous-parcelle). Implicitement, cela rejoint un objectif de vieillissement, qui peut concerner aussi bien les feuillus que les pins. *(G. Granereau)*

V - Des choix techniques pour une gestion extensive et économe

Le coût de gestion doit être le plus bas possible. La gestion de peuplements feuillus au sein de la pinède ne doit pas entraîner des surcoûts. On s'appuiera sur la dynamique naturelle des feuillus, sans interventionnisme coûteux. Tout au plus pourra-t-on envisager un dégagement (vers 10 ans) avant les éclaircies (opérations de récolte à bilan financier positif). Le produit des premières éclaircies dans les chênes peut être valorisé en bois de chauffage, le forestier doit s'arranger pour déterminer un système qui permette de réaliser une « opération blanche » (les frais induits par l'opération : débroussaillement partiel éventuel, marquage, contrôle… doivent s'équilibrer avec les recettes). A partir du moment où les arbres sont mûrs, les éclaircies peuvent être bénéficiaires. On peut alors s'attendre à des bénéfices, qui iront augmentant au fil des éclaircies.

Limiter au maximum les débroussaillements et les travaux du sol qui en sylviculture de production entraînent des dépenses importantes. Dans un système de production sylvicole, le contrôle des herbacées et des ligneux est souvent nécessaire. Toutefois, ces nettoiements engendrent une modification de la dynamique végétale : d'une part, les végétaux concurrents ont une croissance plus rapide et, d'autre part, l'éclairement du sol, et sa déstructuration liés au travail des engins ou à leur passage, font apparaître des espèces opportunistes, rudérales ou héliophiles (Séneçons, Phytolaccas, Ajoncs, Arbousiers…). L'abandon des débroussaillements systématiques et des labours devrait réduire les coûts et autoriser un retour à une dynamique végétale concurrente plus modeste [7].

Cependant, toute intervention n'est pas exclue. En matière de débroussaillement par exemple, les engins utilisés n'ont pas tous les mêmes impacts : le rouleau landais présente de nombreux inconvénients : ouverture du sol, dissémination des parasites (Armillaire, Fomes…), alors que le gyrobroyeur est moins agressif… Si l'on intervient, on évitera le traitement de la totalité de la parcelle.
Il reste également le bétail, qui peut participer à la gestion de l'embroussaillement ; toutefois, ce n'est pas une solution simple et sans inconvénients…
Dans la logique de gestion que nous évoquons, le recours à des modes d'exploitation « écologiques » est à développer : le débardage à cheval, par exemple, présente des avantages pour une exploitation respectueuse du milieu, puisqu'il permet la pénétration dans la parcelle (même si elle est embroussaillée), le bûcheronnage, le débardage, sans laisser de traces apparentes notables.

Sans perte économique sensible, et sans remettre en cause la nécessaire production de pin maritime, les feuillus peuvent trouver leur place au sein de la pinède. Moyennant un minimum de réflexion et de suivi, la composition paysagère des peuplements forestiers littoraux évoluera au profit des espèces, des habitats… et du coup d'œil !

[7] Ou, plus exactement, différente. En effet, la biomasse reste en théorie constante, mais certaines espèces favorisées par le débroussaillement vont régresser (fougères, ajoncs…) au profit d'autres (herbacées, houx, fragon, arbustes…).

Photo 15 : Seignosse, parcelle 12. Coupe rase récente. Malgré la proximité d'une route, il a été décidé de ne prendre aucune mesure d'ordre paysager. Les chênes ont été laissés, mais leur intérêt (écologique et paysager) n'est pas manifeste. Dans ce cas, il eut mieux valu extraire tous les chênes, quitte à les favoriser en bouquet en bordure de la parcelle. *(G. Granereau)*

Photo 16 : Moliets, parcelle 13. Quelques gros « corsiers » (Chêne-liège) ont été laissés après coupe rase des pins. On remarquera le démasclage, pratiqué en 2000 dans le cadre d'une opération industrielle expérimentale. *(G. Granereau)*

Photo 17 : Seignosse, parcelle 24b (1,23 ha). Jeune futaie de chênes indigènes à proximité d'une palombière. *(G. Granereau)*

Photo 18 : FC de Capbreton, parcelle 1. Jeune futaie de Chêne pédonculé. Ses caractéristiques démontrent qu'il n'est pas illusoire de vouloir pratiquer une sylviculture au profit des feuillus (le reste de la parcelle 1 est composé de pins maritimes). Pour ce peuplement d'environ 40 ans, il est envisageable, lors de la prochaine éclaircie, d'exploiter du bois de sciage. *(G. Granereau)*

Photo 19 : FC de Moliets, parcelle 15.2. Chênes pédonculés sur pente, dépressés il y a 4 ans. Il est prévu d'envisager un passage en éclaircie 8 à 10 ans après ce dépressage. *(G. Granereau)*

Photo 20 : Seignosse, forêt privée près de Mailloques. Les trouées de dépérissement (Armillaire) constituent une raison majeure de pratiquer sur la zone contaminée une sylviculture au profit des feuillus. *(G. Granereau)*

BASES D'UN GUIDE DE SYLVICULTURE DES FORÊTS DUNAIRES DU LITTORAL CENTRE-ATLANTIQUE À PIN MARITIME ET CHÊNE VERT

Pascal Jarret
Office National des Forêts – Sections Techniques Interrégionales
100 boulevard de la Salle – BP 23 – 45760 Boigny sur Bionne
Tél. 02.38.65.47.00 - Fax : 02.38.65.02.99 - Email : Stir.Ouest@onf.fr

Résumé
En quelques générations, le vaste chantier de génie civil destiné à fixer une partie des dunes mobiles de la côte atlantique par semis de Pin maritime a évolué vers une gestion intégrée d'un milieu assurant de multiples fonctions écologiques, économiques et d'accueil du public.
Sur le littoral centre-atlantique, la fonction de production reste secondaire du fait de la faible productivité générale du Pin maritime et on s'oriente vers un objectif de protection générale des milieux et des sites.
A partir de l'expérience acquise et des observations réalisées au cours des dernières décennies, notamment dans le cadre des programmes Life, l'article propose des règles de gestion forestière économes et opportunistes s'insérant dans la dynamique de végétation naturelle. On peut en attendre une mosaïque de sylvofaciès dominés par le Pin maritime et le Chêne vert, les interventions sylvicoles devant se limiter à éviter qu'une essence n'élimine l'autre sur de grandes surfaces.
Le forestier, ici, se trouve confronté beaucoup plus vite qu'il ne l'imaginait à la mise en oeuvre à très vaste échelle de cette sylviculture suite aux chablis de la tempête de décembre 1999.

Abstract :
In just a few generations, the massive civil engineering project designed to stabilize part of the mobile dunes of the French Atlantic coast with Maritime Pine has evolved into an integrated environmental management system, with ecological, economic and public amenity functions.
In the central section, production remains a secondary activity, given the low general productivity of Maritime Pine. The management objective is now towards the general protection of sites and environments.
Based on the experience acquired and the observations made over the past few decades, particularly within the Life programme, this article puts forward rules for economical and opportunistic forestry management that complies with the natural dynamics of the vegetation. This is expected to result in a mosaic of woodland facies dominated by Maritime Pine and Evergreen Oak, in which forestry intervention is limited to avoiding one species eliminating the other over wide areas.
In this region, foresters are being faced sooner than expected with the extensive implementation of this system, following the widespread destruction wrought by the storm of December 1999.

I - Contexte technique et sociétal

I.1 - Une forêt récente

Le long du littoral Centre-Atlantique, la forêt dunaire de Pin maritime et de Chêne vert constitue un élément fondamental du paysage côtier avec les marais et les falaises rocheuses. Ce type d'habitat trouve son optimum sur le littoral entre Loire et Gironde, et irradie jusqu'au Sud Morbihan vers le nord et au Bassin d'Arcachon vers le Sud. Cette forêt dunaire forme un cordon littoral discontinu d'une largeur de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres. Elle est en majorité publique (75 %), gérée par l'ONF et couvre une surface de l'ordre de 40 000 ha sur près de 300 km de côtes.

Ces forêts ont été créées pour l'essentiel au cours du 19 ème siècle pour fixer un système dunaire récent et encore mobile à l'époque. Le choix de l'essence s'est porté quasi exclusivement sur le Pin maritime. Ces introductions sous forme de semis ont été une grande réussite. Une forte dynamique naturelle feuillue à

dominante de Chêne vert s'est rapidement installée, complétée par la colonisation de Chênes caducifoliés sur les dunes les plus anciennes.

I.2 - Une forêt sous influences...

Point de passage obligé entre la plage et les routes d'accès, la forêt fait l'objet d'une fréquentation intense en période estivale. Cela justifie des équipements spécifiques dans les lieux les plus fréquentés et une prise en compte des paysages dans la gestion pour répondre à une demande sociale de plus en plus forte. Cette pression est particulièrement forte en Vendée où la forêt ne constitue le plus souvent qu'un étroit cordon entre la plage et les zones urbanisées.

Cette forêt d'origine très artificielle est devenue en quelques générations un habitat forestier d'intérêt communautaire abritant des espèces animales ou végétales à haute valeur patrimoniale. Elle fait l'objet d'une attention particulière de la part d'une communauté naturaliste de plus en plus exigeante.

I.3 - Mais un écosystème fragile

Les conditions de milieu se sont révélées beaucoup moins favorables à la production du Pin maritime que sur le centre et le sud aquitain.

- sols à pH élevé (jusqu'à 8 ou 9) du fait d'un substrat de sables calcaires et de nappes d'eau perchées plus ou moins salées dans les dunes,
- faible pluviométrie annuelle (de 600 à 750 mm), avec une sévère sécheresse estivale,
- températures annuelles moyennes élevées (12, 5 ° C), mais fréquentes gelées tardives.

Ces contraintes s'atténuent progressivement au Sud de la Gironde, pour ne plus devenir limitantes au sud du Bassin d'Arcachon où le Chêne vert est alors remplacé par le Chêne liège.

Dans les conditions les plus difficiles, le Pin maritime manifeste des crises épisodiques de dépérissement. La dernière, lors des années 1988 à 1992 a été particulièrement marquée, entraînant un jaunissement spectaculaire des aiguilles de pins sur près de 5000 ha en Vendée et Charente-Maritime.

Des mortalités remettant localement en cause l'avenir des peuplements se sont manifestées sur un millier d'hectares, suscitant un vif émoi du public, des élus locaux et des forestiers. Ce dépérissement a immédiatement motivé un programme pluridisciplinaire de suivi et de recherche dont on connaît maintenant les principaux résultats :

- le jaunissement des aiguilles n'est que l'expression physiologique des difficultés d'adaptation du Pin maritime aux conditions particulières du milieu. Il est chronique dans les situations les plus ingrates comme la proximité du littoral ou le mitage par l'occupation humaine, et aggravé par l'excès de densité des peuplements ou une origine génétique ibérique. Les crises se déclenchent à l'occasion d'épisodes climatiques particuliers comme de fortes pluies en hiver ou au printemps, un des mécanismes possibles étant un apport massif de sodium au niveau des racines par remontée de nappe. Cela n'entraîne pas de régression significative du pin maritime, mais constitue un grave problème paysager.

- les plantations comparatives mises en place n'ont révélé ni d'origines génétiques vraiment résistantes pour le Pin maritime, ni d'espèce providentielle susceptible de le remplacer, et les essais de fertilisation se sont montrés inefficaces.

I.4 - Une évolution culturelle progressive

Les dunes sont maintenant fixées, l'objectif de protection physique ne se justifiant plus que sur la frange littorale. L'objectif principal de production de Pin maritime s'est donc progressivement imposé. Mais les conditions particulières de milieu se traduisent le plus souvent par un faible niveau de productivité, bien inférieur à la forêt landaise :

- classes de fertilité 4 ou 5 du Sud-ouest (Lemoine, 1991 et ONF BT 31, 1996) correspondant au mieux à des hauteurs dominantes à 40 ans de 17,5 m, et souvent beaucoup moins,

• production comprise entre 2 et 5 m^3/ha/an.

Ces niveaux de productivité ne suffisent généralement pas à assurer un bilan financier positif. De plus, du fait des difficultés d'exploitation en milieu dunaire et de la médiocrité des produits, l'ajournement de nombreuses coupes contribue à accentuer le déficit de gestion et à fragiliser les peuplements du fait des excès de densité. Enfin, la recherche de peuplements complets de Pin maritime engendre d'importantes dépenses au stade de la régénération pour lutter contre la concurrence du Chêne vert.

Ce constat, ainsi que la montée en puissance des demandes naturaliste et paysagère, ont contribué à une évolution culturelle collective profonde de l'ensemble des acteurs concernés par cette forêt littorale. Après deux décennies d'interrogations et d'initiatives parfois désordonnées, le principe d'une gestion mieux insérée dans les processus naturels, moins volontariste donc plus économe, s'est progressivement imposé. Les travaux réalisés dans le cadre des programmes Life, l'aiguillon des politiques, du Conservatoire du littoral et des milieux associatifs et le bon sens du forestier ont permis d'en fixer les bases. Ceci constitue l'objectif du présent document qui sera précisé par l'élaboration d'un guide de sylviculture.

II - Vers de nouveaux modes de gestion

II.1 - Mieux définir les objectifs de gestion et leur hiérarchie

L'objectif déterminant de protection physique ne se justifie que sur la frange littorale (quelques centaines de mètres). Ces peuplements sont à gérer comme une lisière forestière, les techniques correspondantes restant certainement à perfectionner.

Dans la majorité des peuplements, le faible niveau de productivité ne permet pas d'envisager de dégager de bénéfices financiers de la gestion. La production ne peut dans ce contexte constituer un objectif déterminant. Cela ne signifie pas que l'on n'envisage pas de récoltes, mais que l'on n'investit pas pour la production. **On retiendra donc un objectif déterminant de protection générale des milieux et des sites.** Les interventions y seront limitées au minimum indispensable pour assurer la sécurité des sites (notamment vis à vis des risques d'incendie), l'accueil du public, la qualité des paysages, la conservation des habitats et des espèces ainsi que la récolte des bois nécessaire à la vitalité ou au renouvellement des peuplements. On ne doit pas en attendre une dégradation du bilan financier de gestion, mais plutôt une amélioration du fait de la baisse des investissements et de l'augmentation progressive des récoltes de Chêne vert qui constitue un bois de chauffage très recherché.

L'objectif déterminant de production sera réservé aux peuplements de Pin maritime dans les meilleurs classes de fertilité (1 à 3), correspondant à une hauteur minimale attendue à 40 ans de 17,5 m et plus.

Enfin, certains sites localisés font l'objet d'une fréquentation touristique particulièrement intense (par exemple les abords des parkings d'accès aux plages). D'autres présentent des habitats ou abritent des espèces de haute valeur patrimoniale. Ces particularités **justifient la mise en oeuvre de mesures de gestion spécifiques**.

Seules seront développées dans ce qui suit les règles de sylviculture envisagées pour les peuplement gérés avec **un objectif déterminant de protection générale des milieux et des sites** qui constituent l'essentiel de la forêt du littoral Centre-Ouest.

II.2 - Vers une gestion économe et opportuniste s'insérant dans la dynamique de végétation naturelle

Le Chêne vert n'est plus à traiter comme un concurrent du Pin maritime, mais une essence objectif au même titre que celui-ci. On vise un mélange de ces deux essences, dans des proportions variables que l'on ne cherche pas à déterminer a priori, mais selon leur vigueur relative et les conditions stationnelles. On peut en attendre une mosaïque de sylvofaciès de la pineraie quasi-pure en bordure littorale à des chênaies vertes dans les dunes plus intérieures, en passant par les pineraies à sous-étage de chêne vert et les mélanges par bouquets. Le volontarisme sylvicole doit se limiter à éviter qu'une essence n'élimine l'autre sur de grandes surfaces, sauf si cela doit représenter des investissements trop importants.

D'autres essences minoritaires sont représentées et font parfois preuve d'une bonne dynamique naturelle ; c'est notamment le cas des Chênes caducifoliés (pédonculé, pubescent ou tauzin) sur les dunes les plus anciennes, de feuillus divers disséminés, de cyprès (*Cupressus macrocarpa*) et de pins divers. On favorisera en règle générale la dynamique naturelle de ces essences minoritaires qui participent à la diversité des paysages et des habitats, mais sans chercher à les introduire artificiellement. Deux essences exotiques envahissantes sont par contre à combattre : l'Ailante et le Robinier.

Le traitement en futaie régulière a fait ses preuves et est compatible avec l'objectif de protection générale des milieux et des sites ; mais il nécessite quelques adaptations particulières qui seront développées par la suite. Un âge d'exploitabilité de 60 à 80 ans parait un bon compromis entre les différents objectifs pour les deux essences. Pour le Chêne vert, il permet d'espérer une récolte appréciable de bois de chauffage, mais reste insuffisant pour conduire des arbres à maturité. Ceci pourra être obtenu en conservant une surface significative d'îlots de vieillissement sur deux (voire trois) révolutions dans les meilleurs peuplements de Chêne vert

III - Conduite des peuplements à dominante de Pin maritime

Face aux risques de dépérissement, et du fait des difficultés de commercialisation de bois de qualité médiocre en conditions d'exploitation parfois difficiles, les éclaircies de Pin maritime ont parfois été freinées, voire arrêtées. Cette tendance est néfaste à tous points de vue : l'excès de densité du Pin maritime apparaît nettement comme un facteur aggravant de dépérissement et limite la dynamique naturelle feuillue, la faiblesse des volumes unitaires des tiges avec de faibles prélèvements par hectare ne font qu'accentuer les difficultés de commercialisation. On doit sortir de ce cercle vicieux en généralisant comme cela a déjà été fait localement une sylviculture beaucoup plus dynamique dès le plus jeune âge.
La sylviculture très dynamique recommandée doit garantir une bonne vitalité des peuplements de Pin maritime, tout en offrant une large place pour les Chênes verts et caducifoliés dans l'étage dominant et le sous-étage. On vise un développement individuel optimum des arbres, sans soucis de qualité des tiges. On peut retenir les mêmes normes que pour la Dune Aquitaine dans ses plus faibles fertilités telles qu'elles sont proposées dans le Bulletin Technique de l'ONF n°31 (octobre 1996) avec 4 passages en éclaircie dans la vie des peuplements.

Norme de sylviculture recommandée pour le Pin maritime

Hauteur Dominante H0	10 m	13 m	16 m	18 m	Récolte finale 20 m
Nombre/ha après éclaircie	850	600	450	350	350 (Diamètre 35)
Age correspondant en fertilité 4	23	30	40	50	60 ans
Age correspondant en fertilité 5	30	40	52	65	80 ans

Ces normes correspondent aux densités recommandées pour les peuplements de pins purs dans l'étage principal. Les densités seront diminuées proportionnellement à l'importance des feuillus de manière à ne pas conduire à des surdensités locales de pins :
Exemple : dans un peuplement où les feuillus occupent un tiers du couvert de l'étage principal, on visera une densité après éclaircie à 13 m de (600 – (1/3x600)) = 400 pins/ha

Dans les stations les moins fertiles, des modèles encore plus dynamiques pourraient être testés, avec des dépressages plus énergiques pour repousser la date de la 1ère éclaircie, optimiser la commercialisation et limiter le nombre d'éclaircies ultérieures.

On veillera à favoriser les essences minoritaires lors des éclaircies (y compris les Chênes verts disséminés dans l'étage dominant) et à respecter les sous-étages feuillus lors des exploitations. Le débroussaillage du sous-bois avant éclaircie est à proscrire. La présence de ces feuillus en mélange permet d'envisager de dynamiques éclaircies de rattrapage dans les peuplements sur-densitaires, le sous-étage de Chêne vert garantissant une continuité du couvert forestier.

IV - Conduite des peuplements à dominante de Chêne vert

En règle générale, on n'investit pas en travaux au profit du Chêne vert dans les jeunes peuplements. On se contente d'interventions localisées de sauvetage de Pins maritimes ou de Chênes caducifoliés menacés afin d'éviter une évolution vers du « tout chêne vert » sur des surfaces importantes. Seuls les sites d'accueil du public peuvent justifier, sur des surfaces très limitées, des interventions particulières de dépressage dans le Chêne vert, voire de tailles individuelles afin de limiter les risques d'incendie et d'ouvrir le paysage.

Dès que des produits sont commercialisables en bois de chauffage, on commence à éclaircir les peuplements de Chêne vert pour essayer de former des arbres, selon des modalités qui restent encore en grande partie à définir.

Les premiers résultats des essais mis en place aux Combots d'Ansoine dans le cadre du projet Life montrent que les éclaircies sont d'autant plus efficaces qu'elles sont plus dynamiques, mais qu'elles s'accompagnent d'un vigoureux démarrage de gourmands et rejets au-delà d'une certaine intensité d'intervention. Le suivi à long terme de ces essais et des parcelles de démonstration implantées dans différentes forêts du littoral permettront de préciser progressivement le bon dosage de ces interventions. Une évolution en futaie des meilleurs peuplements est à envisager, avec une révolution deux à trois fois plus longue que celle du Pin maritime.

V - Renouvellement des peuplements

Comme le montrent les observations réalisées aux Combots d'Ansoine et dans diverses forêts littorales, la coupe rase permet de renouveler de manière économe et efficace les peuplements sans travaux préparatoires particuliers. Cette coupe peut être organisée en commercialisant successivement et de manière séparée les Chênes verts et les Pins maritimes.
Plus qu'à la surface de la coupe rase qui pourra varier de 1 à 10 ha, une attention particulière est à porter à sa forme. On doit veiller à adapter ses limites au relief en respectant la morphologie dunaire actuelle. Au-delà de 2 ha, il est souhaitable de conserver des îlots de vieillissement dans les taillis en sous-étages de Chêne vert les mieux constitués.
La régénération naturelle par coupes progressives des Pins maritimes ne parait pas présenter d'avantages déterminants, mais peut être utilisée pour diversifier le paysage dans les sites sensibles.

L'existence de clairières suite à des dépérissements localisés ou à la déficience de régénération naturelle doit être acceptée, le reboisement n'étant à envisager qu'exceptionnellement en cas d'évolutions défavorables sur de vastes surfaces ou dans les zones mitées par l'occupation humaine. Cette stratégie suppose de maintenir ou de rétablir un équilibre forêt-gibier acceptable.

On obtient le plus souvent des régénérations mélangées associant :
- des semis de Pin maritime plus ou moins denses,
- de vigoureux rejets de Chêne vert sur les cépées du peuplement précédent,
- des semis et drageons de Chêne vert beaucoup moins vigoureux que les cépées,
- des semis et rejets disséminés de Chênes caducifoliés,
- localement un envahissement de Robinier ou d'Ailante.

L'objectif est d'éviter qu'une des essences n'élimine les autres sur de grandes surfaces, de sauvegarder les essences minoritaires dans la dynamique naturelle (notamment les chênes caducifoliés) et localement de contrôler l'envahissement du Robinier ou de l'Ailante. Les principaux risques sont l'évolution sur de grandes surfaces vers un taillis de Chêne vert pur du fait de la grande vigueur de ses rejets dans les premières années (3 à 5 ans), ou à l'inverse la constitution de peuplements de Pin maritime d'une densité préjudiciable à leur vitalité et à la dynamique feuillue.

Deux interventions doivent suffire pour éviter ces dérives :
- Un dégagement, 3 à 5 ans après la coupe rase, destiné à recéper les rejets de souches de Chêne vert au profit des semis de Pin maritime, de Chêne vert et des essences minoritaires. Cette opération ne doit pas avoir un caractère systématique, et l'on préfèrera conserver les rejets plutôt que de compléter les

régénérations si cela ne représente que des surfaces limitées (par exemple des unités de moins de 2 ha contigus). Ce dégagement est également l'occasion de procéder au sauvetage des régénérations menacées par les espèces sociales herbacées ou semi-ligneuses (type genêt), et de combattre l'invasion par le Robinier ou l'Ailante. Passé ces premières années, la croissance s'équilibre entre les différentes espèces et le peuplement ne nécessite plus de dégagements..

- Dans les années qui suivent (5 à 10 ans), la croissance des semis de Pin maritime s'accélère et peut conduire à des fourrés d'une densité préjudiciable à la vitalité des tiges et à l'accompagnement feuillu. Une intervention peut dans ce cas être nécessaire vers une hauteur de 3 m, principalement destinée à dépresser les îlots de Pin maritime. L'intervention est vigoureuse pour qu'on n'ait plus à y revenir avant la première éclaircie et met à distance moyenne de 3 mètres les tiges de Pin maritime (densité de l'ordre de 1250 tiges/ha en plein). Elle peut être complétée par un « détourage » (enlèvement des tiges qui concurrencent celles que l'on veut conserver) des essences minoritaires menacées.

Dégagement et dépressage sont des interventions extensives où on ne fait que l'indispensable, sans travailler en plein. Un cloisonnement de l'ordre de 25 m parait généralement suffisant pour guider le travail et servira ultérieurement pour l'exploitation des bois. La mise en oeuvre de ces travaux nécessite la formation des ouvriers et du personnel d'encadrement sur des chantiers pilotes. Ces itinéraires techniques ne devraient conduire à un coût de renouvellement des peuplements supérieur à 800 €/ha.

VI - Applications à la reconstitution après chablis

Fin décembre 1999, la forêt littorale était touchée de plein fouet par une tempête d'une rare violence qui allait dévaster la forêt Française. Accès coupés, arbres cassés ou renversés sur de vastes surfaces de la Charente-Maritime au Nord-Aquitain faisaient craindre le pire. Un gigantesque chantier de reboisement se profilait à l'horizon.

Les dispositions prises lors de l'exploitation se sont révélées salutaires. En conservant tout ce qui était encore debout sans chercher dans un premier temps à régulariser ou à rectifier les limites des peuplements endommagés, on a pu constater que les surfaces réellement détruites restaient limitées. Les agressions de ravageurs contribueront certainement encore à éclaircir les peuplements ou agrandir les trouées dans les peuplements mités. Mais l'essentiel de la continuité du couvert forestier devrait être assuré en acceptant que le sous-étage de Chêne vert puisse prendre le relais dans les trouées.

Dans les peuplements effectivement détruits sur de grandes surfaces, on constate le plus souvent un ensemencement naturel de Pin maritime dont le développement a été favorisé par deux étés humides et frais, le Chêne vert offrant en complément une assurance de fermeture rapide et quasi-complète du couvert forestier. Il est « urgent d'attendre » et de se donner les moyens d'évaluer ces reconstitutions naturelles avant d'envisager d'éventuels reboisements (méthode statistique de diagnostic des régénérations en cours de test).

En renversant des millions de mètres-cubes de bois, cette tempête est une catastrophe économique qui se traduira probablement par des difficultés d'approvisionnement de la filière au cours de la prochaine décennie, notamment pour le Pin maritime. Cette conjoncture devrait offrir l'opportunité de mettre en oeuvre un plan de rattrapage des peuplements en retard d'éclaircie, et qui ne l'ont pas été par la tempête.

Le forestier se trouve confronté beaucoup plus vite qu'il ne l'imaginait à la mise en oeuvre à très vaste échelle de la sylviculture économe et opportuniste dont les concepts s'étaient progressivement imposés sur la forêt littorale. Ce sera l'occasion d'acquérir un savoir-faire qui reste à perfectionner. Nul doute que les travaux réalisés dans le cadre des programmes LIFE sur le littoral ont largement contribué à cette évolution culturelle, et à éviter un gigantesque chantier de reboisement. Cette prise de conscience dépasse largement le cadre de la gestion de la forêt littorale, et a participé à l'émergence d'une conception de la gestion forestière formalisée dans le guide de reconstitution des forêts après tempête.

VII – BIBLIOGRAPHIE

- Aureau F. (1995) – Sur la côte vendéenne, un partenariat d'un genre nouveau entre le Chêne vert et le forestier. ONF Arborescence n° 59. pages 34 à 36.
- Decourt N., Lemoine B. (1969) – Le Pin maritime dans le sud–ouest de la France. Tables de production provisoires. Annales des sciences forestières n°48 (5). pages 593-611.
- Favennec J., Barrere P. et al (1997) – Biodiversité et protection dunaire. Actes du séminaire de Bordeaux.
- Guyon J.P., Guyon D. (1991) – Le dépérissement du Pin maritime sur le littoral nord-atlantique. Résultat des recherches 1998-1992.
- Guyon J.P. (1991) – Dépérissement du Pin maritime (*Pinus pinaster* Aït) en Vendée. Les causes écologiques. Annales des sciences forestières. Vol. 48. pages 333 à 346.
- Guyon J.P., Guyon D., Riom J. (1994) – Causes et gestion du dépérissement des peuplements de Pin maritime sur le littoral nord-atlantique. Revue forestière française n°5/1994. pages 485-494.
- ONF, Bulletin Technique n°31 (1996) – Sylviculture du Pin maritime de race atlantique. pages 59 à 64.
- ONF, Section Technique Interrégionale Ouest - Bulletin Technique n° 7 (1999) – Dossier gestion de la forêt du littoral centre-atlantique : synthèse de 10 années d'études. pages 7 à 31).
- ONF (2001). Reconstitution des forêts après tempête, 148 pages.
- Rameau J.C., Gauberville C., Drapier N. (2000) – Gestion forestière et diversité biologique. Identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaires. Forêt dunaire de Pin maritime et de Chêne vert (ATL D 32).

CHAPITRE 4

ÉVALUATION ET SUIVI DU PATRIMOINE ÉCOLOGIQUE DUNAIRE

APPORT DE LA PHYTOSOCIOLOGIE POUR LE SUIVI ET L'ÉVALUATION DES DUNES LITTORALES NON BOISÉES

Philippe Richard
Conservateur du Jardin Botanique de Bordeaux
Terrasse du Jardin Public - Place Bardineau – 33000 Bordeaux
Tél. 05.56.52.18.77 - Fax : 05.57.14.23.60 - Email : j.botanique@mairie-bordeaux.fr

Résumé :
L'apport de la phytosociologie est essentiel en matière de caractérisation et d'évaluation patrimoniale des milieux dunaires. D'autres paramètres doivent être pris en compte : dynamique, rareté... Des suivis sont nécessaires pour prendre des mesures correctives adaptées.

Abstract :
Plant sociology makes an essential contribution to characterizing and assessing the heritage value of dune environments. Other important parameters are dynamics and rarity. Monitoring is necessary in order for appropriate corrective measures to be taken

I - Prise en compte de la phytosociologie parmi d'autres méthodes

Le problème posé est de passer d'une appréciation qualitative de la végétation à des notions quantitatives, au moins suffisantes pour caractériser la végétation et la raccrocher à la typologie phytosociologique.

La phytosociologie est une discipline commode pour caractériser le milieu à plusieurs niveaux :

- dans l'espace : différents milieux dunaires se succèdent en fonction de leur éloignement de la mer,
- dans le temps : un milieu est dynamique et n'est stable qu'en condition climacique, équilibre rarement atteint. On peut cependant parler de « paraclimax » pour les dunes où les facteurs limitants sont constants et efficaces (vent, sel, sable, …),
- par rapport à l'influence de l'homme, il est un des facteurs de changement dans le milieu dunaire.

Les séries de végétation prises ici en compte peuvent être aisément reconnaissables, et de définition assez simple pourvu qu'on veuille rester à un niveau de définition raisonnable.
Exemple : Sous association et association : l'*Artemisietosum maritimae* est incluse dans *le Sileno –thorei-Ammophiletum arenariae* qui doit être retenu seul par la typologie.

Le but n'est pas de définir de nouveaux syntaxons mais d'identifier éventuellement un milieu par rapport à une typologie établie (Corine) ou à des définitions publiées dans la littérature (colloques phytosociologiques).

On peut établir un parallèle entre le système hiérarchique de la classification : espèce, genre, famille, ordre, et le synsystème phytosociologique : association, alliance, ordre, classe, l'association étant comme l'espèce, l'unité fondamentale (faite d'espèces caractéristiques), chaque rang hiérarchique supérieur définissant un niveau de précision plus faible, mais parfois plus cohérent.

Ainsi, dans le milieu dunaire, on peut envisager des niveaux de précision différents :

Niveau hiérarchique	Dénomination	Plantes caractéristiques	Définition
Classe	*Ammophiletea-arenariae*	*Ammophila arenaria* *Elytrigia juncea* *Calystegia soldanella* *Eryngium maritimum* *Euphorbia paralias* *Festuca juncifolia*	Végétation vivace des dunes sableuses littorales vives (dunes blanches) d'optimum méditerranéo-atlantique
Ordre	*Ammophiletalia arundinaceae*		Végétation hémicryptophyte des avant-dunes et dunes meubles à semi-fixées
Alliance	*Ammophilion arenariae*		
Association (exemple)	*Euphorbio paraliae-Ammophiletum arenariae*	*Ammophila arenaria* *Euphorbia paralias* *Eryngium maritimum* *Calystegia soldanella*	Niveau de précision accru : concept de localisation géographique plus évident.

On peut mesurer ici que ce n'est pas forcément au niveau hiérarchique de l'association que l'on a la meilleure approche de la formation végétale. Tout dépend de l'échelle de l'étude.

Une fois l'identification phytosociologique faite, et pour comparer deux stations différentes on examine dans un premier temps la liste des espèces différentielles.

II - Evaluation du patrimoine et de la dynamique

La dune littorale n'est pas le lieu où se développe une grande diversité végétale, en raison de la sélectivité du milieu. Sel, dessèchement, vent, déplacement du sable sont quelques-uns des paramètres qui contribuent à sélectionner les espèces.

Celles qui sont présentes sont avancées dans leur adaptation, spécialisées, et de ce fait relativement abondantes, malgré leur rareté à l'échelon national. Ensuite les conjonctions de secteurs climatiques et édaphiques (nature du sable), l'âge des dunes… impliquent ou non leur présence.

Un facteur de régression peut être le rétrécissement du cordon dunaire pris dans la tenaille (érosion marine – barrière de la frange forestière). Parfois, les mouvements de la dune blanche ne permettent plus l'existence d'une dune grise en arrière.

La réduction de cet espace est facteur de diminution de la biodiversité.

Le niveau de biodiversité est maintenu si l'espace dunaire est préservé dans sa dimension géographique (largeur du cordon par exemple).

Compte tenu de ces paramètres comment apprécier la qualité patrimoniale d'un secteur et sa dynamique ?

La phytosociologie permet d'avoir une réponse précise et fouillée sur la liste et la synécologie des espèces mais pas sur la dynamique des milieux à moins de disposer d'une succession de relevés effectués au même endroit à des moments différents.

On a vu que la diversité seule n'était pas signifiante. Plusieurs autres paramètres peuvent être proposés :

- degré de rareté de l'espèce (cotation UICN),
- tendance à la régression ou à l'augmentation,
- phénologie de l'espèce, bonne ou mauvaise santé des populations,
- influences ou menaces sur l'habitat.

Un tableau peut ainsi être constitué sur la base de relevés et apporter des informations, qui, croisées, pourront permettre d'évaluer le milieu.

Le nombre d'espèces n'est pas un critère, mais un indicateur. Une trop grande diversité dénote la présence d'aventices, voire de rudérales indiquant une dégradation du milieu. Une trop faible diversité indique un milieu banalisé ou seules subsistent les plus résistantes des mieux adaptées. Le meilleur compromis se situe quelque part entre les deux.

Un diagnostic favorable dépend donc de 2 facteurs :

- une biodiversité moyenne, pour le type de milieu, non régressive,
- une stabilité relative et proportionnelle de la surface des différents types de dunes, l'accroissement de l'un étant compensé par la diminution d'un autre, dans les mêmes secteurs.

III - Principes et intérêts des suivis

Seul un suivi peut permettre l'évaluation de la tendance et de la vitesse d'évolution du milieu.
Si on considère que le milieu a tendance soit à évoluer vers la dégradation (phénomène anthropique) soit vers la fermeture, seul le suivi permet de mesurer ces vitesses et de prendre les dispositions nécessaires pour influer sur le cours de cette évolution.

Les indicateurs majeurs sont basés sur :

- **La liste des espèces** : c'est le témoin direct de la valeur patrimoniale, compte tenu des restrictions apportées au paragraphe précédent ;
- **Le relevé phytosociologique** complément indispensable, il quantifie les notions botaniques, dans l'espace et dans le temps ;
- **Une cartographie sommaire**, rendant compte de l'état du milieu est une bonne information sur l'aspect morphologique.

Ces trois mesures paraissent être de bons indicateurs, complémentaires. Il s'agit de les employer en fonction de l'objectif requis et d'établir une méthodologie claire, compréhensible pour l'opérateur. la précision de la méthode ne doit pas dépasser l'objectif.

Voici une proposition de méthodologie en fonction de l'objectif (ci-après, tableau I).

La liste des difficultés les plus importantes peut être dressée de la manière suivante :

- connaissance botanique des espèces pondérées par la répétitivité du milieu,
- technique phytosociologique : elle nécessite un apprentissage pour l'application des coefficients et l'interprétation des tableaux de relevés,
- cartographie : simple, elle nécessite un peu d'outillage informatique, l'utilisation du GPS peut s'avérer une aide précieuse,
- interprétation statistique des résultats : elle nécessite l'apport de compétences extérieures et un échantillonnage adapté,
- détails méthodologiques : nombre de relevés, choix de la période, surface de relevés, etc...

Ici, on ne peut donner de règle générale ; les décisions se font en fonction des objectifs et des moyens disponibles.

Une mise à jour des connaissances dans l'un et l'autre domaine peut être programmée, en fonction du protocole choisi. La consultation simple de manuels ou de documents écrits ne paraît pas aussi efficace.

Tableau 1 : Différents niveaux d'analyse de la végétation : les résultats obtenus

Objectifs	Liste des espèces	Méthodes		
		Phytosociologie	Cartographie	Résultats/Observations
Appréhender la végétation Potentialités patrimoniales	Relevé exhaustif en mai-juin Présence/absence seulent	Non	Simple zonation des grandes masses végétales. Position des plantes menacées	Idée de la diversité et de sa répartition
Répartition de la végétation suivant les zones	Non	Maillage + ou – dense de relevés prenant en compte l'abondance dominance	Même cartographie avec positionnement des relevés	Vérification de la justesse de la zonation. Typologie de la végétation
Appréhension de la dynamique	Inventaire des espèces année X Répétition année X + n	A moins d'une modification fondamentale du milieu, un seul ensemble de relevés est nécessaire	Sauf si n est > 10 2 cartographies seront plus informatives	Permet de voir l'évolution du milieu (fermeture, baisse de la diversité, érosion, oligotrophisation...)
Potentialités réactions du milieu à un facteur extérieur (ex. piétinement)	Inventaire année X Inventaire année X + n avec témoin (mise en défens)	Améliore la performance de l'inventaire, permet de quantifier. Ne pas oublier les répétitions	Cartographie des facteurs extérieurs - Mise en défens d'un secteur choisi	Notion de cicatrisation, quantification de la modification, appréciation d'un temps de réponse

IV - BIBLIOGRAPHIE

- de Foucault, B. (1984) – Petit manuel d'initiation à la phytosociologie stigmatiste, mémoire n°1, Université de Lille III, Amiens.

- Gehu, J.M. (1994) – *Schéma synsysthématique et typologie des milieux littoraux français atlantiques et méditerranéens*. In la syntaxonomie et la synsysthématique européenne comme base de la typologie des habitats. Colloque phytosociologique . XXII. Berlin, Stuttgart : J. Cramer. P. 184 à 212.

- Favennec J., Duffaud M.H., Cotten L., Treton N. – Les paysages et communautés végétales des dunes littorales non boisées d'Aquitaine, Premiers résultats d'un suivi mis en place par la Direction Régionale Aquitaine de l'Office National des Forêts en 1997 – 1998.

SUIVI DES DUNES LITTORALES PAR TRANSECTS MIS EN PLACE PAR L'OFFICE NATIONAL DES FORÊTS EN AQUITAINE

Jean Favennec
Chargé de mission Littoral de l'Office National des Forêts
16, rue Georges Mandel - BP 903 - 33061 Bordeaux cedex (France)
Tél. (33) 05.57.81.22.77 - Fax : (33) 05.56.98.41.07 - Email : jean.favennec@onf.fr

Résumé :
Afin d'évaluer l'évolution du patrimoine biologique dunaire et la pertinence des techniques d'entretien, l'ONF a décidé de se doter de protocoles de suivi. En Aquitaine, a été implanté en 1997, un réseau de 94 transects régulièrement répartis sur 230 km. Sur chacun de ces profils ont été relevées des données topographiques, dynamiques et de végétation. Cet état « zéro » a permis de répertorier les espèces et leurs regroupements socio-écologiques. Chaque station peut être rattachée à un catalogue de paysages et de faciès basé sur des caractères écologiques, dynamiques et anthropiques.

Abstract :
In order to assess the evolution of the biological heritage of the dunes and the relevance of maintenance techniques, the ONF has decided to introduce monitoring protocols. In Aquitaine, a network of 94 transects was set up in 1997, evenly distributed over 230 km. On each of the profiles, topographical, dynamic and vegetation data were collected. This work produced a "Day One" inventory of the species found and their socio-ecological groupings. Each station can be entered into a catalogue of landscapes and facies based on ecological, dynamic and anthropic characteristics.

INTRODUCTION

La dune bordière non boisée est constamment remaniée par une forte dynamique naturelle (houle marine, vents d'ouest) et soumise à une pression humaine croissante. Elle est considérée aujourd'hui sous un angle plus large comme un écocomplexe de haute valeur patrimoniale. Cette évolution dans la façon de gérer les dunes littorales se traduit par des interventions qui privilégient un contrôle souple par des méthodes de génie écologique. Afin d'évaluer les effets de cette gestion, l'ONF a mis en place en 1997 un réseau de suivi des paysages et de la végétation des dunes littorales sur les 230 km de façade maritime de la région Aquitaine.

I - MÉTHODOLOGIE DU SUIVI MIS EN PLACE

L'analyse périodique d'un réseau de transects. Les communautés végétales, éléments clés de l'édification des dunes littorales, sont probablement un des meilleurs indicateurs de la biodiversité globale du milieu et de ses évolutions. C'est pourquoi il a été choisi de s'appuyer sur une description périodique de la végétation corrélée à un certain nombre de facteurs écologiques.

Sur cette étroite zone terrestre côtière de 200 à 500 mètres de large et 230 km de long, les formations végétales sont globalement organisées selon des bandes parallèles au littoral. C'est ce qui a motivé une analyse selon des coupes perpendiculaires à la côte réparties de façon à bien prendre en compte les variations régionales. Un réseau de 94 transects de référence a été matérialisé et géoréférencé.

Sur ces transects seront effectués des relevés successifs. Le premier a été réalisé en 1997, les suivants sont prévus selon une périodicité de l'ordre de 5 ans. Afin de déterminer la saison optimale de relevé, plusieurs campagnes ont été effectuées au cours de ce premier état des lieux (juin et septembre 1997) ainsi que des compléments en I998 (un relevé estival) et I999 (en avril pour évaluer le poids relatif des vernales). En définitive, c'est le mois de juin qui offre le meilleur compromis pour identifier un maximum d'espèces au cours d'un seul relevé annuel.

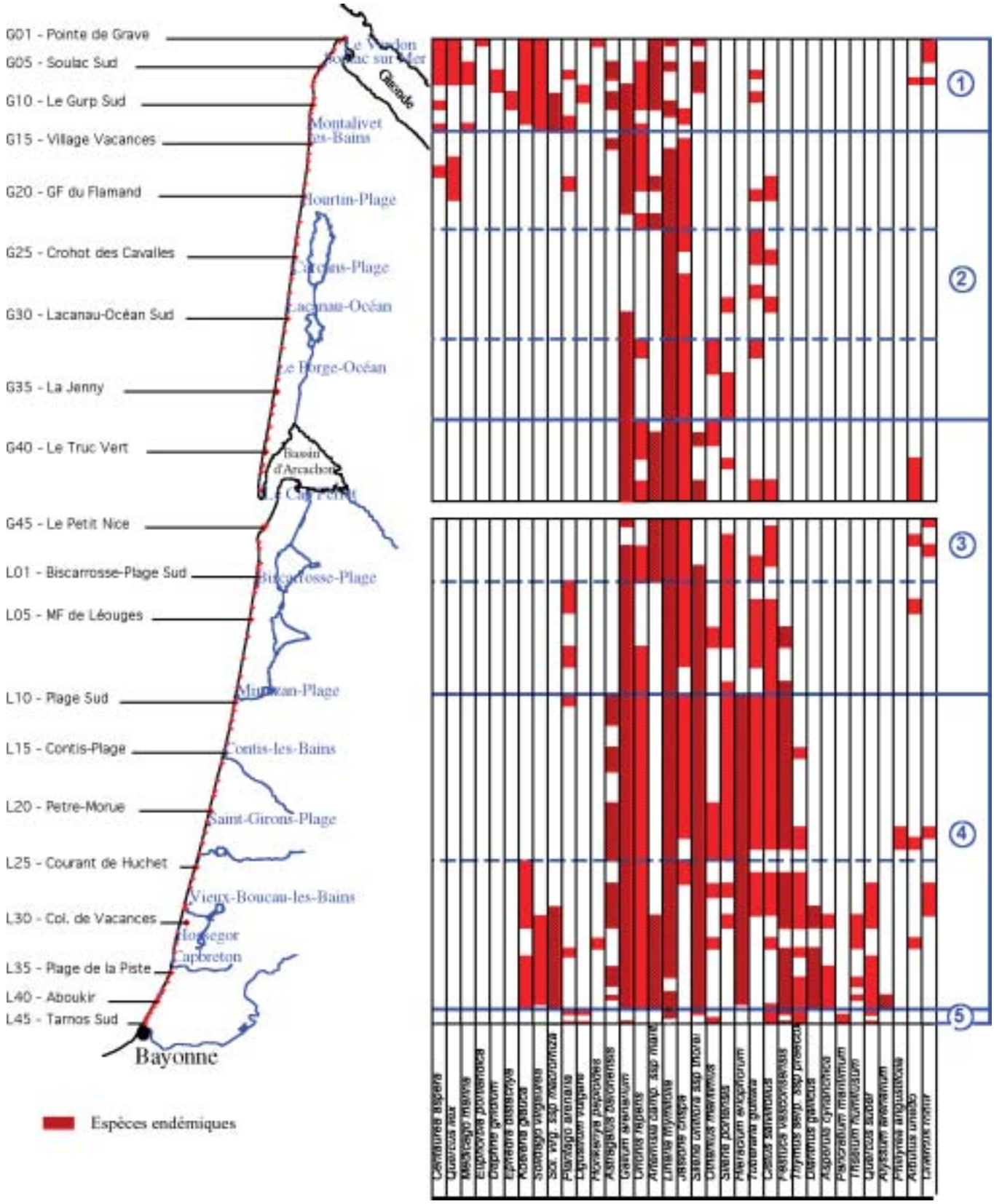


Figure 1 : Dunes non boisées du littoral aquitain, distribution géographique de certaines espèces à répartition bien tranchée

Des relevés de données sur des stations réparties le long des transects. Partant de la frange forestière, l'opérateur chemine le long du transect où il effectue des relevés sur des stations circulaires de l'ordre de 100 m^2 sur chaque nouveau "faciès" rencontré. Par faciès, nous désignons la plus petite unité de paysage homogène quant à sa physionomie, sa dynamique et sa composition végétale.

Sur chaque station sont relevés des caractères topographiques, dynamiques et phytosociologiques. Certaines données concernent la globalité de la station : pente, exposition, recouvrement phanérogamique et bryolichénique, morphologie (plane, concave, bosselée...), tendance dynamique (déflation, accumulation, saupoudrage, stabilité), les autres consistent en un relevé floristique de toutes les espèces végétales présentes. En 1997, seules les phanérogames ont été prises en compte, à l'avenir, les mousses et lichens le seront également. Chaque espèce est caractérisée par son abondance-dominance (selon l'échelle de Braun-Blanquet), sa sociabilité (individus isolés, petites touffes, plages, peuplements) et sa phénologie.

L'ensemble de ces données est regroupé sur une fiche par transect. Le profil de la dune y est complété par la cartographie écodynamique d'une bande centrée sur le transect, ce qui permet de bien le replacer dans son contexte.
Les données sont stockées et organisées dans une base de données selon trois « tables » (transects, stations, espèces) liées entre elles.

II - RÉSULTATS

II.1 - Les espèces végétales présentes.

Cet état initial du suivi a permis de faire un large examen des espèces présentes et de leur répartition ; des particularités sur leur écologie ont aussi été précisées. 169 espèces ont été inventoriées sur les transects, 56 espèces ont été identifiées lors des cheminements et au cours d'études complémentaires, c'est ainsi une liste globale de 225 espèces (phanérogames) classées dans 67 familles botaniques qui constitue la richesse spécifique de cet "état zéro"

La répartition numérique des espèces est variable selon les secteurs sous-régionaux, les zones les plus riches sont le nord girondin et le sud landais, ce littoral présente une grande originalité marquée par la présence de 11 espèces et sous-espèces endémiques (figure 1).

II.2 - Les communautés végétales présentes.

Les traitements statistiques (AFC, CAH) effectués sur les relevés et les espèces ont permis de distinguer 12 groupes "socio-écologiques" résumés ci-après.

Groupe n° 1 : (85 relevés). Espèces caractéristiques : *Elymus farctus, Calystegia soldanella, Euphorbia paralias, Eryngium maritimum*. Il concerne l'avant-dune (banquette et dune embryonnaire) où dominent les végétaux halophiles. Dans les secteurs en érosion, ce groupe peut se "réfugier" sur les falaises.

Groupe n° 2 : (272 relevés). Espèces caractéristiques : *Ammophila arenaria, Eryngium maritimum, Euphorbia paralias, Calystegia soldanella*. Il concerne le cordon de dune blanche à psammophiles et se subdivise nettement en variantes géographiques girondines et landaises.

Groupe n° 3 : (162 relevés). Espèces caractéristiques : Celles du groupe 2, accompagnées d'espèces de la dune fixée : *Helichrysum stœchas et Corynephorus canescens*. Il concerne les parties les moins mobiles des cordons de dune blanche (faciès progressifs) et les cordons de dunes semi-fixées.

Groupe n° 4 : (104 relevés). Espèces caractéristiques : *Helichrysum stœchas, Corynephorus canescens*. Il concerne les parties abritées des dunes semi-fixées et les arrière-dunes.

Groupe n° 5 : (80 relevés). Espèces caractéristiques : *Artemesia campestris ssp maritima, Eryngium maritimum, Ammophila arenaria, Calystegia soldanella, Solidago virgaurea, Solidago virgaurea ssp macrorhiza*. Ce sont les dunes blanches et dunes semi-fixées à végétation nettement dominée par l'Armoise du nord et du sud aquitain.

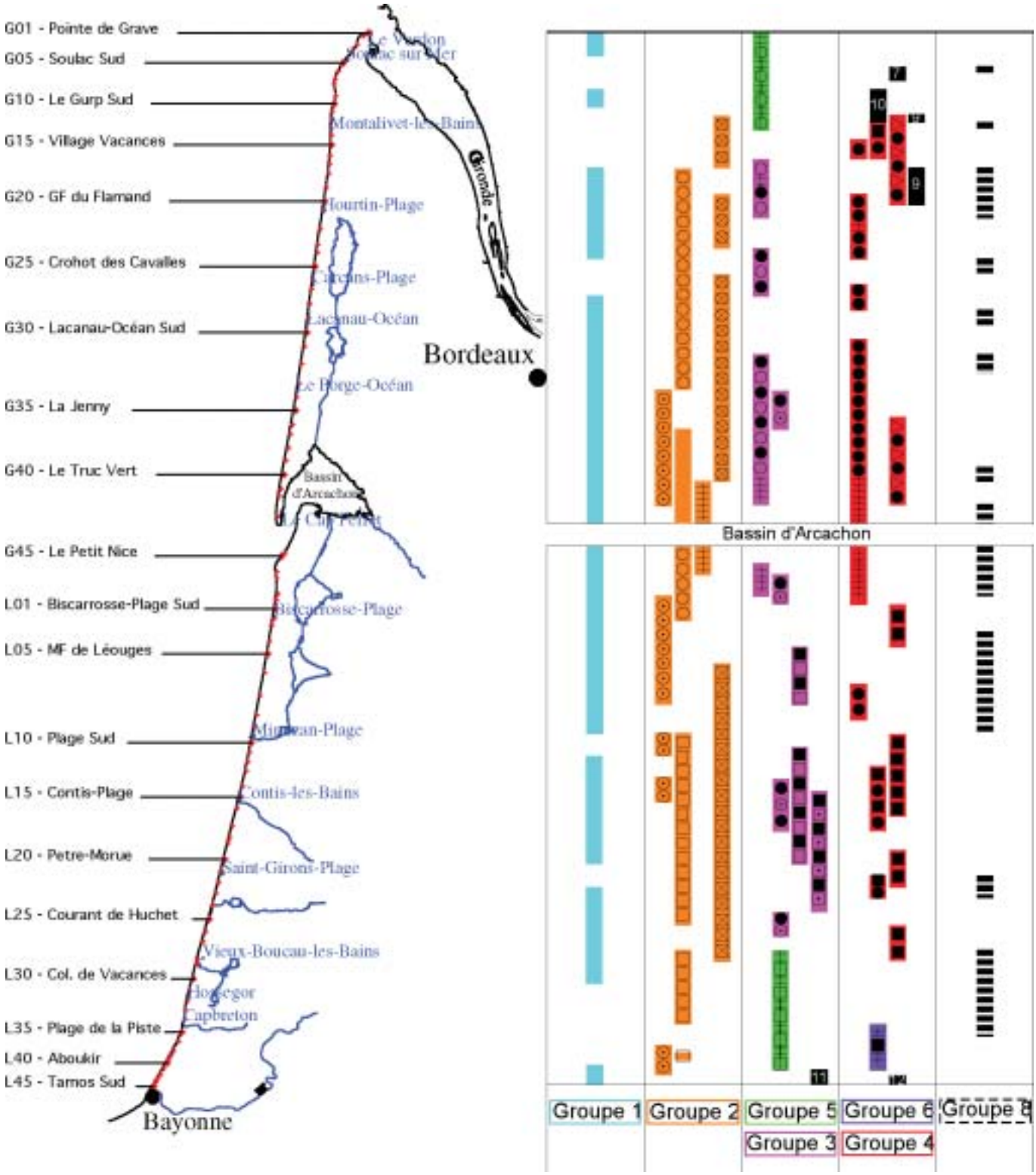


Figure 2 : Dunes non boisées du littoral aquitain, carte de la distribution des groupes socio-écologiques
(voir légende page suivante)

Groupe 1

Les halophiles de l'avant-dune

Groupe 2 Omniprésence des 4 psammophiles Dune blanche

(2.4) Partie mobile des cordons de "type girondin"

(2.3) Partie mobiles des cordons de "type girondin" (variante du 2.4 plus riche en Agropyron)

(2.2) Dune mobile à Armoise

(2.1) Faciès progressif des dunes mobiles de "type girondin"

(2.6) Partie avant des cordons de dune blanche de "type landais"

(2.5) Faciès moins mobiles des cordons de dune blanche de "type sud landais"

Groupe 3 Coexistence des 4 psammophiles avec le couple Immortelle/Canche - Dune semi-fixée

(3.1) Faciès semi-fixés des cordons de dune blanche (riches en Gaillet, Fétuque...

(3.2) Faciès semi-fixés des cordons de dune blanche de "type girondin" (variante pauvre du 3.1)

(3.3) Variante à Armoise des cordons de dune semi-fixée (de part et d'autre du Bassin d'Arcachon)

(3.5) Faciès semi-fixés des cordons de "type landais"

(3.6) Variante du 3.5, plus fixée et plus abritée

Groupe 4 Omniprésence du couple Immortelle/Canche (sans l'ensemble des 4 psammophiles) - Dune grise

(4.1) Dunes grises de "type girondin"

(4.2) Variante à Armoise du 4.1 de part et d'autre du Bassin d'Arcachon

(4.3) Arrière-dune fisée de "type girondin", avec nette dominance des lettes

(4.4) Arrière-dune grise de type "centre et nord landais" avec dominance de lettes

(4.5) Arrière-dune et versant interne du cordon, principalement dans le centre landais

Groupe 5 Forte présence d'Armoise a représentation de psammo

(5.1) Faciès "sud landais" de ce gro (présence de Hiéracium eriopl

(5.2) Faciès "nord-girondin" de ce g (un peu représenté de part et d'Arcachon où il est proche de

Groupe 6

Arrières-dunes fixées à Armoi

Groupe 7

7 Situation particulière des dune fixées du nord-Médoc (avec D Centaurea aspera, Quercus il

Groupe 8

Tendance rudérale, nombre d

Groupe 9

9 Situation particulière, arrière-c de brande du nord-Médoc

Groupe 10

10 Arrière-dune "noire" à Ephèdr Faciès humides dispersés et c faible surface relative

Groupe 11

11 Pelouse plus ou moins rudéra située principalement dans l'e (zones à Lis des sables de Ta

Groupe 12

12 Dune fixée à Lis et Carex de l'

légende de la figure 2

Groupe n° 6 : (29 relevés). Ce sont les faciès à Armoise nettement dominante des arrière-dunes semi-fixées non calibrées de type étalé du sud landais (au sud de Hossegor).

Groupe n° 7 : (8 relevés). Situation particulière du nord Médoc, arrière-dune à *Quercus ilex, Daphne gnidium, Solidago, Carex* ...

Groupe n° 8 : (47 relevés). Il se compose d'un grand nombre d'espèces dont beaucoup de rudérales, il est dispersé en Aquitaine sur des faciès très variés et très lié à la pression anthropique.

Groupe n° 9 : (5 relevés). Arrière-dunes à fourrés de brande (*Erica scoparia*) du nord Médoc.

Groupe n° 10 : (15 relevés). Omniprésence de *Carex arenaria* accompagné d'espèces caractérisant des milieux humides et parfois des situations particulières (dunes à *Ephedra distachya* du nord Médoc).

Groupe n° 11 : (21 relevés). Il caractérise principalement les faciès semi-fixés des dunes non calibrées étalées de l'extrême sud landais.

Groupe n° 12 : (11 relevés). Station à Lis de mer (*Pancratium maritimum*) de l'extrême sud landais.

La répartition géographique de ces communautés végétales est schématisée sur la figure 2.

Chaque groupe est présenté sous la forme d'un tableau des espèces et de leur fréquence (voir exemples des groupes 1, 2 et 3 dans l'article « Paysage des dunes littorales non boisées de la côte atlantique », en 1ère partie). Chaque groupe (et sous-groupe) de végétaux est relié à des conditions morphologiques et dynamiques, il existe une très bonne corrélation entre communautés végétales et unités élémentaires du paysage.
On distingue les espèces caractéristiques (les plus fréquentes et les mieux réparties entre les sous-groupes), les différentielles de sous-groupes (très souvent apparaissent des variantes nord et sud du Bassin d'Arcachon) et les espèces « complémentaires ».

➢····· III - Discussion – Conclusion

Cette première étape du suivi a permis de mettre au point une méthode pratique susceptible d'être étendue à un domaine plus large. C'est la comparaison d'états successifs qui apportera au gestionnaire des indications sur l'évolution du milieu sur lesquelles il pourra appuyer et infléchir ses choix techniques.
Ce travail de suivi est relativement lourd, il exige une grande rigueur et une poursuite sur le long terme. Une collaboration scientifique aux stades de la définition des protocoles et de l'analyse des résultats est très souhaitable.
La comparaison de relevés successifs est toujours délicate, c'est rarement le même observateur qui peut réaliser les relevés, et en milieu naturel un repérage précis n'est par toujours aisé à maintenir. Les matériels GPS apportent une réponse partielle à cette difficulté.
Le deuxième suivi sera calé rigoureusement sur les transects du premier (repérés sur le terrain et sur photos aériennes), par contre les stations de relevé ne seront pas systématiquement superposées aux précédents, il ne faudra pas comparer les relevés entre eux, mais uniquement les transects.
Ce suivi systématique selon une méthode homogène mérite d'être complété par des suivis ciblés sur des questions particulières et des problèmes identifiés : espèces menacées, faciès à caractère particulièrement indicateur (avant-dune par exemple).

➢····· IV - Bibliographie

- Favennec J., Duffaud M-H., Cotten L., Treton N. (1999). *Les paysages et communautés végétales des dunes littorales non boisées d'Aquitaine*. Premiers résultats d'un suivi mis en place par la Direction Régionale ONF de Bordeaux ; O.N.F. document interne, 122 pages.

LE « SOMMIER DE DUNE », UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE POUR LE SUIVI ET LA GESTION PRÉVISIONNELLE DES DUNES NON BOISÉES DU LITTORAL AQUITAIN.

Dah Dieng
Docteur en géographie
9, rue Marbotin - 33000 Bordeaux
Tél. 05.56.91.91.63 - Email : dahdieng@yahoo.fr

Résumé :
Afin de mieux gérer le littoral aquitain, en perpétuel remodelage, l'ONF a choisi de s'équiper d'un outil moderne de gestion de l'espace. Son S.I.G. archive, gère et localise de manière précise tout ce qui se passe sur les dunes non boisées. Il mémorise aussi périodiquement la limite de la mer. Conçu pour bien connaître et gérer, il sera aussi un précieux outil de suivi.

Abstract :
To improve the management of the Aquitaine coast, which is continually being remodelled, the ONF is adopting a modern spatial management tool. The GIS records, manages and precisely locates everything that occurs on the non-wooded dunes. It also periodically memorizes the sea boundary. Designed to perform management tasks, the system will be an invaluable aid for monitoring.

INTRODUCTION

Sur plus de 200 km, de la Pointe de Grave à Biarritz, le littoral sableux aquitain est l'objet d'un perpétuel remodelage par les actions permanentes et conjuguées de la houle, des marées, du vent et de l'Homme. Depuis bientôt deux siècles, diverses mesures de protection et d'aménagement du littoral ont successivement été engagées par l'Etat (les Ponts-et-Chaussées d'abord puis les Eaux-et-Forêts devenus Office National des Forêts). Il en résulte un important potentiel d'expériences et une connaissance approfondie du milieu.

Si les dunes du littoral paraissent homogènes dans leur ensemble, elles cachent de grandes variations du nord au sud et de la côte vers l'intérieur des terres. Cette diversité est certes liée à des facteurs naturels, mais aussi aux processus de mise en place de cet écosystème et à ses différents modes de gestion.

Malgré la bonne connaissance de l'évolution globale et des principales mutations du littoral aquitain, la multiplicité des expériences dans le temps et à différents endroits rend de plus en plus difficile la corrélation entre diverses informations provenant souvent de sources et d'acteurs divers. Afin d'éviter l'importante déperdition de l'information et de la connaissance du milieu qui peut en résulter, l'ONF a envisagé la mise en place d'un suivi chronologique et spatial structuré de tous les événements naturels ou interventions anthropiques sur les dunes non boisées du littoral aquitain. Le choix s'est alors porté sur un système d'information géographique.

I - POURQUOI UN SIG SUR LE LITTORAL AQUITAIN ?

Un système d'information géographique (SIG) est un outil permettant, à partir de diverses sources (photographiques, cartographiques, alphanumériques, levés de terrain...) de rassembler et organiser, de structurer et d'analyser, de gérer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace.[1]

[1]Définition modifiée par nous même, de la Société française de photogrammétrie, in Guide économique et méthodologique des SIG, Michel DIDIER et Catherine BOUVEYRON, HERMES, 1993.

Devenu indispensable pour une gestion structurée de l'espace, cet outil d'aide à la décision, a la capacité de gérer d'importantes quantités d'informations sous forme de bases de données reliées à une carte, et de restituer "à la demande", une cartographie dynamique et automatique se mettant à jour après chaque modification.

Le " Sommier-Dune ", une logique forestière pour le SIG littoral.

Comme pour chaque forêt qu'il gère, l'ONF dresse un " sommier " qui est un registre manuscrit où sont notées toutes les interventions réalisées, les événements et les évolutions majeures du patrimoine et des écosystèmes. Ce sommier constitue ainsi une véritable mémoire de la forêt et des espaces dunaires. Il constitue un vecteur important d'une gestion durable permettant la transmission des connaissances et des expériences aux différentes générations de gestionnaires (D. Martin 1997).

La gestion des écosystèmes dunaires non boisés s'inscrira dans la même logique. Ainsi, le cordon dunaire littoral sera subdivisé en "Parcelles-Dunes" par allusion aux parcelles forestières, unités de gestion.

Le "Sommier-Dune" permettra de regrouper de façon homogène les informations qui concernent les travaux d'entretien des dunes, l'évolution de leurs caractères écologiques, ainsi que les événements marquant leur histoire.

Les principaux objectifs de ce sommier sont, selon Jean Favennec[2] de :

- communiquer entre les niveaux d'organisation et entre les responsables successifs en poste sur le terrain,
- justifier concrètement de l'usage des crédits publics,
- évaluer l'efficacité des actions engagées,
- permettre une analyse scientifique de ces actions en relation avec l'évolution du milieu.

Le "Sommier-Dune" de l'ONF cherche d'abord à faciliter et à harmoniser la gestion et le suivi du littoral aquitain. Comme outil de gestion prévisionnelle, il vise aussi à plus long terme, une meilleure capacité à comprendre le fonctionnement de la côte et ainsi anticiper sur les configurations futures.

II - Quel SIG pour le littoral ?

De par leur diversité et leur grande polyvalence, les applications SIG ne peuvent pas être présentées de manière exhaustive et chaque système reflète la particularité de ses objectifs et la précision de ses moyens. La mission qui nous a été confiée (de mettre en place techniquement le SIG littoral), comporte plusieurs axes dont les principaux, définis par le cahier de charges de l'ONF sont :

- concevoir un modèle de suivi et de cartographie du mouvement du trait de côte,
- mettre en place un référentiel cartographique de grande précision, avec les différents types de faciès du littoral et éventuellement leurs divers degrés de stabilité,
- intégrer dans le SIG tous les travaux d'aménagement, de protection et de suivi déjà existants pour constituer un état des lieux de départ (année 0),
- concevoir un modèle de suivi sur le terrain et de mise à jour proche de la méthode de travail habituelle des agents et techniciens de l'ONF.

II.1 - Un référentiel cartographique à grande échelle pour les besoins du SIG littoral.

Un SIG fonctionne avec des cartes ou plans numériques et géoréférencés. Il existe actuellement des produits opérationnels comme le SCAN 25 de l'IGN. Seulement, l'échelle moyenne de ces cartes (au 1/25000) atteste de l'inexistence de détails terrain et l'inexactitude de l'ensemble dunaire du littoral. L'un des objectifs du SIG "Sommier-Dune" est de suivre de manière précise tout le littoral. Pour ce faire, l'ONF a choisi de se doter d'un référentiel cartographique d'une grande précision, permettant une identification exacte, une localisation précise et une analyse fine de tous les éléments ponctuels, surfaciques ou linéaires de la zone concernée.

Le document de référence qui a été choisi est une couverture complète de photographies aériennes récentes (mission de juin 1998 au 1/8000) couvrant l'ensemble du littoral aquitain. L'échelle et la qualité de la

[2] Responsable de la Mission littoral de l'ONF.

mission ont permis une bonne numérisation et un géoréférencement de grande précision par levés de points au GPS avec post-traitement et correction différentielle. Par rapport à l'échelle des photos aériennes, les marges d'erreurs des levés GPS sont insignifiantes, de 1 à 3 m sur le terrain soit 0,125 à 0,375 mm sur une photo (***fig. n° 1***).

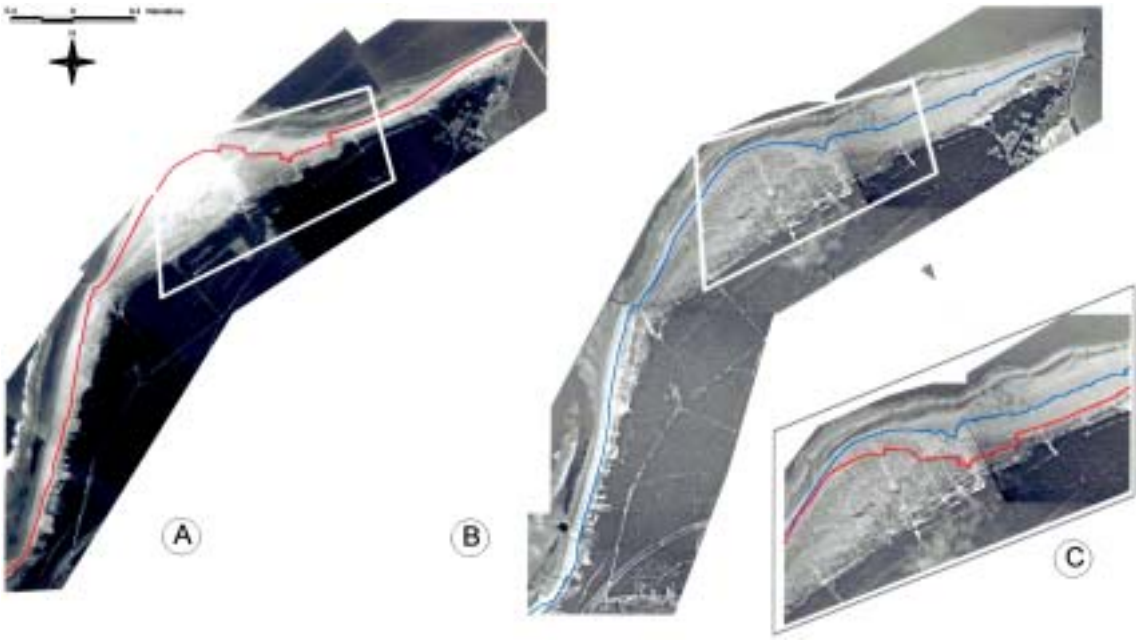


Figure 1 : Photos aériennes géoréférencées et localisation du trait de côte entre 1985 et 1998 (Pointe de Grave)
A – Photos aériennes et trait de côte 1985
B – Photos aériennes et trait de côte 1998
C – Photos aéreinnes 1997 et superposition des traits de côte.

II.2 – Une cartographie interactive du mouvement du trait de côte.

Par trait de côte, il faut comprendre *grosso modo* la limite des plus hautes eaux. Quelques critères ont été retenus pour déterminer cette ligne imaginaire souvent difficile à placer sur le terrain :
- en présence de falaise vive, elle est matérialisée par le pied de la falaise,
- en présence de dunes embryonnaires ou banquettes à *Agropyrum*, c'est la limite ouest de ces micros reliefs marquées par une couverture végétale pérenne.

Le mouvement du trait de côte est la matérialisation de la limite des eaux marines entre deux dates. Il permet ainsi d'identifier les secteurs d'équilibre et de déséquilibre et de déterminer différents degrés d'érosion marine. Pour le "Sommier-Dune", il permet aux agents et techniciens de terrain de cibler plus judicieusement les secteurs prioritaires à protéger, de suivre et d'évaluer ultérieurement l'impact des travaux sur l'avancée ou le recul du trait de côte.

Apprécier le mouvement du trait de côte suppose d'abord sa localisation sur deux années différentes. Une mission de photographies aériennes plus ancienne (1985, au 1/5000) a été utilisée comme année de référence pour l'estimation du déplacement du trait de côte entre les deux années 1985 et 1998.

La cartographie du mouvement s'est faite d'abord par photo interprétation du trait de côte pour chaque couverture aérienne (***fig. n° 1 : A et B***), ensuite l'exploitation par la superposition des deux traits de côte et leur croisement. La résultante de ce croisement est un trait de côte renseigné, indiquant sur tout le littoral la position (avancée à l'intérieur des terres ou recul) du trait de côte le plus récent (1998) par rapport à sa position la plus ancienne (1985). Mieux encore, cette résultante appelée "mouvement du trait de côte" précise l'intervalle de distance d'avancée ou de recul du déplacement du trait de côte (5 à 10 m, 10 à 20 m, …) entre ces deux années (***fig. n° 2***).

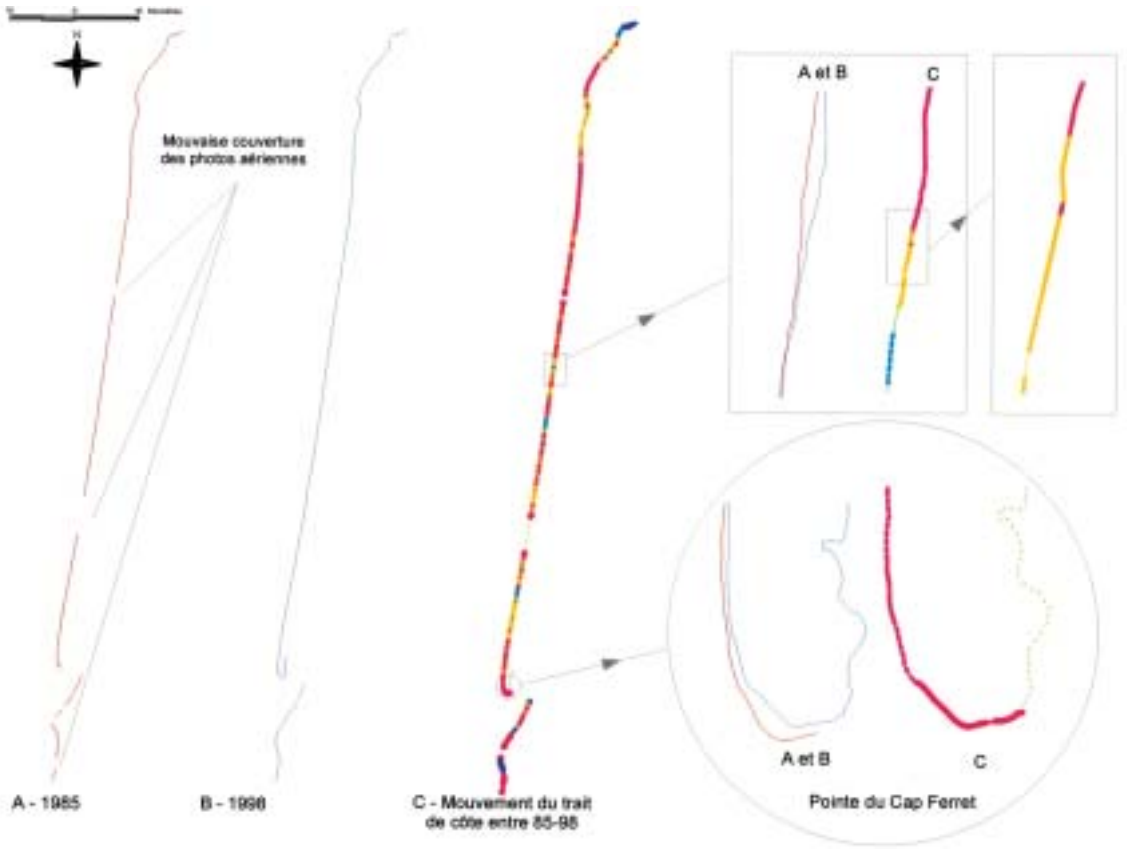


Figure 2 : Cartographies du mouvement du trait de côte entre 1985 et 1998 en Gironde

Cette cartographie dynamique ressort les différents secteurs d'avancée, de stabilité ou de recul offrant ainsi la possibilité de corrélation simple et directe du mouvement du trait de côte avec les particularités de la dune (largeur, hauteur, faciès, stabilité...), mais aussi avec les secteurs sensibles (forte pression anthropique, fréquentes érosions marines…).

II.3 - Une cartographie dynamique à précision variable selon les besoins.

La photo interprétation et la digitalisation des différents types de faciès dunaires ont été faites selon deux niveaux de précision :

- sur l'ensemble du littoral, une volonté de classification simple, facile à identifier sur le terrain et claire (restitution non surchargée) a conduit à une réduction des faciès en trois types (fig. n° 3 A) :
  - la dune blanche, au sens large, regroupant toute la partie supérieure du "plateau" dunaire et ses deux versants,
  - la dune grise (lettes incluses), constituée par la dépression située immédiatement à l'est du cordon dunaire,
  - et la frange forestière limitant à l'est la bande côtière.

- sur certains secteurs qui font l'objet d'une **étude détaillée**, une analyse plus fine fait ressortir en plus des trois faciès précités ***(fig. n° 3 B)*** :
  - une classification de la surface du sol par importance et nature de la couverture végétale,
  - une classification par degré de stabilité du sol,
  - ces deux classifications permettant d'élaborer par la suite une carte écodynamique.

Figure 3 : Cartographie des faciès

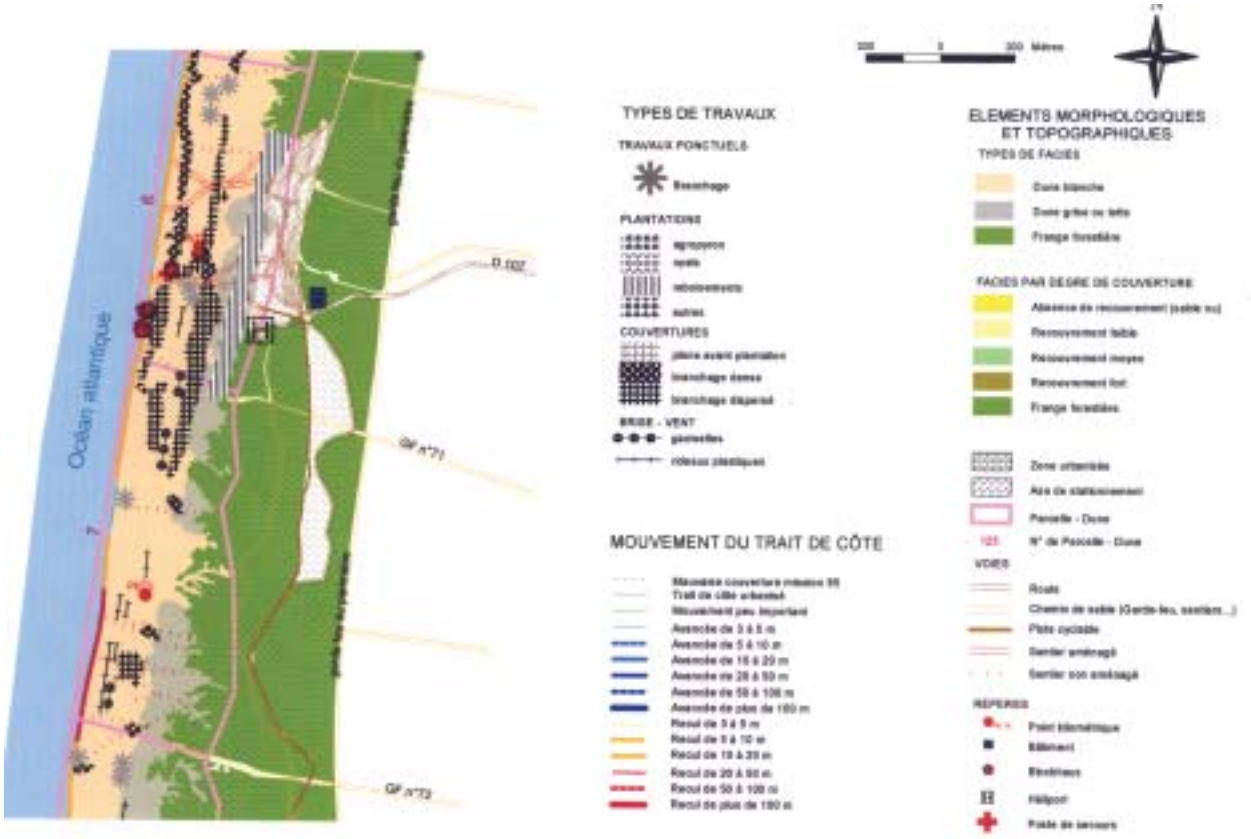


Figure 4 : Représentation des travaux d'entretien des dunes littorales domaniales

➢····· III – TENUE, MISE À JOUR ET EXPLOITATION DU SOMMIER DES DUNES NON BOISÉES

Une restitution cartographique à grande échelle localisant tous les repères visibles sur le terrain à leur endroit précis, jumelée avec un assemblage de photos aériennes du même secteur à la même échelle, sert de document de travail aux agents et techniciens sur le terrain.
La grande facilité de repérage et de localisation sur le terrain qu'offre ce support de travail leur permet d'y intégrer plus aisément tous les travaux et de tenir à jour plus rapidement leur "Sommier-Dune".

Les travaux effectués sur le cordon sont représentés suivant une charte graphique et localisés sur la carte à leur emplacement précis sur le terrain (***fig. 3 et 4***). Parallèlement, une fiche de suivi est tenue pour tout travail effectué afin de renseigner la base de données des travaux (nature des travaux, code des travaux, description, localisation, quantité, date, coût…).

Une mise à jour périodique est effectuée aussi bien sur l'état du cordon dunaire que sur l'ensemble des travaux effectués sur le littoral.
Toutes ces informations constituent une base de données sur le littoral dont l'exploitation et les différents traitements permettent de faire des corrélations entre le mouvement trait de côte, l'état de la dune et les travaux d'aménagement et de protection.

Les analyses, comparaisons et croisements d'informations permettront plus facilement de dégager des conclusions sur les méthodes et techniques mises en oeuvre pour l'aménagement et la gestion du littoral.
Outre la capacité de gestion, la rapidité d'accès et de restitution de l'information, le SIG "Sommier-Dune" facilite une meilleure compréhension des secteurs d'équilibre, de déséquilibre et des phénomènes qui se produisent sur le littoral. Son énorme potentialité d'archivage et sa rapidité de mise à jour des informations offrent un cadre fédérateur d'échanges et de partenariat entre les différents acteurs sur le littoral. Il constitue ainsi un formidable outil pour mieux coordonner, cibler et orienter les interventions, de manière à justifier les futures réalisations.

Le SIG "Sommier-Dune" constitue un des volets de l'**Observatoire de la côte aquitaine** en cours de mise en place par la Région Aquitaine. Il permettra de suivre l'évolution physique de toute la côte sableuse d'Aquitaine et sera un **outil de gestion**, d'**études**, de **recherches** et surtout d'**aide à la décision.**

➢····· IV - BIBLIOGRAPHIE

- BRGM - IFREMER (1999). Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte Aquitaine. Etude pour la Région dans le cadre du Contrat de plan. Phase 1 (1997), phase 2 (1999), et phase 3 (2001).
- Didier M. et Bouveyron C. (1993). *Guide économique et méthodologique des SIG*, HERMES, 330 pages.
- Dieng D. (1999). Mise en place d'un Système d'Information Géographique pour le littoral aquitain : le Sommier -Dune. Application à une zone test (le nord Médoc). Bureau d'Etudes Aquitaine, Direction Régionale de l'ONF, Bordeaux, 23 pages.
- Martin D. (1997). Utilisation de l'outil S.I.G. pour le suivi du littoral aquitain et la collecte des données de terrain. Mémoire de maîtrise, Université de Bordeaux , 121 pages.

RÉFLEXIONS EN VUE DE L'ÉLABORATION D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES DUNES NON BOISÉES DU LITTORAL AQUITAIN

Marc-Henri Duffaud
Responsable de l'Unité Nature de la DIREN de Basse-Normandie
Le Pentacle – Avenue de Tsukuba – 14209 Hérouville Saint Clair cedex
tél. : 02.31.46.70.00 - fax : 02.31.44.72.81

Résumé :
Edifice d'origine en partie anthropique édifié au début du XIX^{éme} siècle et accueillant une diversité biologique spécifique, la dune littorale non boisée d'Aquitaine est à l'interface des patrimoines historique, paysager et naturel de cette côte.
Sa situation particulière, confrontée à l'influence marine (dynamique, salinité..) fait de sa gestion quotidienne un exercice délicat.
Le but de notre réflexion est de donner des pistes pour l'élaboration d'un outil d'évaluation de l'état de la dune pour son entretien, et son maintien dans un état optimal. Encore faut-il au préalable s'accorder sur cet optimum, en terme de maîtrise de la dynamique naturelle des cordons littoraux et de variété des paysages végétaux.
Il est donc proposé de bâtir une grille multicritères croisant des considérations de stabilité superficielles des sables et de richesse biologique. On s'aperçoit alors que la végétation, par son recouvrement et par sa composition floristique peut être un indicateur dont le suivi permet d'intégrer l'ensemble des ces paramètres.
Le propos ici est d'ouvrir le champ de réflexions futures, et la recherche pour aboutir à un outil opérationnel passe nécessairement par des investigations et des expérimentations grandeur nature.

Abstract :
A man-influenced product of the early 19th century, now home to specific biological diversity, the non-wooded coastal dunes of Aquitaine are at the interface between the historical, landscape and natural heritages of the area. Their specific features, due to marine influence (dynamics, salinity, etc.), make managing them on a daily basis a delicate exercise.
This article aims to open up avenues for exploration towards producing a tool for assessing the state of the dune so that it can be maintained in an optimum state. Exactly what is meant by an optimum state will need to be agreed beforehand, in terms of the amount of control of the natural dynamics of coastal dunes and the variety of plant landscapes.
A multi-criteria grid is proposed in which surface sand stability considerations can be cross-matched with biological diversity. This system reveals that the cover and floristic composition of the vegetation can be an indicator for monitoring all the parameters.
The aim is to broaden the horizon for future discussion. Research to produce an operational tool will necessarily involve full-scale investigations and experiments.

INTRODUCTION

Au cours de l'année 2000, à la demande de l'O.N.F., nous avions entamé une réflexion sur l'élaboration d'un outil d'évaluation de l'état des dunes non boisées du littoral aquitain. Encore fallait-il au préalable définir le « bon » état pour de tels édifices.

On verra dans ce qui suit que l'on peut envisager deux points de vue ; l'un basé sur une approche patrimoniale, l'autre prenant en compte la dynamique. L'analyse des divergences et des convergences de ces deux approches mène à l'élaboration d'une grille qui pourra servir d'outil de gestion de ce milieu si particulier.

I - Analyse patrimoniale de l'état de la dune non boisée

Le patrimoine naturel d'une portion de dune littorale peut être évalué à l'aune de la diversité des formes que l'on rencontre tout au long du profil et de sa richesse biologique (nombre d'espèces végétales et de types de végétation).

I.1 - Variété morphologique

La dune littorale non boisée d'Aquitaine, édifice anthropisé et rectiligne, détermine un paysage particulier lié à l'histoire et à la culture de cette côte. Si la diversité des formes s'est imposée, après près de deux siècles d'existence et de gestion, du fait, en particulier de l'abandon de la pratique des remodelages lourds depuis une vingtaine d'années, elle n'entrait pas, au départ, dans les objectifs ayant amené à son élaboration.

Pour autant, on doit constater aujourd'hui cette variété. Elle se manifeste suivant un gradient nord-sud lié à des variations lithologiques, géologiques et phuviométriques entre la Pointe de Grave et l'Adour. La dynamique marine locale intervient également dans la genèse de familles de profils (cf. typologies diverses : Duffaud - 1996 ; Favennec, Duffaud, Cotten et Treton - 1999).

Par ailleurs, sur un profil donné, une succession de microformes se rencontre de l'ouest vers l'est. Elles sont le résultat de l'action éolienne qui contribue à accentuer les différentes pressions locales que peut subir la dune (pression anthropique : fréquentation et travaux d'entretien, dynamique marine locale).

I.2 - Diversité biologique

La flore et la végétation de la dune littorale présentent des composantes spécifiques de ce milieu. La richesse végétale peut, en premier lieu, être évaluée sur la base du nombre d'espèces présentes. C'est une approche assez intuitive qui achoppe à la réflexion sur le problème d'une nécessaire cotation patrimoniale des espèces.

En effet, on va rencontrer différents types de végétaux :

- Les espèces des zones soumises aux mouvements de sables importants de la dune embryonnaire aux pelouses semi-stabilisées des zones de transit modéré. Ce sont les seules espèces vraiment inféodées au milieu dunaire. Parmi celles-ci certaines sont répandues sur de nombreux littoraux (*Ammophila arenaria*, *Elymus farctus*), d'autres sont spécifiques des dunes atlantiques françaises (*Linaria arenaria*), d'autres enfin endémiques du sous secteurs du littoral aquitain (*Hieracium eriophorum* - au sud du bassin d'Arcachon -, *Alyssum loiseleuri* - sur une aire restreinte du sud des Landes.)

- Les espèces des pelouses dunaires stabilisées qui sont en général des pionnières thermophiles pouvant se rencontrer dans d'autres types de milieux (*Helichrysum stoechas*...).

- Les espèces ubiquistes ou opportunistes qui colonisent aussi les milieux dunaires.

- Les espèces rudérales ou nitrophiles, installées sur les dunes littorales à l'occasion de perturbations.

Au-delà de la composition floristique, le patrimoine végétal de la dune non boisée se manifeste également par l'expression de faciès végétaux. Ils sont en général spécifiques des milieux dunaires, y compris dans les zones d'arrière-dunes stabilisées. Certains peuvent cependant présenter des éléments d'habitats rudéralisés ou à composante nitrophile marquée.

I.3 - Valeur patrimoniale

De ce qui précède, il ressort que la composante morphologique et la composante biologique doivent entrer en ligne de compte pour l'évaluation du patrimoine d'une portion dunaire. Malheureusement, la relation entre ces deux formes de diversité n'est pas linéaire. En effet, une portion de dune dévégétalisée pourra présenter une grande variété de formes (déflation en front de dune, accumulation sommitale,

envahissement et saupoudrage dans la lette) mais un profil végétalisé offrira autant de niches à divers types de faciès végétaux qu'il présente de figures morphologiques.

La question de la cotation des espèces et des formations végétales en terme de valeur patrimoniale passe par la définition de l'échelle sur laquelle porte la réflexion. Raisonne-t-on sur le littoral aquitain, voire sur des subdivisions géographiques plus fines ? Les limites doivent-elles être biogéographiques ou administratives (niveau de réflexion des outils de protection réglementaire des milieux et des espèces) ?

II - Dynamique dunaire

Le rôle historique primordial de la dune littorale non boisée est la protection des boisements installés sur les dunes mobiles naturelles pour les stabiliser. Il s'agit donc de retenir les sables déposés par l'océan sur l'estran et, de là, mobilisés par le vent.

Dans cette optique, c'est la stabilité globale du profil qui correspond à un bon état de la dune. Cette stabilité reste toujours relative à une échelle réduite. Il s'agit d'un équilibre entre les différents facteurs de géomorphogénèse (action de la mer et du vent comme facteur de mobilisation du sable, végétation comme élément de stabilisation) qui fait que le profil dans son ensemble évolue peu et lentement.

Cet état de relative stabilité est précédé d'une phase dynamique dite progressive qui correspond à l'évolution, à partir d'un état d'instabilité marqué sur le tronçon, vers une phase de stabilité superficielle, généralement du fait du développement de la végétation. A contrario, la phase de dynamique régressive voit une ou plusieurs perturbations provoquer une instabilité superficielle, d'abord ponctuelle, puis pouvant affecter l'ensemble du profil, avec disparition progressive de la végétation.

C'est d'ailleurs l'état et l'évolution de cette végétation qui peuvent être utilisés comme indicateur de la dynamique dunaire.

On devra également définir sur le profil, une succession complète ordonnée de faciès végétaux, assurant une meilleure stabilité immédiate et une plus large capacité de réponses aux perturbations. Des lacunes dans cette succession ou des inversions dans l'ordre des faciès de l'ouest vers l'est pouvant être interprétées comme des signes d'évolution régressive.

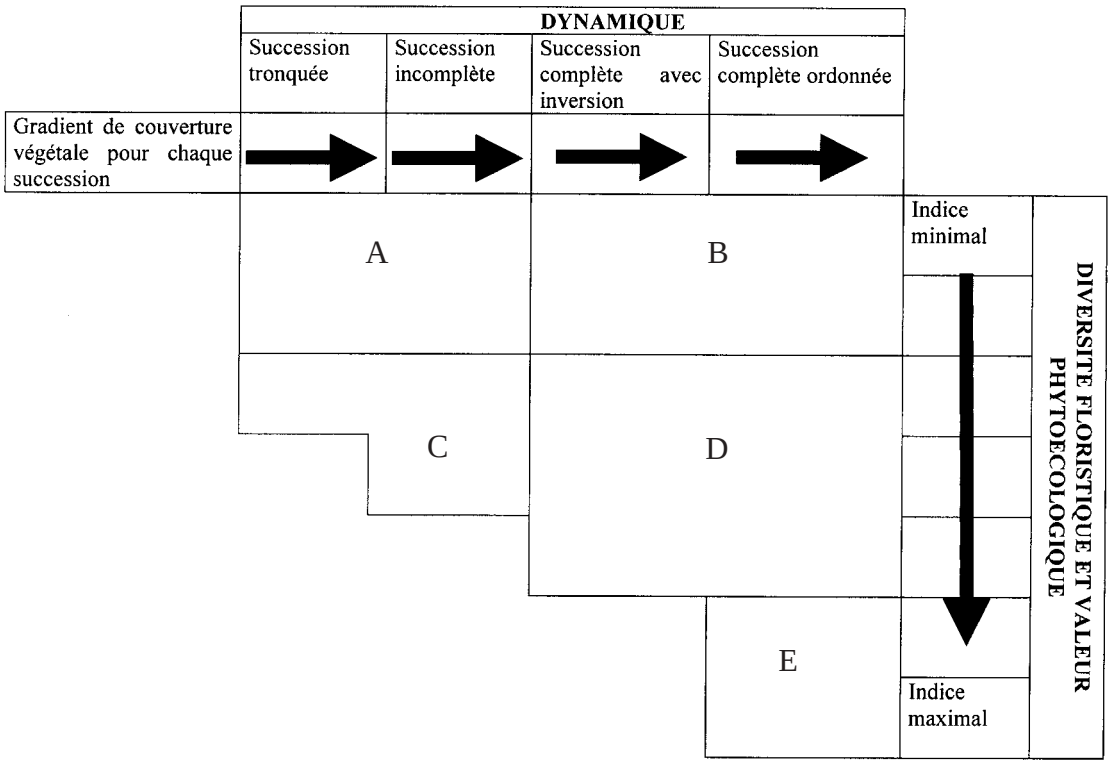
III - Ebauche d'une grille d'évaluation patrimoniale de la dune littorale non boisée.

Il ressort de ce qui précède qu'une grille multi-critères, croisant une évaluation de la stabilité superficielle des dunes littorales non boisées à leur richesse patrimoniale, peut être envisagée comme outil de gestion.

Sur le plan de la stabilité, l'état optimal est celui qui comporte la succession la plus ordonnée et la plus complète possible. Une inversion dans l'ordre des faciès est un premier indice de dysfonctionnement. Vient ensuite la succession incomplète quoique ordonnée. La succession tronquée est incomplète du fait de l'attaque du versant océanique de la dune par la mer et génère les plus grands risques d'instabilité. Au sein de chaque type, la couverture végétale globale est un sous critère supplémentaire.

Du point de vue de la diversité biologique, la question d'un indice patrimonial par tronçon étudié repose sur une réflexion tenant compte de la richesse optimale en espèce par faciès (qui est moindre dans les formations des sables mobiles), de la rareté biogéographique des formations et du degré d'artificialisation de la zone. Une question cruciale reste celle de l'échelle d'évaluation pour un tronçon donné, suivant que l'on raisonne sur la globalité du littoral aquitain, sur différents sous secteurs ou au contraire dans une démarche englobant l'ensemble des côtes atlantiques française en tant qu'entité biogéographique cohérente.

Un modèle théorique tel que celui qui suit (**tableau 1**) peut être proposé. Il comporte cinq classes d' « états » de la dune, en première approche, car il semble qu'un outil de gestion courante des espaces naturels ne doive pas multiplier les classes et les critères pour garder un caractère opérationnel.



Les cinq situations envisagées dans cette grille sont les suivantes :

	Etat de la dune	Végétation	Gestion
A	Dune littorale déstabilisée	Faible diversité.	Action phytostabilisatrice, puis suivi.
B	Dune sub-stabilisée	Faible diversité.	Suivi à courte période pour qualifier la dynamique : • dynamique régressive : intervention sur les foyers de déstabilisation. • dynamique progressive : surveillance régulière.
C	Dynamique perturbée.	Bonne diversité végétale et de faciès.	Intervention ponctuelle sur les foyers de déstabilisation puis suivi régulier.
D	Dune sub-stable.	Diversité biologique moyenne.	Suivi à courte période pour qualifier la dynamique : • début de phase régressive : intervention légère sur les foyers de déstabilisation. • fin de phase progressive : suivi régulier. • équilibre en zone de faible richesse biologique : suivi.
E	Dune stabilisée.	Grande diversité biologique	Suivi léger.

Tableau 1 : Modèle théorique de grille d'évaluation patrimoniale des dunes littorales

IV - Conclusion

L'ensemble des réflexions qui précèdent restent hypothétiques. Elles sont basées sur notre expérience du terrain et des recherches bibliographiques, mais elles doivent être confrontées, dans un protocole expérimental réfléchi, à la réalité du terrain.

C'est un travail de longue haleine, qui permettra, sur plusieurs années de recherche, d'affiner les critères envisagés ici, par l'inventaire et le suivi sur des secteurs tests.
La richesse biologique et paysagère du littoral aquitain mérite évidemment ces efforts.

GRILLE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES DUNES NON BOISÉES DU LITTORAL GIRONDIN.

Guillaume Février
Ingénieur en Environnement
Penvern - 56400 Plougoumelen

Résumé :
Dans un contexte de gestion souple permettant la conservation d'une mosaïque dunaire dans laquelle une place importante est laissée à l'expression de la dynamique naturelle, le gestionnaire a besoin de suivre l'état de conservation du milieu, et donc de disposer d'outils d'évaluation.
Cette étude (mémoire de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes), encradrée par la Mission Littoral de l'ONF, a consisté en la réalisation d'une grille d'évaluation de l'état de conservation des dunes non boisées du littoral girondin : basée sur une nouvelle approche paysagère ainsi que sur une analyse plus locale des caractéristiques écosystémiques de la dune, la grille organise la notation d'une sélection de critères indicateurs de l'état du milieu dunaire.
Une première version de cette grille, regroupant un premier ensemble de critères morphologiques et végétaux, appliquée sur différents sites girondins, a montré que les seuls critères végétaux étaient majoritairement révélateurs de l'état dunaire, ce qui a abouti à une version épurée de l'outil. La grille retenue comporte ainsi trois notes évaluant le paysage, les traits végétaux, ainsi que le degré des interventions anthropiques sur chaque site.
A l'avenir, les liens entre qualité paysagère et qualité des variables locales, ainsi que les mécanismes précis des impacts de l'homme sur la dune, devront être développés, afin de simplifier encore la démarche d'évaluation des milieux dunaires littoraux.
Mots clés : Gironde, dune, conservation évaluation, dynamique, paysage, végétation.

Abstract :
In a context of soft management allowing the conservation of a sand dune mosaïc, emphasizing on natural dynamics, the manager needs to assure a monitoring of the state of conservation of sandy areas, which implies to give him some assessment tools of this state.
This study consisted in realizing an assessment checklist of the state of conservation of the non wooded sand dunes of Gironde's littoral : based on a new landscape analysis approach, combined with a study of local ecosystemic parameters, the checklist gathers a group of indicative criteria of the general state of sand dunes
A first version of this checklist, which gathered some morphologic and vegetal parameters, and which has been tested on different sites within the Gironde's littoral, showed that vegetation criteria were good assessers of general sand dune state, which conducted to a shorter checklist, by suppressing the morphologic parameters. The definitive version of the checklist contains three notes, judging of landscape, vegetation features, and impacts of human events on the sites.
In the future, the links between landscape quality and local criteria quality, and the precise mecanisms of human impacts on sandy dunes will have to be developped, in order to make the assessment of non wooded coastal dunes even more simple.
Key words : Gironde, dune, conservation, assessment, dynamics, landscape, vegetation.

INTRODUCTION

Le mode actuel de gestion des dunes non boisées du littoral aquitain donne au paysage dunaire un degré de « naturalité » plus élevé que par le passé, ce qui revient à le rapprocher d'un état marqué par une présence moindre de signes de perturbations dues à l'homme (Ratcliffe, 1997, in Lecomte, 2001). La gestion devant s'appuyer sur la dynamique naturelle plutôt que de s'y opposer (Favennec, 1996), il s'agit de mettre en place une « préservation dynamique » de la dune (de Ruig *et al*., 1997). L'objectif majeur de cette gestion conservatoire (conservatrice d'un paysage, et non d'un territoire fixe) est donc de rapprocher l'état du milieu dunaire d'un état jugé optimal ou état de référence (Aronson et Le Floc'h, 1995), caractérisé par une mosaïque paysagère constituée de portions dunaires plus ou moins stables (Février,

2001), permettant, lorsqu'il se manifeste, d'autoriser le recul progressif du corps dunaire vers l'intérieur des terres. La définition de cet état de référence est délicate, pour éviter trop de subjectivité, le choix se référera à des situations observées sur le terrain et considérées comme optimales. Ce sont celles qui combinent la succession potentielle la plus complète d'écosystèmes et de faciès morphologiques et végétaux. Une telle mosaïque dunaire présente en outre un intérêt en terme de diversité : esthétique, en écosystèmes, d'associations végétales et d'espèces (Blondel, 1995, in Lemauviel, 2000).

La gestion de ces milieux, intégrant par ailleurs les utilisations anthropiques des dunes non boisées, et bénéficiant de la connaissance de références en matière d'état de conservation, doit être accompagnée également d'un suivi régulier de l'état du milieu. Ceci implique alors de pouvoir évaluer cet état de conservation, de manière répétée dans le temps et l'espace, afin d'apprécier l'originalité d'un site au sein d'un territoire plus varié, de le comparer à d'autres sites (De Foucault, 2000) ; ou enfin de comparer plusieurs états successifs afin de connaître l'évolution dans le temps de son patrimoine (Favennec *et al*., 1998). Le recensement des sites d'intérêt dans le cadre du programme européen Natura 2000 nécessite également d'évaluer les caractéristiques patrimoniales du milieu.

Cette étude, réalisée en 2001, et centrée sur les dunes non boisées du littoral girondin, a consisté à mettre au point un outil d'évaluation de l'état de conservation du milieu sous forme de grille, basée sur une analyse multi-échelles et multi-critères de la dune, qui permettrait une évaluation simple et répétée du milieu : la première phase, consistant en l'élaboration de la grille, a été relayée par une campagne de terrain ayant permis d'améliorer et de simplifier la grille préalablement définie. Les points abordés concernent cette version définitive qui est présentée dans cet article : toutefois, certaines évolutions importantes, issues du test de la grille, par rapport à sa première version, seront expliquées.

I - Principes généraux de la grille d'évaluation

(voir grille d'évaluation en annexe)

I.1 - Echelles d'évaluation

L'état optimal recherché au niveau des dunes non boisées est caractérisé par une « mosaïque mouvante » de portions plus ou moins stables, en perpétuelle évolution. Il est important, dans la notation du milieu dunaire, de tenir compte d'une certaine globalité, jugeant de la qualité d'une telle mosaïque dynamique, impliquant parfois la réduction d'un habitat à un endroit donné, accompagnée de sa recréation à un autre endroit (Valentin-Smith *et al*., 1998). La première étape d'évaluation du milieu s'oriente alors autour d'une nouvelle approche paysagère, basée sur l'analyse de portions de paysage homogènes, appelées Unités Paysagères (UP). Le paysage est ici entendu au sens de Forman et Godron (1986 ; in Baudry et Burel, 2000), c'est-à-dire comme une portion de territoire hétérogène composée d'ensemble d'écosystèmes en interaction qui se répètent de façon -plus ou moins- similaire dans l'espace.

Cependant, la simple analyse globale du paysage n'est pas suffisante et la deuxième étape de l'évaluation organise le relevé de critères à une échelle plus locale. Un « transect large », d'une centaine de mètres de largeur, représentatif de l'unité paysagère évaluée, permet ainsi de relever les critères écologiques au sein des écosystèmes. Au sein de ce transect large (TL), l'évaluation se fait par compartiment, entité qui peut être définie comme une partie ouest-est de la dune marquée par un même degré de mobilité des sables, un cortège végétal et un fonctionnement dynamique caractéristiques. A l'intérieur de chaque compartiment, la notation se fait par faciès, notion qui se rapproche de celle d'habitat, et qui sera développée par la suite.

La notation de chaque critère se fait selon la même méthode : en fonction de sa valeur, il est rangé dans une classe, et une note lui est attribuée : cette note est déterminée en fonction du degré d'éloignement du critère de l'état optimal défini (on se reportera à Février, 2001, pour une description complète de cet état optimal).

I.2 - Sélection des critères de l'évaluation

La grille doit être un outil simple à appliquer, elle ne doit pas être exhaustive. Ainsi, un premier ensemble de critères qui paraissent bons indicateurs de l'état du milieu dunaire ont été sélectionnés. Ce choix s'est fait via différentes sources (bibliographiques, entretiens, visites sur le terrain…). Les critères retenus l'ont

été en raison de leur caractère indicateur et de l'importance qui leur est accordée en matière de conservation dunaire. Il était également nécessaire de disposer de variables simples à relever.

La première version de la grille combinait un ensemble de critères végétaux et morphologiques. Les critères faunistiques, nécessitant un effort de terrain conséquent ainsi que des connaissances développées notamment en entomologie dunaire, n'y interviennent pas. Le nombre de critères au départ était toutefois assez important, car il était intéressant, après analyse des données issues d'une phase d'application de la grille sur le terrain, de tester des liens entre les variables.

La phase de test de la grille sur différents sites au sein de la Gironde a permis de montrer qu'une corrélation positive existait entre les critères de morphologie et de végétation au sein du transect large : ainsi, le choix a été fait de supprimer, à cette échelle, les relevés morphologiques. Par ailleurs, une relation significative a été démontrée entre la richesse spécifique et la valeur patrimoniale des cortèges floristiques : ce dernier critère a également été enlevé de la grille pour la simplifier. Enfin, des critères qui existaient dans la première version, comme la proportion de chaque type d'habitat au sein du transect large ou la qualité de leurs attributs vitaux (caractéristiques nécessaires à la structure et au fonctionnement des écosystèmes) ont été également supprimés, en raison de la redondance qu'ils présentaient suite aux corrélations démontrées avec les critères végétaux de la grille.

I.3 - Adaptation des notes à différentes zones

Lors de l'élaboration de la grille d'évaluation comme de la description de l'état de conservation optimal des dunes non boisées, il a été nécessaire de tenir compte des hétérogénéités existant dans la répartition de certains facteurs au sein de la zone d'étude qui s'étend de la pointe de la Négade au nord jusqu'au Cap-Ferret au sud. Ainsi, au sein de ce secteur, trois zones A , B, et C ont été individualisées, et la notation y a été adaptée. Les critères utilisés pour la segmentation sont : le degré d'érosion marine, la morphologie et le paysage global, la répartition des groupements végétaux ainsi que certains caractères anthropiques. Ceci a abouti à la division suivante :

Pointe de la Négade/Montalivet (zone A)
Montalivet/Le Gressier (zone B)
Le Gressier/Cap-Ferret (zone C)

Figure 1 : carte du secteur d'étude

I.4 - Notice d'utilisation de la grille et périodicité d'évaluation

Une notice explicative accompagne la grille d'évaluation. Elle contient notamment certaines classes de valeurs numériques permettant de situer le rang de quelques critères précis comme par exemple la richesse spécifique d'un faciès végétal.
La grille pourra être appliquée à raison d'une fois par an, assez tôt au cours de l'année (mars-avril) si l'on veut disposer de la présence des espèces vernales, plutôt vers juin si, en un seul relevé, on veut recencer un maximum d'espèces.

II - Déroulement de l'évaluation

Il s'agit ici de se placer en situation d'évaluation afin de décrire chronologiquement les étapes qui président à l'application de la grille.

II.1 - Choix et notation d'une Unité Paysagère

L'unité de paysage à évaluer est délimitée en fonction de critères généraux, qui s'apprécient à grande échelle, et qui sont homogènes au sein de l'unité.

Un premier travail consiste en une analyse de photographies aériennes permettant de délimiter les Unités Paysagères grâce à des critères comme le recouvrement végétal global, la largeur de la dune non boisée, le dessin du contact dune non boisée – dune boisée... Il s'agit en fait d'identifier une entité qui présente un motif qui se répète dans l'espace (Baudry et Burel, 2000).

Cette première phase est affinée par les observations de terrain. Une fois délimitée, l'UP est évaluée selon la notation de critères, qui une fois additionnés, aboutissent à une note jugeant de la qualité paysagère.

II.2 - Choix et notation d'un Transect Large

La deuxième étape de l'évaluation consiste au choix d'un transect large (TL) de 100 mètres de large (N-S), permettant de compléter l'évaluation par des relevés à une échelle plus locale. Celui-ci doit être représentatif des caractéristiques globales observées au sein de l'UP entière : il s'agit de retrouver, sur cette centaine de mètres, les mêmes valeurs de critères que celles déterminées lors de l'évaluation de l'UP.

Puis les compartiments dunaires (avant-dune, cordon de dune blanche, cordon de dune semi-fixée, arrière dune et frange forestière) sont évalués. Dans chacun l'évaluation s'organise par faciès. Un faciès est ici entendu comme une unité homogène au niveau de sa dynamique, de sa végétation et de sa morphologie (notion proche de celle de « station forestière »). Pour chaque nouveau faciès rencontré au sein d'un compartiment, une notation est établie selon la même méthode : dans la version définitive de la grille, seuls les critères végétaux sont évalués. Après détermination du rang de chacun, une note lui est attribuée : l'addition de ces notes aboutit à la note « Vi » du faciès « i ».

Lorsque tous les faciès d'un compartiment ont été relevées et notés, les notes « Vi » sont additionnées afin d'obtenir la note V caractéristique d'un compartiment.
Lorsque tous les compartiments sont évalués, on procède au relevé de certains critères anthropiques.

II.3 - Evaluation des interventions humaines sur le milieu dunaire

Compte tenu des objectifs opposés qui existent entre la gestion des zones littorales urbanisées et celle des zones plus « sauvages », il serait illogique et difficile de construire une grille d'évaluation convenant à ces deux types de paysages. Ainsi, la grille ne s'appliquera qu'en dehors des zones urbanisées.

Les zones de plage et de dunes sont souvent très fréquentées de par l'intérêt récréatif qu'elles représentent, ce qui occasionne souvent des atteintes au milieu. C'est souvent le piétinement qui implique des dégradations sur la flore et la faune (Moffett *et al*., 1998 ; Koehler *et al*., 1995). D'autres pratiques ont bien souvent des impacts inéluctables sur le milieu dunaire : chevaux, circulations d'engins motorisés… La gestion du tourisme constitue ainsi une des voies d'action afin de ramener le milieu vers son optimum. Il est alors intéressant de relever au niveau de l'UP quelques critères jugeant de l'impact de cette fréquentation humaine sur le milieu.

Par ailleurs, les travaux d'entretien de la dune modifient également nettement ses caractéristiques paysagères, morphologiques et végétales. La grille doit donc faire intervenir une évaluation de ces pratiques : une variable « MP1 » note les mesures de protection liées au tourisme, et « MP2 » refléte les travaux d'entretien sur le corps dunaire (brise-vents, plantations, …).

Les tests de la grille sur le terrain ont tenté entre autres de mettre en relation les interventions actuelles de l'homme sur le milieu dunaire avec les variables caractérisant son état de conservation : aucune relation n'a pu être démontrée ; ainsi il faut très probablement considérer que l'état que l'on évalue à un moment donné est certes en partie le fruit des interventions présentes de l'homme, mais surtout passées et qui ne sont pas visibles. La nouvelle version de la grille conserve cependant le relevés des ces utilisations anthropiques du milieu, afin de recenser de manière régulière les évènements humains relatifs à chaque site, et en particulier les travaux effectués par le gestionnaire en son sein. Les corrélations entre évènements passés et futurs « états actuels » pourront ainsi être développées.

II.4 - Fiche récapitulative de l'évaluation

Une fois que toutes les notes ont été relevées, il est nécessaire de déterminer si elles se situent parmi les plus fortes ou plus faibles valeurs. Ainsi, à la fin de la grille, une fiche récapitulative permet de classer chaque note : la notice contient des classes de valeurs, obtenues après classifications des données issues du terrain, qui donnent un rang, puis une note, à chaque critère. Ceci permet de savoir si le site considéré est plus ou moins proche de l'optimum selon les différents critères de l'évaluation.

Dans le cas d'une mauvaise note pour un ou plusieurs critères, le gestionnaire doit réagir :

- une comparaison avec des sites identifiés comme optimaux au sein de chaque zone lui permet de cerner les points faibles où intervenir. Au cours de cette étude, au sein de chaque zone, des unités paysagères pouvant servir de références ont été déterminées (sur les bases quantifiées de la notation) (voir Février, 2001).

- un report aux principes de gestion conservatoire en vigueur en Aquitaine doit être réalisé afin de cerner si la gestion passée du site était plus ou moins éloignée de « bonnes pratiques ». Il est nécessaire de continuer à appliquer une gestion souple respectant les évolutions dunaires naturelles.

Il faudra cependant à l'avenir développer des connaissances sur les liens existant entre les interventions de l'homme sur le milieu et les réelles répercussions qu'elles occasionnent, en particulier sur le temps d'inertie existant entre un événement et son impact réel.

III - Conclusion

Dans un cadre de gestion conservatoire visant la restauration des milieux dunaires non boisés littoraux, une évaluation de l'état de conservation du milieu dunaire non boisé, répétée dans le temps et l'espace, est indispensable. Cette étude a permis d'aboutir à la création d'une grille d'évaluation de l'état de conservation du milieu, à partir de l'exemple de la Gironde, où elle a été testée sur différents sites. La grille d'évaluation regroupe un ensemble de critères indicateurs, évaluant pour la première fois la qualité paysagère de sites dunaires et la qualité intrinsèque de leurs variables écologiques. L'évaluation peut se baser sur la simple étude de la végétation, intégratrice de la qualité morphologique, de la qualité des faciès et de la qualité des attributs vitaux du milieu dunaire non boisé. Le résultat de l'évaluation consiste principalement en une note paysagère, une note de végétation et une note relative aux interventions anthropiques, qui, comparées dans le temps et l'espace, permettront d'améliorer la gestion et donc l'état des sites dunaires.

Il serait intéressant de développer les liens entre l'échelle paysagère et les échelles plus locales, afin éventuellement de limiter l'évaluation à la simple analyse paysagère. L'étude pourrait également se centrer sur le relevé d'espèces à forte valeur patrimoniale ou particulièrement sensibles, bonnes intégratrices de l'état général du milieu. Par ailleurs, approfondir les liens entre les interventions humaines passées sur les sites dunaires et leurs impacts présents permettra de rendre la gestion plus simple et efficace.
Enfin, il sera bien sûr intéressant de se baser sur la grille élaborée au cours de cette étude pour l'adapter à d'autres échelles (échelle d'une zone (A, B, C), échelle du territoire géré par un même agent...) et aux autres types de littoraux meubles, comme par exemple en Bretagne, où les dunes sont marquées par une dynamique sableuse moins soutenue qu'en Aquitaine...

IV - BIBLIOGRAPHIE

- Aronson J., Le Floc'h E. (1995). Ecologie de la restauration. Définitions de quelques concepts de base. Natures, Sciences, Sociétés. Numéro spécial, vol.3, p. 29 à 35.
- Baudry J., Burel F. (2000). Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications. Tec et Doc, Paris, 359 p.
- De Foucault B. (2000). Méthodologie d'inventaire et évaluation initiale des sites, in Actes du colloque international « le réseau Natura 2000 en France et dans les pays de l'UE et ses objectifs ». IEE et AMBE, Metz, 314 p.
- De Ruig, Joost H-M., Hillen R. (1997). Developments in Dutch coastline management : conclusions from the second governmental coastal report. *Journal of coastal conservation,* 3 : 2, p. 203 à 210.
- Favennec J. (1996). Gestion conservatoire des dunes littorales non boisées. *Biodiversité et Protection dunaire* , Bordeaux. Ed. Lavoisier Tec et Doc, p. 165 à 171.
- Favennec J. (1998), Gestion patrimoniale et suivi d'un écosystème dunaire côtier : exemple de l'Aquitaine (France) ; *Dunas da Zona Costeira de Portugal* ; Actes du colloque Eurocoast Portugal (Leiria - juin 1997) ; p. 169 à 193.
- Favennec J., Cotten L., Duffaud M-H., Treton N. (1998*). Les paysages et communautés végétales des dunes non boisées d'Aquitaine.* ONF, Bordeaux, 1998. 108 p.
- Février G. (2001). *Les dunes non boisées du littoral girondin : Etat optimal de conservation et grille d'évaluation*. Mémoire de fin d'études, Mission Littoral de l'Office National des Forêts. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 59 p.
- Koehler H-H., Harder H., Meyerdirks J., Voigt A. (1995). The effect of trampling on the microarthropod fauna of dune sediments. A case study from Jutland, Denmark. *Studies in European Coastal Management. 5th conference of the EUCC.* Samara Publishing Limited, p. 221 à 232.
- Lecomte J. (2001). Conservation de la nature, des concepts à l'action. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 43, p. 59 à 73.
- Lemauviel S., (2000). Les dunes grises des côtes atlantiques : fonctionnement, dynamique potentielle, principes de gestion conservatoire et processus de restauration. Université de Rennes I, Rennes, 264 p. (Doctorat de l'Université de Rennes I, Mention Biologie : Rennes : 2000 : 2356).
- Moffett M-D., Mc Lachlan A., Winter P-E-D., De Ruyck A-M-C. (1998). Impact of trampling on sandy beach macrofauna. *Journal of coastal conservation, 4* : 1, p. 87 à 90.
- Valentin-Smith G. (1998). Guide méthodologique des documents d'objectifs Natura 2000. Réserves naturelles de France. Atelier Technique des Espaces Naturels, Quétigny, 144 p.

GRILLE D'EVALUATION DE L'ETAT DE CONSERVATION DU MILIEU DUNAIRE LITTORAL NON BOISE

Localisation de l'unité paysagère (UP) : Points Kilométriques (pk) :

Zone (A, B, C ?) : *Photos aériennes (campagne de 1998) :*

Carte IGN : *Date :* *Evaluateur :*

DEROULEMENT DE L'EVALUATION

1) Après avoir parcouru l'Unité Paysagère, l'évaluateur détermine la note UP
2) Puis, après avoir choisi le transect large représentatif, il évalue en son sein chaque compartiment, en commençant par l'avant-dune
3) Au sein de chaque compartiment, l'évaluation se fait par faciès (ex : dune embryonnaire)
4) Pour chaque faciès, l'évaluateur procède au relevé des critères végétaux : par exemple, si la vigueur des peuplements est forte, la note correspondante est 3 ; le recouvrement végétal moyen obtient la note 2 ; et la richesse spécifique faible obtient 1. La somme V1 (« végétation ») est alors 3 + 2 + 1 = 6.
5) Pour la richesse spécifique, un relevé des espèces présentes dans la placette est effectué : la notice qui accompagne la grille possède des classes de valeurs permettant de déterminer si cette richesse en espèces est faible, moyenne ou forte
6) Lorsque la note V1 du faciès est déterminée, le faciès suivant est évalué
7) Lorsque tous les faciès d'un compartiment sont notés, la somme de leurs Vi donne la note « V » du compartiment
8) Une fois que tous les compartiments sont évalués, la pression d'usage et les mesures d'intervention sont notées
9) Enfin, la fiche récapitulative de l'évaluation permet de reporter les notes UP, PU, MP1, MP2 et SV qui correspond à l'addition des notes V de chaque compartiment. Le rang de chacune de ces notes finales est ensuite déterminé (Très faible jusqu'à Fort) grâce aux classes de valeurs présentes dans la notice.
Par exemple, si **UP est égal à 15**, le rang correspondant est **Moyen** car les classes de valeurs pour UP sont :
≤ 12 (Très faible) **;** 12 < ≤ 14 (Faible) ; **14 < ≤ 16 (Moyen)** ; > 16 (Fort)
Enfin, en fonction de son rang chaque critère obtient une note finale (1, 2, 3 ou 4).

EVALUATION DE L'UNITE PAYSAGERE

Critère	Classes	Cocher	Zone			Note attribuée
			A	B	C	
Largeur de la dune non boisée	≤ 150 m		*2*	*2*	*1*	
	150 < ≤ 300m		*3*	*3*	*2*	
	> 300m		*4*	*4*	*3*	
Nombre de compartiments présents	1		*0*	*0*	*0*	
	2		*1*	*1*	*1*	
	3		*2*	*2*	*2*	
	4		*3*	*3*	*3*	
	5		*4*	*4*	*4*	
Dessin de la frange forestière	Rectiligne		*1*	*1*	*1*	
	Irrégulier		*2*	*2*	*2*	
	Irrégulier avec îlots séparés		*3*	*3*	*3*	
Fréquence globale des portions en déflation	< 20		*1*	*2*	*3*	
	20 <≤ 40		*3*	*3*	*2*	
	40 <≤ 50		*2*	*1*	*1*	
	50 <≤ 100		*0*	*0*	*0*	
Degré de fragmentation des portions en déflation	Faible		*1*	*1*	*1*	
	Moyen		*2*	*2*	*2*	
	Fort		*1*	*1*	*1*	
Degré de naturalité	Très faible		*0*	*0*	*0*	
	Faible		*1*	*1*	*1*	
	Moyen		*2*	*2*	*2*	
	Fort		*3*	*3*	*3*	
			TOTAL = « UP » =			

EXEMPLE DE L'EVALUATION D'UN FACIES D'UN COMPARTIMENT

Critère	Rang	Cocher	Note correspondant à la zone			Note attribuée
			A	B	C	
Recouvrement général	Peu satisfaisant		1	1	1	
	Moyen		2	2	2	
	Satisfaisant		3	3	3	
Vigueur des peuplements	Faible		1	1	1	
	Moyenne		2	2	2	
	Elevée		3	3	3	
Relevé floristique :						
Richesse Spécifique =	Faible		1	1	1	
	Moyenne		2	2	2	
	Elevée		3	3	3	
Somme des critères végétaux = Note V1 =						

EVALUATION DE LA PRESSION D'USAGE

Critère	Intensité (4 = maximum)				Note
Densité des chemins piétinés	1	2	3	4	
Incision des chemins	1	2	3	4	
Traces de circulation d'engins à moteur	1	2	3	4	
Déchets, débris	1	2	3	4	
Stationnement sauvage	1	2	3	4	
Somme = Indice « Pression d'usage » = PU=					

EVALUATION DES MESURES DE PROTECTION

Critère	Intensité (4 = maximum)				Note
***Gestion du tourisme* :**					
Endiguement des cheminements	1	2	3	4	
Contrôle de la circulation des engins à moteur	1	2	3	4	
Parkings aménagés	1	2	3	4	
Panneaux d'information	1	2	3	4	
Surveillance et entretien des structures	1	2	3	4	
Somme = Indice « tourisme » = MP1=					
***Travaux d'entretien* :**					
Couvertures de branchages	1	2	3	4	
Brise-vents et ganivelles	1	2	3	4	
Plantations	1	2	3	4	
Reprofilage mécanique	1	2	3	4	
Ouvrages en dur (enrochements...)	1	2	3	4	
Somme = Indice « intensité d'intervention » =MP2=					

FICHE RECAPITULATIVE DE L'EVALUATION

Critère	Rappel de la note	Rang correspondant				Note attribuée
		Très faible	Faible	Moyen	Fort	
UP		1	2	3	4	
∑V		1	2	3	4	
PU		1	2	3	4	
MP1		1	2	3	4	
MP2		1	2	3	4	

NB: ∑V représente la somme des 5 « V » calculés par compartiment

CONCLUSION : commentaires

- Etat « paysager » (UP) :
- Etat « relatif aux critères végétaux » (∑V):
- Etat « de la pression d'usage et de sa gestion » (PU, MP1) :
- Etat « des interventions de gestion » (MP2):

3ÈME PARTIE

LES LITTORAUX DUNAIRES ET L'ÉCONOMIE TOURISTIQUE, UN NÉCESAIRE ÉQUILIBRE ENTRE PROTECTION ET DÉVELOPPEMENT

Sur le littoral, comme ailleurs, les pratiques de gestion doivent s'inspirer d'une réflexion qui dépasse largement le site concerné. Cette troisième partie traite des relations entre les hommes et leurs territoires : hommes locaux et « migrateurs », territoires imbriqués et chargés d'histoire.

Le littoral dunaire atlantique est particulièrement attractif en saison estivale. La plage, la dune et la forêt littorale sont à la base du développement touristique. C'est principalement la place et l'organisation du tourisme qui seront abordées par des approches à plusieurs échelles.

Aux niveaux régional et sub-régional, l'exemple des *plans-plage* d'Aquitaine a largement fait ses preuves, en Bretagne le site pilote Life de Quiberon-Plouharnel s'est inscrit dans la logique « grand site ». Au niveau plus local, les « chartes d'environnement » de Seignosse et de Tarnos dans le sud landais ont permis d'unifier la réflexion sur plusieurs propriétés voisines.

Au-delà de ces réponses au problème de la parcellisation des territoires, sont présentés des exemples concrets d'organisation de l'accueil, depuis les études préalables jusqu'aux types de mobilier et matériaux. On insistera particulièrement sur l'importance de la concertation entre les techniciens , les élus et les usagers.

Divers modes d'information des usagers sont exposés, la qualité des matériels et leur entretien sont importants, mais l'essentiel réside certainement dans le contact direct entre les usagers et les personnes impliquées localement dans la réalisation, le suivi et la surveillance de ces équipements.

LE DÉVELOPPEMENT TOURISTIQUE SUR LE LITTORAL SUD LANDAIS : AMÉNAGEMENT ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Marie-Claire Prat
Université de Bordeaux III - Institut de géographie, Laboratoire de géographie physique appliquée
Esplanade des Antilles – 33600 Pessac
Tél. 05.56.84.50.50 - Fax : 05.56.84.68.39 - Email : marie-claire.prat@montaigne.u-bordeaux.fr

Résumé :
Le développement touristique aquitain s'est appuyé sur les atouts parmi lesquels les paysages de « nature » sont essentiels. Sur le littoral sud-landais, bien relié aux grands axes de communication, la fréquentation touristique est massive, concentrée sur la période estivale. Les pressions croissantes sur des milieux fragiles ont conduit à la recherche d'une voie originale permettant de concilier développement économique et environnement.
La M.I.A.C.A., créée en 1967, a contribué à préserver des secteurs d'équilibre naturel en évitant une occupation linéaire, continue sur le littoral. Les principes d'aménagement qu'elle a élaborés ont largement inspiré la loi Littoral de 1986 et aujourd'hui l'emprise de l'urbanisation sur le littoral sud landais reste modérée.
Pour répondre à la demande touristique comme aux exigences du développement local, une politique dynamique doit offrir accueil et hébergement de qualité, loisirs diversifiés et sécurité sur les plages, tout en protégeant l'environnement, toujours présent dans l'image de marque diffusée par les stations. Le contexte, national comme européen, est très favorable à la protection de l'environnement se traduisant par de nombreuses lois et règlements. Toutefois, leur application révèle des conflits entre les différents acteurs (élus, acteurs économiques, associations), conflits dont la solution passe toujours par la concertation au niveau communal. Mais certains grands problème d'environnement concernent tout le littoral comme l'érosion marine ou éolienne, la pollution des eaux ou les macro-déchets. Leur traitement ne peut se faire à l'intérieur des limites strictes des territoires communaux. Dans la logique d'un développement durable, il est donc souhaitable que la gestion à l'échelle intercommunale se développe.

Abstract :
In Aquitaine, the development of tourism is based on the region's many attractive features, first and foremost its "natural" landscapes. On the southern Landes coast, well connected to the main lines of communication, there is heavy tourist frequentation, concentrated in the summer months. Increasing pressure on fragile environments has led to the search for an original way of reconciling economic development with environmental considerations.
Set up in 1967, the M.I.A.C.A. has helped preserve the natural balance by controlling development so as to avoid a continuous built-up area along the coast. The M.I.A.C.A.'s development principles have been largely inspired by the 1986 Coast Act (*loi Littoral*) and today, the southern Landes coast is still only moderately urbanized.
To meet both the demands of tourism and the requirements of local development, a dynamic policy must provide quality amenities and accommodation, a wide range of leisure activities and safe beaches, while protecting the environment that is an integral part of the resorts' brand image. The French and European contexts are now very environment-oriented and much legislation and many regulations have been introduced. However, the application of the latter often reveals conflicts between the different stakeholders (local councillors, businesses, associations) that are always resolved through debate at municipal level. But some major environmental problems – such as marine or wind erosion, water pollution and macro-waste – affect the entire coast , and cannot be dealt with inside strict municipal boundaries. For sustainable development purposes, an inter-municipal management system would be desirable.

INTRODUCTION

Comme tout le littoral aquitain auquel elle appartient, la côte du sud des Landes est rectiligne, basse et sableuse. Le développement touristique y a été plus tardif qu'en Gironde, avec dans le dernier quart du

XXème siècle, un renforcement progressif de son attractivité. Les stations balnéaires ont construit leur succès en jouant la carte des paysages associant l'océan, les plages sableuses, les dunes, la forêt, et en profitant de l'essor du tourisme de masse.

Mais si les résultats du tourisme peuvent apparaître bénéfiques sur le plan économique, les pressions croissantes liées à l'urbanisation et s'exerçant sur les milieux côtiers ont très vite posé le problème d'un aménagement concerté du littoral. En même temps, les collectivités locales se trouvaient confrontées à un milieu littoral dynamique, sur lequel elles construisaient le développement touristique, mais qui se révélait fragile, menacé dans de nombreux secteurs par l'érosion marine et la dynamique éolienne. Il fallait donc trouver une voie originale qui permette le développement économique sans remettre en cause les bases mêmes du tourisme : ces atouts du littoral, liés à l'originalité de milieux dont certains sont naturels (océan, plage) et d'autres largement modifiés par l'homme (dunes littorales, paysages forestiers).

I - Les étapes de l'aménagement du littoral

I.1 - Les stations anciennes

A la fin du XIXème siècle, la mode des villégiatures en bord de mer explique l'essor des deux premières stations sur le littoral sud-landais. Les travaux réalisés sous le Second Empire pour aménager la passe de Capbreton furent à l'origine de la station. Cet ancien port de pêche situé au débouché de l'ancien Adour fut d'abord une station familiale avant d'être classée « station balnéaire et climatique en 1960 ». Hossegor, ville-parc, s'est développée autour d'un site complètement réaménagé en 1876 avec le creusement du canal qui fit de l'étang d'Hossegor un lac marin. Les premières villas, appartenant aux « Amis du Lac » (écrivains, artistes) furent construites au début du XXème siècle. Souvent luxueuses, elles s'intègrent dans un cadre de dunes boisées. Puis, entre les deux guerres, Hossegor se développa sur les deux berges du lac où s'étaient formées après la mise en communication avec l'océan, des plages de sable fin. En 1930, elle était déjà classée « station balnéaire climatique ».

Le succès de la station d'Hossegor suscita une tentative de développement touristique à Labenne mais il faut attendre l'essor du tourisme de masse pour que la côte sud-landaise soit intensément fréquentée.

I.2 - Le développement d'un tourisme de masse

A partir des années « 50 », les avancées sociales et économiques des " trente glorieuses " permettent à des milliers de Français de partir en vacances. Le tourisme se démocratise. Au tourisme hivernal, lié à l'aristocratie du XIXème siècle puis à la clientèle aisée de l'entre-deux-guerres, succède un tourisme estival pratiqué par une clientèle plus modeste à la recherche du soleil et des bains de mer.

Dans les années 60, la Côte Aquitaine bénéficie de solides atouts : longues plages de sable fin en bordure de l'Océan, air vivifiant, dunes sableuses avec à l'arrière des lacs et des zones humides, immense forêt de pins. Mais surtout elle offre des espaces disponibles, alors que la région méditerranéenne arrive à saturation en terme d'urbanisation et d'extension de sa capacité d'accueil touristique.

Toutefois, jusqu'aux années 70, ce littoral est resté relativement peu fréquenté en raison des conditions d'accueil et de la qualité du réseau routier longtemps médiocres. Mais les améliorations dans ces domaines permettent ensuite un essor rapide, les communes du littoral landais profitant de la proximité de Bayonne, puis de Bordeaux d'où viennent des citadins non seulement en été, mais également hors saison. De nombreux touristes viennent également de l'étranger, surtout d'Allemagne et des Pays Bas. Se développe alors une fréquentation de masse, concentrée surtout entre le 15 juillet et le 15 août et l'urbanisation se fait envahissante. Des lotissements, mais aussi des terrains de camping et des villages de vacances s'installent dans la forêt ou dans la lette à l'arrière de la dune littorale et parfois sur celle-ci. Certains milieux littoraux sont menacés.

I.3 - La naissance d'une station nouvelle : Seignosse-le-Penon

A la fin des années 50, Seignosse est encore un petit bourg dont l'activité agricole est en déclin. Les perspectives offertes par le tourisme semblent alors intéressantes au vu de la réussite des deux stations voisines, Capbreton et Hossegor.

La première opération d'aménagement touristique de Seignosse répond à la demande touristique des années 60 : de grands ensembles immobiliers aussi fonctionnels que possible, situés à proximité de l'océan et d'un centre commerçant. Le choix de la municipalité est celui d'une urbanisation linéaire au lieu-dit Le Penon, à proximité des plages océanes.

Environ 26.000 lits sont programmés, correspondant à des types d'hébergements variés (Villages Vacances, résidences individuelles, campings, gîtes, lits hôteliers et para hôteliers), ce qui représente à peu près la capacité d'accueil de l'agglomération de Capbreton-Hossegor de l'époque. L'ensemble doit être accompagné d'équipements de services et de loisirs.

La municipalité se lance d'abord seule dans l'opération, mais très rapidement, elle reçoit le soutien financier de plusieurs organismes publics par l'intermédiaire de la S.A.T.E.L. (Société d'Aménagement Touristique et d'Equipement des Landes) créée en 1962 sur l'initiative du Conseil Général des Landes. La S.A.T.E.L., société d'économie mixte, réunit le Conseil Général des Landes (48% des actions), la Société Centrale pour l'Equipement Touristique (S.C.E.T., 16% des actions), la Chambre de Commerce et d'Industrie des Landes (C.C.I., 2%), la Caisse des Dépôts et Consignation (C.D.C., 24 %). L'Etat refuse de subventionner les travaux privant ainsi la S.AT.E.L. d'une part potentiellement élevée de son budget.

Les travaux débutent dès 1965 selon les plans élaborés par l'architecte Jean Marty. La future station doit s'étendre sur 8 km le long de l'océan, dans un site vierge. L'axe nord-sud de la station est tracé au cœur d'une lette à l'arrière de la dune bordière. Vers l'est, sont construits des petits bâtiments collectifs et des lotissements de maisons individuelles dispersées dans la forêt de protection (pins et chênes). De l'autre côté, vers l'Océan, sont construits des piscines d'eau de mer, des équipements sportifs et des parkings desservant les plages. S'y intercalent les villages de vacances, y compris sur la dune bordière.

L'accent est mis sur le tourisme social avec la construction de Centres de Vacances, de Villages Vacances Familiaux (V.V.F.), qui ont l'avantage de pouvoir accueillir une clientèle nombreuse avec des tarifs accessibles.

Les principaux lieux de concentration de touristes sont équipés en centres commerciaux et des services publics sont également implantés : gendarmerie, gare routière, bureau annexe de la Poste, cabanons pour la surveillance des plages. Pour parfaire son produit touristique, la S.A.T.E.L. dote cet ensemble résidentiel de nombreux équipements de loisirs (plaine de jeux, courts de tennis, club équestre, poney club, night-club, club de Surf...). Les piscines d'eau de mer, créées dans le but de compenser les dangers de l'océan (baïnes) posent quelques problèmes : l'eau, bien que renouvelée tous les onze jours, devient rapidement trouble en raison de la prolifération d'algues vertes, et d'autre part leur alimentation en eau a nécessité la construction sur la plage d'une estacade métallique peu esthétique.

I.4 - L'intervention de la M.I.A.C.A

La pression touristique se faisant plus forte, les dégradations du milieu devenant de plus en plus graves, il devenait nécessaire de maîtriser le développement touristique. Pour cela, une vision plus globale du milieu littoral et de son aménagement était nécessaire. Après son intervention sur la côte languedocienne, l'Etat allait intervenir sur la Côte Aquitaine par l'intermédiaire de la M.I.A.C.A. (Mission Interministérielle de l'Aménagement de la Côte Aquitaine) en espérant ainsi épargner aux communes littorales d'Aquitaine les difficultés liées à une vision purement économique de l'aménagement.

Créée le 20 octobre 1967, la M.I.A.C.A. a pour objectif d'orienter le développement et l'aménagement touristique de la Côte Aquitaine. Organisme de coordination et d'impulsion, présidé par une personnalité nommée par le premier ministre, elle comprend un représentant de chacun des cinq ministères (Défense, Agriculture, Intérieur, Equipement, Economie et Finance), un représentant de l'O.N.F., du Commissariat Général au Plan, du Préfet de région et des Préfets des département littoraux. Elle intervient en liaison avec la D.A.T.A.R. et son action est sanctionnée par la C.I.A.T. (Commission Interministérielle de l'Aménagement du Territoire). Son objectif est de faire participer le tourisme au développement régional. Les résidents doivent être respectés, les équipements ne doivent pas être une nuisance pour l'équilibre écologique et humain, mais constituer pour l'Aquitaine un atout dans la compétition touristique nationale et internationale.

Après 3 années d'études préalables et l'échec de la première politique, menée par M. Saint Marc et jugée trop idéaliste, l'action de la M.I.A.C.A. va s'articuler autour de trois principes fondamentaux : protection du milieu naturel, développement touristique maîtrisé et participation des Aquitains à l'aménagement de leur territoire. Un schéma directeur d'aménagement de la Côte Aquitaine prévoit 5 S.E.N. (Secteurs d'Equilibre Naturel) destinés à la préservation du milieu naturel et 9 U.P.A. (Unités Principales d'Aménagement), ouvertes à l'aménagement touristique. Ce principe d'alternance de zones urbanisées et d'espaces verts est l'élément le plus marquant de ce schéma d'aménagement. Il doit permettre d'éviter l'éparpillement des équipements et des constructions.

La politique de protection de l'environnement de la M.I.A.C.A. s'appuie sur les Secteurs d'Equilibre Naturel où ne doit exister aucun hébergement touristique lourd. Seule est acceptée la création d'équipements légers dans la lette et dans la forêt à condition qu'ils participent à la protection du milieu. En outre, ces équipements doivent canaliser le flux des promeneurs et leur procurer des informations sur le milieu qu'ils traversent. De cette manière, la M.I.A.C.A. espère entretenir de vastes aires naturelles entre chaque U.P.A et éviter une urbanisation linéaire du littoral.

Toutefois, certaines communes classées en S.E.N., comme Tarnos, sont privées de la possibilité d'augmenter leur capacité d'accueil et le vivent comme une entrave au développement. Elles font pression sur la M.I.A.C.A.. Pour satisfaire leurs exigences, les équipements légers d'accueil et d'hébergement (campings) sont autorisés. Avec le développement de bungalows et mobile-homes, le risque est réel de voir les campings initiaux se transformer en véritables villages vacances avec leur cortège de nuisances pour l'environnement.

La pression touristique menace donc l'équilibre des S.E.N. dont le salut passe probablement par la revalorisation de l'emploi permanent afin de fixer la population et de réduire les tentations de développement touristique trop important. A Tarnos, l'industrie joue ce rôle. Mais dans la plupart des petites communes littorales d'Aquitaine, l'agriculture est en crise et ne parvient plus à retenir les habitants.

Le choix des zones à protéger peut être également critiqué. Beaucoup de S.E.N. sont déjà dénaturés, comme le S.E.N 9 où de rares espaces naturels cohabitent avec les stations et les secteurs industriels (Tarnos). D'autre part, la moitié des espaces à protéger se situent dans les U.P.A. qui peuvent recevoir des équipements lourds. Aussi la M.I.A.C.A. émet-elle le souhait de préserver les milieux naturels à l'intérieur même des U.P.A. de telle façon qu'ils créent des ruptures dans l'urbanisation. Mais les impératifs économiques rendent souvent difficiles l'application de cette demande.

Le deuxième objectif de la M.I.A.C.A. est de faire de la Côte Aquitaine une grande région touristique en développant sa capacité d'accueil dans le cadre des 9 U.P.A de son schéma directeur d'aménagement. L'U.P.A. 9 regroupe les communes de Léon, Messanges, Soustons, Soorts-Hossegor, Tosse, Moliets-et-Maa, Vieux Boucau, Azur, Capbreton et Seignosse. Les principaux hébergements de la côte sud des Landes doivent donc se concentrer dans cette zone.

Mais pour préserver l'environnement, la M.I.A.C.A. fixe des règles. Le développement urbain doit se faire exclusivement à partir des agglomérations existantes et en continuité avec un habitat déjà créé pour renforcer le potentiel de vie permanente et éviter la dissémination. Il n'y a pas de création de stations nouvelles. Les fronts de mer des stations ne doivent pas être élargis au delà des zones urbanisées (U.) ou reconnues urbanisables (N.A.) des Plans d'Occupation des Sols (P.O.S.). Enfin, le développement des stations situées directement sur le littoral doit se faire en retrait par rapport à la côte, vers l'intérieur des terres, et doit ménager avec les communes voisines des coupures suffisamment larges pour conserver de véritables espaces naturels.

Cette dernière disposition de la M.I.A.C.A. met un terme à l'extension linéaire et parallèle au rivage de la station du Penon dès 1970. La station restera donc inachevée, avec des équipements en position excentrique par rapport aux zones d'habitat existantes (centre commercial du Penon). Ce coup d'arrêt allait conduire la municipalité à envisager l'élargissement de la station vers l'est avec 400 autres logements.
L'urbanisation doit également correspondre au souhait de la M.I.A.C.A. qui entend favoriser le tourisme social. L'objectif est de faire de l'Aquitaine une terre d'accueil pour le plus grand nombre. 30% des hébergements créés doivent être réservés à une clientèle à faibles revenus.

La M.I.A.C.A. souhaite enfin que les Aquitains participent à l'aménagement de leur territoire. L'enjeu est de faire accepter les équipements touristiques, certains d'entre eux étant de nature à générer des conflits entre touristes et résidents permanents. L'exemple de l'utilisation de l'eau et du sol est à ce titre, révélateur. En effet, l'urbanisation touristique a pour conséquence d'augmenter le prix du sol. La consommation d'eau par les touristes peut concurrencer directement celle des agriculteurs et peut provoquer de graves pénuries préjudiciables à l'agriculture. La fréquentation touristique peut entraîner également des pollutions et des nuisances (visuelles, sonores...) altérant le cadre de vie de l'ensemble de la population permanente. Pour atténuer ces problèmes et pour mieux les faire accepter, trois types d'actions sont menées :

- Prise de responsabilité des collectivités locales dans la maîtrise d'ouvrages, dans les principales opérations de développement touristique, et partout où une solidarité d'intérêt apparaîtra, la formation de regroupements.
- Assistance à la gestion touristique (conseil, information, promotion) au niveau des collectivités publiques et des entreprises.
- Amélioration quantitative et surtout qualitative de la formation des personnels participant au développement touristique.

Globalement, la M.I.A.C.A. a disposé d'un budget moins conséquent que son homologue de la côte du Languedoc-Roussillon. Cette faiblesse relative a limité la portée de son action. Cependant, la M.I.A.C.A. a acquis et aménagé de nombreux terrains et des trois départements côtiers d'Aquitaine, ce sont les Landes qui ont le plus bénéficié de ses investissements. De 1970 à 1984, ce département obtient 39% des investissements de la MIACA en Aquitaine (Dordogne exclue) soit plus de 200 millions de francs. Depuis 1985, le budget de la M.I.A.C.A. est constitué lors des deux contrats-plans de 1985-1988 et de 1988-1993, date à laquelle son action s'achève, relayée par celle de la D.R.T. (Délégation Régionale du Tourisme).

La M.I.A.C.A. a donc largement contribué à l'équipement touristique de la Région Aquitaine et des Landes en particulier. Elle a également permis de sauvegarder de vastes aires naturelles et les principes d'aménagement qu'elle a élaborés ont largement inspiré la loi Littoral (1986).

I.5 - Le cas particulier de Tarnos : un intérêt récent pour le tourisme

Lorsque le tourisme de masse se développe dans les années 50, Tarnos se situe dans l'aire d'influence de Bayonne et son développement est lié au commerce maritime du deuxième port aquitain.

Dès la fin du 19ème siècle, la création des Forges de l'Adour (1882) avait représenté la première base du développement industriel de la région. Dans les années 1950-1960, Tarnos accueille une Zone Industrielle et Portuaire (Z.I.P.) qui, avec celle du Boucau, forme la principale Zone Industrielle du Port Autonome de Bayonne (P.A.B.). La croissance industrielle est alors rapide et la Z.I.P. de Boucau-Tarnos suit les records d'activité du port de Bayonne, entraînant dans sa croissance la commune de Tarnos.

Alors que le tourisme est en développement rapide sur le littoral sud-landais, à Tarnos il est complètement occulté par le dynamisme de la Z.I.P. La commune de Tarnos n'a sans doute pas jugé utile de développer une seconde activité économique et elle est ensuite classée en S.E.N. dans le schéma de la M.I.A.C.A.

Aujourd'hui, Tarnos porte un regard nouveau sur le tourisme considéré comme une activité susceptible de redynamiser l'économie locale en crise. En effet, si la Z.I.P. de Boucau-Tarnos est toujours aussi importante pour l'économie locale et régionale (95% des emplois industriels de la commune de Tarnos), ses activités sont néanmoins en stagnation, voire en régression malgré la reconversion assurée en partie par Turboméca (turbines), Socadour (engrais chimiques) et les Ciments de l'Adour.

Actuellement, le tourisme peut donc constituer une occasion de diversifier l'économie de la commune. Mais le classement en S.E.N limite les possibilités et la Municipalité dispose de peu de moyens financiers. Elle s'efforce d'améliorer l'accueil des touristes, de valoriser ses atouts (plages bordées de dunes, étangs et zones humides, espaces forestiers) en encadrant les projets susceptibles d'aider au développement.

II - Une forte fréquentation touristique massive et concentrée

La région littorale sud landaise possède un certain nombre d'atouts qui en font une destination privilégiée pour des milliers de touristes. Mais la demande des touristes a évolué depuis les années 70.

II.1 - La nature de la demande touristique

II.1.1 - Tourisme de masse et nouvelles formes de tourisme

Deux types de tourisme coexistent : le tourisme de masse né dans les années 1950-60, et le tourisme " vert ", " rural ", ou encore " culturel ", respectueux de l'environnement, développé dans les années 1980.

Cette deuxième tendance correspond à la prise de conscience de la valeur du patrimoine culturel, de l'importance de la nature et des menaces qui pèsent sur cette dernière. Ce patrimoine, que le tourisme de masse ignore, devient l'enjeu de nouveaux types de tourisme. La découverte du milieu « naturel », des terroirs, de l'histoire et des modes de vie, correspond à un tourisme éloigné des grandes concentrations prisées par le tourisme de masse. Ce nouvel état d'esprit se traduit dans l'aménagement par une réelle prise en compte de la protection de l'environnement et de l'intérêt des communautés locales. Il a abouti à l'élaboration d'un outil législatif qui régit maintenant les modes d'urbanisation et de fréquentation du littoral.

Le tourisme de la fin du XXème siècle est issu de ces deux tendances. Il est avant tout un tourisme de masse étant donné son caractère fortement saisonnier. Les trois quarts des touristes de l'année viennent en Juin, Juillet et Août. La population des stations balnéaires peut alors être multipliée par 2, par 5, voire par 10. Cependant, les touristes veulent de beaux paysages et demandent aux stations de respecter le milieu naturel. A ce titre, l'environnement fait partie de l'image des stations et constitue un argument largement utilisé dans les dépliants touristiques.

II.1.2 - Les critères de choix des touristes

Une enquête du C.D.T. (Comité Départemental du Tourisme) des Landes, réalisée auprès de 1259 personnes interrogées dans, ou aux abords, d'offices de tourisme ou de syndicats d'initiatives situés entre Biscarosse et Tarnos, montre l'émergence de ces nouveaux centres d'intérêt dans les critères de choix de la commune d'hébergement.

Tableau 1 : Les critères de choix de la commune d'hébergement
Statistiques : CDT 1993

Plages océanes	56%
Le cadre naturel (forêts, lacs et étangs)	44%
Climat	24%
Activités culturelles et art de vivre Landais	11%
Activités sportives	10%
Raisons économiques	7%

Les touristes interrogés fréquentaient le littoral sud landais pour plus d'une journée. Chacun d'entre eux eut le droit à trois critères différents pour le choix de la commune d'accueil.

L'océan et les plages restent les éléments de base du tourisme littoral (**56%**). Les plages de sable fin sont appréciées pour la détente, la baignade et le bronzage. D'autre part, les houles dominantes de nord-ouest sont favorables à la pratique du surf. Puissantes (40% ont une hauteur supérieure à 2 m), elles abordent obliquement le littoral et déferlent très près de la plage. Hossegor, mais aussi Capbreton et Seignosse, sont des stations particulièrement intéressantes pour cette pratique sportive.

Le cadre naturel arrive en seconde position (**44**%). Les touristes apprécient particulièrement les paysages remarquables à proximité des plages : dunes, forêts, étangs et zones humides à végétation diversifiée.

Le climat arrive en 3ème position : il est doux (moyenne annuelle de 13°C) mais variable, notamment en août. Les vents marins vivifiants expliquent les premières vocations médicales du littoral. Les précipitations annuelles augmentent du nord vers le sud (1007 mm à Seignosse, 1200 mm à Tarnos) avec la proximité de la chaîne pyrénéenne, mais le minimum de précipitations est marqué en été et on observe même une certaine sécheresse.

Les activités culturelles entrent dans seulement 11% des réponses. Si le tourisme vert et le tourisme culturel n'ont pas encore supplanté le tourisme de masse, strictement balnéaire, ils deviennent cependant des éléments de distinction entre les stations, des atouts supplémentaires pour celles qui peuvent le développer.

Les activités sportives constituent une motivation pour seulement 10% des touristes. Certes, beaucoup d'estivants profitent des vacances pour redécouvrir le sport mais sous une forme ludique. Toutefois, le sport peut être un élément de l'image de marque des stations. Les compétitions internationales de surf d'Hossegor et Capbreton restent deux évènements majeurs de l'été.

La demande touristique, qu'elle soit classique (tourisme balnéaire) ou plus moderne (tourisme vert, culturel, sportif) est donc bien identifiée. Le milieu physique (océan, plages, dunes) y tient une place essentielle et les élus l'intègrent dans l'image qu'ils veulent donner de leur commune : « Seignosse, la plus nature des stations », « Labenne, nature océane ». Toutefois, le nord de la côte landaise bénéficie des mêmes avantages naturels, sans toutefois connaître la même intensité de fréquentation. En fait, la Côte Sud des Landes bénéficie d'un autre atout, celui d'être bien reliée aux régions d'origine des touristes par des voies de communication relativement efficaces.

II.2 - L'origine des touristes

La demande touristique est majoritairement issue des grandes régions urbanisées. D'après le C.D.T. des Landes, les touristes présents sur la côte landaise se répartissent ainsi : 78% de français et 22% d'étrangers, dont la plupart viennent d'Europe du nord-ouest.

II.2.1 - La clientèle étrangère

La part importante d'étrangers en vacances montre le caractère international de cette région touristique (figure 1) ce qui se traduit par un apport en devises étrangères conséquent, d'autant plus que les dépenses des touristes étrangers sont plus importantes que celles des nationaux. (25% de plus qu'un touriste français).
On constate une nette prédominance de la clientèle du nord-ouest de l'Europe, notamment allemande et hollandaise .

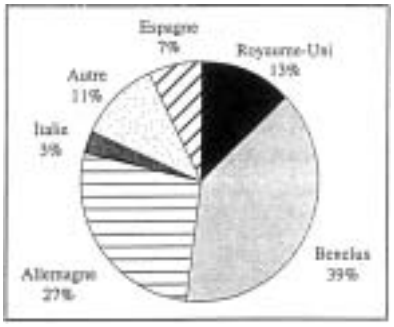


Figure 1 : Origine des touristes étrangers dans le département. Données statistiques : CDT 40.

II.2.2 - La clientèle française

Les régions les plus représentées (**figure 2**) sont celles qui sont proches du département des Landes (Aquitaine, Midi-Pyrénées) ainsi que les régions fortement peuplées (Nord - Picardie, Paris et sa région, Rhône-Alpes).

La présence de nombreux vacanciers provenant des régions PACA, Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes, représentant plus du quart des touristes nationaux, montre la compétitivité du littoral landais par rapport à la Méditerranée.

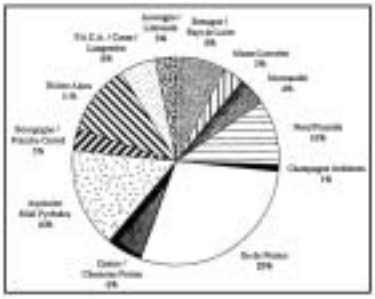


Figure 2 : Origine des touristes français dans le département des Landes. *(D'après les statistiques C.D.T Landes)*

Mais pour que cette concurrence puisse s'exercer, le littoral aquitain doit posséder un réseau de voies de communication compétitives, réduisant au maximum les distances qui le séparent des centres émetteurs.

II.3 - Les voies de communication

Les voies de communication placent la Côte Aquitaine à une distance égale des autres régions touristiques par rapport aux principaux centres émetteurs du Nord-Ouest européen.
Les stations de la Côte Sud des Landes, jouissent d'une situation géographique avantageuse à l'origine de leur succès touristique ou du moins, d'un succès plus grand que celui des côtes du Pays de Born et du Marensin, victimes de leur isolement relatif. (**figure 3**)
Non exempt de défauts, le réseau routier reste un élément incontournable du développement touristique et des efforts sont faits pour rendre la circulation plus fluide et moins dangereuse.

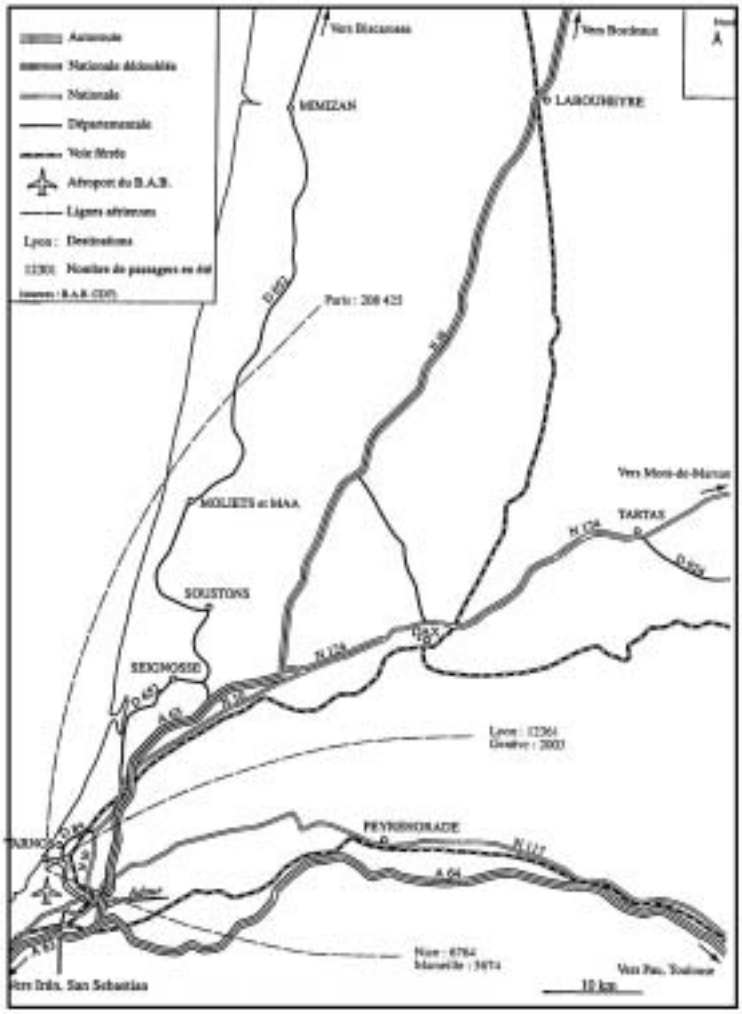


Figure 3 : Les voies de communication et les moyens d'accès à la côte landaise

➢····· III - L'ACCUEIL DU PUBLIC

De l'urbanisation incontrôlée du Penon dans les années 1950 à la création de la M.I.A.C.A. et à la loi Littoral, on est passé d'un équipement anarchique à un aménagement concerté des espaces littoraux. Progressivement, plusieurs lieux touristiques se sont associés. Pour répondre à la demande, il faut une politique touristique capable d'offrir des loisirs et des activités diversifiées, mais aussi construire et diffuser une image. Aujourd'hui, on recherche un compromis entre la nécessité de développer une activité touristique pour assurer le développement local et le souci de protéger l'environnement, base essentielle du tourisme.

III.1 - La capacité d'accueil

III.1.1 - Les stations

L'ensemble touristique le plus dynamique de la côte sud-landaise comprend Seignosse-le-Penon, Hossegor, et Capbreton (**figure 4**). Ces trois communes forment en effet une petite conurbation, une zone urbaine continue, et administrativement elles se retrouvent dans le cadre d'un Syndicat Intercommunal : le S.I.V.O.M. " Côte Sud " créé en 1954 à l'initiative de Capbreton et Hossegor pour valoriser leur potentiel touristique et réunissant également Labenne, Ondres et Angresse, une commune de l'intérieur. Le pôle « Côte Landes Sud » affiche annuellement 5 millions de nuitées. Il compte 17 000 habitants permanents au recensement de 1999, mais l'été la population passe à 300 000 personnes. 750 millions de Francs y sont dépensés soit 37% des dépenses sur le littoral landais.

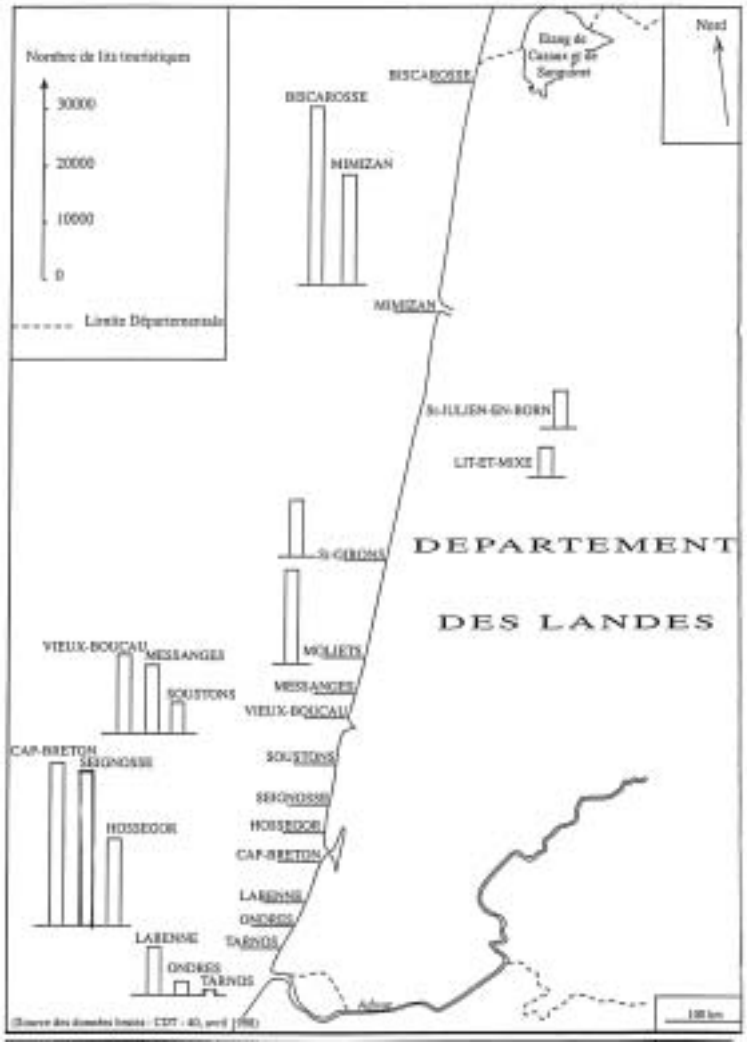


Figure 4 : Capacité d'accueil des stations touristiques du littoral landais.

Au vu de ses capacités d'accueil et du type de fréquentation, Tarnos ressemble plutôt à Labenne et Ondres. Elle tente de développer une association entre le tourisme balnéaire et le tourisme vert orienté vers les communes de l'intérieur, notamment avec la constitution de " L'Office du Tourisme du Seignanx et de l'embouchure de l'Adour " en janvier 1998. Cette association de communes (Tarnos, Saint-Martin-de-Seignanx, Saint-Laurent-de-Gosse, Saint Barthélémy et Saint-André-de-Seignanx) a pour objectif de promouvoir la région du Seignanx, vaste secteur boisé de l'arrière-pays de Tarnos et de l'associer avec l'océan et les plages. Mais Tarnos est pénalisée par son image. Elle est plutôt considérée comme une banlieue industrielle de Bayonne et non comme une station balnéaire. Son rayonnement touristique demeure donc très modeste, mais de nombreux Bayonnais fréquentent ses plages.

III.1.2 - La diversité des hébergements

Si l'effort de la S.A.F.E.R. a porté en priorité sur la construction de hameaux et de Villages-Vacances, la M.I.A.C.A. a contribué à l'essor de l'hôtellerie de plein air par l'intermédiaire du plan Camping (C.I.A.T. du 23 / 02 / 1976). L'objectif était d'ouvrir 30% des hébergements nouveaux à une clientèle modeste.

Si les **campings** représentent aujourd'hui la plus grosse partie (28 %) de la capacité d'accueil des communes littorales en Aquitaine, leur part dans l'hébergement arrive souvent en deuxième position comme à Tarnos (**18,2 %**) ou à Seignosse (**15,5 %)** derrière les résidences secondaires. Il semblerait que le début des années 1990 ait connu un tassement de leur fréquentation avec l'émergence de nouvelles exigences de la clientèle. En diversifiant leurs services (équipements sportifs, crèches, restauration, etc...), les gérants de camping espèrent fidéliser les touristes.

La construction de **résidences secondaires** a également considérablement augmenté la capacité d'accueil. Ce mouvement se poursuit actuellement de façon significative à Seignosse, en face de la plage des Estagnots, juste derrière la dune, et à proximité du Golf. Aujourd'hui, ce type d'hébergement constitue la majeure partie de la capacité d'accueil à Seignosse (52,6 %) et son augmentation explique en partie la croissance spatiale récente des stations touristiques.

On note également la croissance récente du nombre de **gîtes ruraux et de chambres d'hôtes** liée à une nouvelle tendance du tourisme, à la recherche d'authenticité et de convivialité. Ils ne représentent cependant pour l'instant qu'une faible partie de la capacité d'accueil.

Enfin, il existe une grande inconnue dans la capacité d'hébergement : l'accueil à titre gracieux chez les parents et amis. Il peut s'agir de locations non déclarées, mais il correspond le plus souvent à une forme de fréquentation très répandue. On observe ainsi une suroccupation des villas en période de pointe, notamment autour du 15 août.

III.1.3 - L'indice de fonction touristique

A Seignosse, la pression touristique est très forte par rapport à la population résidente. La différence de population est telle entre le bourg de Seignosse et la station touristique du Penon, que le cœur administratif de la ville se retrouve complètement à l'écart de la vie estivale. Les conséquences sont lourdes pour une petite commune : sur-équipement nécessaire en matière de routes, de parkings, d'hébergements et de services. Ces structures ne servent que pendant les deux à trois mois de la saison estivale et il faut les rentabiliser sur un laps de temps très court, faute de quoi la population permanente doit payer pour les touristes.

Tableau 2 : Indice de fonction touristique
Statistiques : CDT 40 (1998)

COMMUNES	POPULATION PERMANENTE	CAPACITE D'ACCUEIL.	RAPPORT
Seignosse	1 630	30 100	18,4
Hossegor	2 800	16 531	6
Capbreton	5 500	31 971	5,8
Labenne	2 900	8 716	3
Ondres	2 700	2 498	0,9
Angresse	905	457	0,5
Tarnos	9 099	1 318	0,17

III.1.4 - Le niveau d'occupation des hébergements

Il constitue une réussite pour le développement de l'activité touristique (96% pour les résidences secondaires et les villages de vacances au mois d'août), mais c'est aussi une menace pour l'équilibre des milieux littoraux.

Tableau 3 : Taux d'occupation des hébergements dans les Landes (%)
Source : CDT 40. 1998.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc
Hôtel	24	31	46	46	52	56	62	**76**	62	57	49	28
Camping					7	10	54	**65**	9			
Rés. Sec.					49	64	83	**96**	64			
Meublés					11	17	46	**79**	27			
Gîte / C. Hôte					19	25	75	**87**	32			
W / C. Héberg.					27	43	82	**96**	37			

L'importance de la capacité d'accueil et le niveau d'occupation des hébergements en été, ne traduisent pas la totalité de la pression anthropique sur l'étroite zone côtière. En effet, il faut y ajouter les visiteurs locaux, venant pour moins d'une journée et non considérés comme des touristes. A Tarnos, on peut même considérer que ces derniers ne représentent au maximum que 30 % de la population présente sur les plages. Les 70% restants sont composés des résidents permanents venant des localités voisines. La fréquentation des plages et des dunes est donc aussi intense à Tarnos que dans les stations situées plus au nord.

Il était donc important de prévoir des infrastructures permettant de canaliser les flux de touristes, des lieux d'hébergements jusqu'à la plage.

III.2 - Assurer l'accueil tout en préservant la sécurité et l' environnement

La fréquentation des plages dépend de leur situation, de leur accessibilité, des possibilités de stationnement, des commodités d'accès à la plage, de la superficie des estrans sableux.

Certaines plages sont particulièrement soignées par les municipalités comme la plage centrale d'Hossegor, vitrine de la station avec le front de mer et la place des Landais située juste en arrière.

Mais certaines souffrent de démaigrissement comme la plage centrale de Capbreton, malgré les rechargements annuels. La plage du Préventorium n'est pas accessible à marée haute par fort coefficient. Les plages sont ici saturées car les estrans sont limités contrairement à Hossegor.

III.2.1 - La surveillance des plages

Sur le littoral aquitain, la baignade comporte quelques dangers. En effet, les crêtes et sillons intertidaux disposés obliquement par rapport au trait de côte se déplacent dans le sens de la dérive littorale. Les sillons ou baïnes sont le siège de courants de retour vers le large, qui entraînent les baigneurs imprudents.

Un dispositif de sécurité performant a été mis en place sur les plages surveillées. Des Maîtres Nageurs Sauveteurs dépendant du Ministère de l'intérieur (CRS) sont payés par l'Etat avec participation des Communes. En complément, des MNS civils sont recrutés et rémunérés par les Communes. Des postes de secours sont installés, régulièrement espacés tous les 800 m à 1000 m. Les MNS surveillent les baigneurs et doivent également gérer les éventuels conflits d'usage dans l'eau.

L'océan attire en effet non seulement des baigneurs mais aussi des surfeurs, des véliplanchistes, tandis que sur la plage, au contact de l'eau, on trouve aussi des pêcheurs, des promeneurs. Les baignades surveillées excluent la pratique du surf et de la planche à voile mais aux abords des plages surveillées, des conflits peuvent surgir entre les différents usagers sans compter les risques de collision. Les utilisateurs d'engins sont responsables en cas de choc avec un baigneur (article 1384 du Code Civil). Mais s'il existe une zone interdite aux engins à moteur, il y a aussi une zone interdite à la baignade qui est le chenal d'accès au rivage pour la pratique des sports nautiques (surf, planche à voile, pédalos).

Exclus des zones de baignade, les surfeurs sont à la recherche d'une zone propice à la pratique de leur activité favorite. Ils identifient ces territoires ou « spot » par un nom, un code témoignant de leur appropriation de l'espace (J.P.Augustin). Certains « spots » sont très fréquentés en été car faciles d'accès pour des surfeurs occasionnels (le Penon). Les habitués vont plutôt rechercher des « spots » sauvages. De toute manière, les « spots » varient en fonction de la dynamique marine (les vagues, le déplacement des bancs de sable). La côte landaise est intéressante parce qu'elle offre la possibilité de trouver de nouveaux « spots » en dehors des zones connues et faciles d'accès. Ces habitués de la pratique du surf, souvent originaires des Landes entrent en concurrence avec les surfeurs étrangers à la région, avec les débutants, mais aussi avec les pêcheurs adeptes du surf casting, forme de pêche utilisant les remous de la vague qui met en suspension des micro organismes attirant les poissons.

Le dispositif de sécurité est relativement efficace malgré l'immensité des plages et la multiplicité des points d'accès surveillés et non surveillés. Toutefois, on déplore chaque été quelques noyades, la plupart d'entre elles se situant hors des zones surveillées (70 à 80%).

Pourtant, les plages sauvages ont leurs adeptes. La pratique du naturisme se fait sur les plages sauvages les plus à l'écart (La Pointe à Capbreton, la Plage de la Chapelle à Labenne). La municipalité d'Hossegor a donc institutionnalisé une plage au nord, à la limite de Seignosse, en installant poste de surveillance et secours.

Mais il y a toujours des touristes épris de calme et de liberté. Ils recherchent un accès et un stationnement libres, du calme, et l'absence de contraintes. Néanmoins, ces secteurs reculés posent des problèmes de sécurité. Les amateurs de plages tranquilles circulent de manière anarchique à partir des chemins forestiers parallèles au littoral et normalement utilisés pour la gestion et la défense contre les incendies. Outre l'aggravation du risque d'incendies, les passages répétés détruisent la végétation, favorisant ainsi l'érosion éolienne. Enfin, se pose le problème de ces plages non surveillées. L'installation d'une baignade surveillée demande des investissements : poste de secours, aire d'atterrissage d'hélicoptère, et les multiplier ne résoudrait pas le problème de ces amoureux de tranquillité.

En 1980, pour faire face à l'augmentation de la fréquentation des plages, la M.I.A.C.A., l'O.N.F., les collectivités territoriales, les services d'Etat et les services de sécurité ont créé un programme d'action « plan-plage » visant à concilier l'accueil du public, sa sécurité et la protection de l'environnement.

III.2.2 - les plans-plages (voir aussi article de S. Métayer : « Accueil du public en milieu naturel sur le littoral girondin : les plans plages »)

Après des études préalables réalisées en 1983 par la M.I.A.C.A. sur les besoins touristiques et les contraintes du milieu, des aménagements ont été mis en place sur plusieurs sites appartenant aux S.E.N. Ils doivent concilier la fréquentation de masse avec la sécurité (risques d'incendies, baignade dangereuse) et la protection de l'environnement, mais aussi compenser le fait que les communes situées dans les S.E.N. ne peuvent équiper leur rivage.

L'accueil du public doit être réalisé avec le minimum d'équipements pour ne pas détériorer le site. Les parkings « verts » doivent être construits sous la forêt de protection, à l'abri du soleil, intégrés à l'environnement grâce à leur mobilier en bois. Les places de parking, stabilisées par épandage d'écorces de pins, évitent les problèmes d'ensablement et s'intègrent au paysage. Les touristes sont ensuite guidés vers la plage surveillée par des sentiers entretenus qui convergent vers des caillebotis de franchissement de la dune vive. L'objectif est de rendre les installations peu perceptibles hors de la saison touristique.

Dans la zone de transition entre le parking et la plage, la protection de l'environnement peut être assurée par des dispositifs de dissuasion sous forme de clôtures (ganivelles, grillages à moutons), des pieux de bois traités pour limiter les stationnements sauvages. Les accès à la plage sont stabilisés (caillebotis) et clôturés pour canaliser le flux de touristes. Une large place est faite à l'information du public avec l'implantation de nombreux panneaux d'information concernant les accès à la plage, les règles de circulation des véhicules et surtout la fragilité du milieu naturel ainsi que les risques de dégradation. Le problème des ordures doit être en partie résolu par une densité suffisante de poubelles. Des mesures de restauration relaient les mesures de prévention : renforcement de la frange forestière, cicatrisation des aires de déflation sur la dune, renforcement des pôles d'accueil avec une certaine diversification floristique.

Près de la plage, un poste de secours et un pôle d'accueil (sanitaires, information sur la station, le milieu dunaire…) doivent permettre d'assurer accueil et sécurité.

L'ONF est maître d'ouvrage du plan-plage en forêt domaniale. Le financement a été assuré par l'Etat, la Région, la commune pour 25% chacun, par le département des Landes (9%) et par une taxe sur les espaces verts (16%).

Les réalisations s'écartent parfois un peu du modèle de base. A Labenne, un parking de 500 places (au lieu de 3000) a remplacé le stationnement anarchique le long de la route longeant la dune. Le parking de Tarnos est situé sur le plateau dunaire et offre 600 places de parking bétonné. En fait, le plan-plage a repris ici des infrastructures pré-existantes. En dehors de ces divergences, les travaux réalisés sont les mêmes qu'ailleurs, mais un aménagement spécifique, dans l'esprit du plan-plage a également été réalisé à Tarnos avec la transformation du blockhaus en belvédère.

D'autres sites pourraient être équipés à l'occasion de la dernière génération de plan-plage. C'est le cas de la plage des Casernes, à Seignosse, même si cette commune n'appartient pas à un S.E.N. et ne devrait pas en conséquence, bénéficier de ce type d'aménagement. Mais les problèmes liés à la surfréquentation du milieu dunaire sont très importants. Le financement de l'opération des étangs de Garros et du Turc, à Tarnos, pourrait également faire partie de la troisième génération de plan-plage.

III.2.3 - Les problèmes

Malgré leur exemplarité, les plans-plages voient leur application limitée par la loi Littoral de 1986.
Le parking du plan-plage du Métro a été notamment critiqué sur plusieurs points car d'une part, il ne correspond pas aux normes habituelles, et d'autre part, comme tous les parkings du plan-plage, il est parfois accusé de favoriser la pénétration du public dans une zone protégée par la loi Littoral.

La capacité de ce parking est aujourd'hui dépassée en période estivale et notamment les week-ends car on constate que de nombreux touristes se garent le long de la voie cimentée toute proche. De plus, il ne permet pas le stationnement des camping-cars ou des autobus (portique interdisant l'entrée aux véhicules de plus de 1,80 mètres). Ce parking situé sur la dune (ancien emplacement), au lieu de la lette, n'est pas protégé du soleil par la forêt de protection.

Les loisirs de plage représentant l'essentiel du produit touristique proposé par les communes littorales, celles-ci doivent s'efforcer de préserver ce patrimoine et l'aménager de façon cohérente. Le plan-plage permet à la fois de réduire les impacts de la fréquentation et d'améliorer la qualité de l'accueil ce qui correspond aux objectifs de la M.I.A.C.A. et à la loi Littoral, qu'ils soient appliqués dans les S.E.N. ou dans les U.P.A.

Certains observateurs remettent en cause l'existence même du plan plage, le dénonçant comme un prétexte à l'aménagement des S.E.N.. D'autres, au contraire, se demandent si les parkings ont une capacité d'accueil suffisante pour éviter le stationnement sauvage et éviter la détérioration du milieu. Enfin, vient la question de la prise en charge financière de l'entretien des infrastructures du plan-plage.

III.3 - Les nouveaux loisirs

Les activités les plus populaires sont évidemment liées à la plage : baignades et bains de soleil. Cependant, depuis le début des années 1990, les touristes veulent également pratiquer un tourisme de découverte. Tourisme vert et tourisme culturel ont le vent en poupe et les communes n'ont pas envie de manquer l'occasion de diversifier leur produit touristique : mise en valeur du patrimoine historique, du patrimoine naturel... sous forme d'animations, de visites guidées, ou d'infrastructures laissant le touriste libre dans ses pratiques de loisirs.

III.3.1 - Les pistes cyclables et les sentiers de randonnées

La découverte du milieu naturel par le biais des pistes et sentiers favorise la prise de conscience de la nécessité de préserver l'environnement. Il répond à un besoin touristique nouveau. De plus, ces infrastructures légères s'intègrent bien au milieu forestier et elles diminuent d'autant la circulation automobile beaucoup plus agressive. Elles constituent en cela un outil de développement touristique durable appréciable. Le sentier pédestre et pédagogique de Tarnos répond à ce type de demande.

Un vaste programme d'aménagement de pistes cyclables a été lancé en 1976 par la M.I.A.C.A., la Région et les départements. Il s'agissait de relier la pointe de Grave à Bayonne. Aujourd'hui le réseau de pistes cyclables aquitain s'organise à travers la forêt littorale. Il est également relié au réseau du P.N.R. des Landes de Gascogne pour améliorer son attractivité. Il compte près de 300 km (550 km si l'on comprend également les liaisons transversales) ce qui place l'Aquitaine en tête des régions françaises. Dans les Landes, 43 km de pistes assurent une liaison entre les lieux d'hébergement et les plages (**figure 5**).

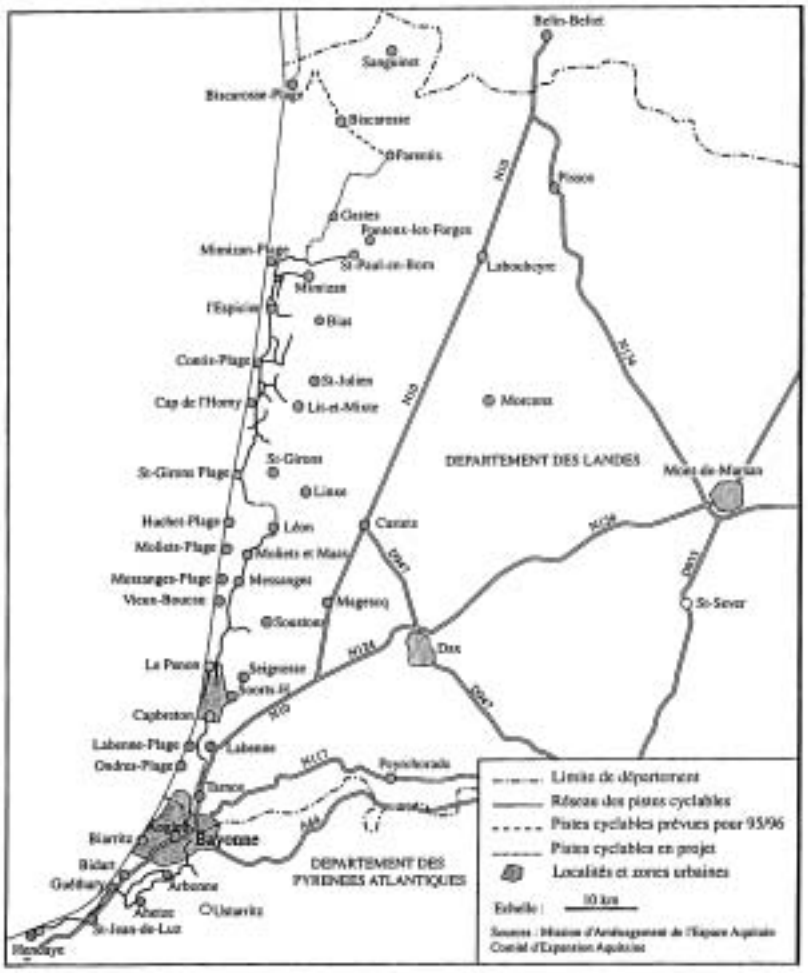


Figure 5 : Les pistes cyclables dans le Sud-Ouest de l'Aquitaine

Le réseau comporte néanmoins des ruptures dans son tracé notamment à Tarnos où il est inexistant. Pour combler cette lacune, un projet de tracé parallèle à la « piste des Allemands » doit être négocié entre les divers acteurs (municipalité, chasseurs, associations de défense de l'environnement, Direction Régionale de l'Environnement).

De manière générale, le réseau de pistes cyclables et de sentiers pédestres devrait s'étoffer davantage sous l'impulsion des municipalités et des offices de tourisme qui y voient une opportunité d'élargir leur palette de loisirs tout en assurant la liaison entre les différents pôles touristiques.

III.3.2 - Le golf

Le développement des golfs en Aquitaine a été dirigé par la Région selon un « plan-golf » lancé en 1986 et destiné à accompagner financièrement les projets. La mise en place de ce loisir procède d'une autre philosophie que celles des pistes cyclables. Il s'agit avant tout de constituer un véritable circuit régional de terrains de golf, diversifié et de qualité dans le but de promouvoir une option touristique haut de gamme en Aquitaine. Les golfs utilisent la topographie vallonnée des dunes et créent un milieu totalement artificiel associant pelouses, arbres et bosquets.

Aujourd'hui, on compte en Aquitaine près de 39 golfs de 18 trous, dont 25 ont été construits après 1986 et dont 16 sont situés dans des communes littorales. Seignosse, dans le cadre de ce plan, possède un golf de 18 trous, renommé, créé en 1989, et cité parmi les 100 premiers mondiaux par le « Golf U.S. Magazine ».

III.3.3 - Le surf

L'engouement pour les sports de glisse traduit un certain désir de retour à la nature et la côte sud landaise offre des conditions particulièrement propices à la pratique de ce sport.

Le surf est le sport le plus subventionné par le Conseil Régional d'Aquitaine, de même par le Conseil Général des Landes. Une usine-relais fabriquant des vêtements de surf a par exemple été subventionnée en 1985, et de nouveau en 1991 lors de son extension.

Les communes aident également les clubs locaux, les manifestations sportives et profitent de l'image de dynamisme du surf. Elles accueillent des compétitions de niveau international. Les premières compétitions avaient lieu sur le site des Estagnots sur la commune de Seignosse, mais celle-ci n'a pas souhaité poursuivre et a été relayée par Hossegor. Depuis 1998, Seignosse a sa propre compétition moins connue. Capbreton a choisi de soutenir une compétition internationale pour les jeunes. Les images retransmises à la télévision font connaître cette côte sud des Landes dans le monde entier.

III.3.4 - Les équipements récréatifs (casino, parcs d'attraction)

Ils rencontrent un vif succès aujourd'hui auprès des touristes. C'est ainsi que la commune de Seignosse a fait le choix de transformer les bassins d'eau de mer en un « Atlantic Park » avec toboggans et jeux. Situé à l'arrière de la dune littorale, le parc d'attraction est très fréquenté en été, mais désert en hiver.

Ce type d'installation représente un gros investissement : 2 500 000 F dont 1 000 000 F à la charge de la Commune qui a fait des emprunts, le reste sous forme d'aides de la CEE, de l'Etat, de la Région et du département. L'importance des sommes mises en œuvre pose le problème de ces investissements de plus en plus coûteux pour une saison de plus en plus courte.

III.3.5 - La Z.I.P. de Tarnos, future zone touristique ?

Si Tarnos ne possède qu'un milieu forestier étroit, coincé entre les zones industrielles et le rivage, elle est pourvue en revanche d'un patrimoine historique et culturel que d'autres stations n'ont pas. Sa Z.I.P. est certes un obstacle au développement du tourisme balnéaire, mais elle possède une histoire susceptible d'intéresser les amateurs.

L'office du tourisme de Tarnos souhaite ainsi faire de la Z.I.P. un nouvel espace touristique. Le projet comporte 3 points. Le premier consisterait à valoriser le patrimoine naturel en développant la pêche sur l'Adour à partir de la digue qui serait ouverte au public. Le second ferait découvrir aux touristes le patrimoine historique en organisant des visites des Forges de l'Adour, mémoire industrielle de la ville, avec ses bâtiments caractéristiques. Dans le même objectif, le blockhaus « Barbara » devrait être restauré et ouvert au public. Enfin, la mise en valeur touristique de la Z.I.P. serait réalisée par l'organisation de visites guidées des grandes entreprises comme Turboméca (Turbines), ce qui répondrait aussi bien aux attentes des touristes qu'à celles de la population locale. Des promenades en bateau sur l'Adour permettraient en complément de découvrir les infrastructures portuaires. La Z.I.P. prendrait alors une allure moins répulsive.

L'aménagement mené par la M.I.A.C.A., puis orienté par la loi Littoral à partir de 1986, a créé en Aquitaine un produit touristique original, basé sur la conservation de nombreux espaces naturels ouverts au public et une capacité d'accueil concentrée en quelques points de la côte. Le produit touristique qui en résulte apparaît beaucoup plus en relation avec le concept de développement durable, à condition de rester vigilants sur la préservation de l'environnement.

➢····· IV - Les menaces pesant sur l'environnement

Les milieux littoraux du sud des Landes présentent une grande richesse floristique et faunistique, des paysages variés qui doivent autant à l'homme qu'à la nature. Or, le développement touristique s'est traduit

par de fortes pressions sur ces milieux fragiles (urbanisation, sur-fréquentation estivale). Mais d'autres activités peuvent se trouver en concurrence sur les espaces littoraux, comme à Tarnos où la production industrielle et les entraînements militaires sont organisés sur les dunes à proximité de l'embouchure de l'Adour.

D'autre part, les dynamiques naturelles, marines et éoliennes, remodèlent sans cesse les milieux littoraux et peuvent poser des problèmes à court et moyen terme, d'autant plus que les parades choisies par les hommes présentent souvent des effets pervers.

IV.1 - Des plages et des dunes vulnérables

IV.1.1 - L'érosion marine

Elle est active, particulièrement lors des tempêtes hivernales. Le recul du trait de côte a pu être précisé à partir de l'analyse des photographies aériennes depuis la seconde guerre mondiale (Salomon et Prat 1999), mais la preuve matérielle de ce recul est visible chaque jour sur les plages où les blockhaus de la 2ème guerre mondiale construits dans les dunes, gisent aujourd'hui sur l'estran ou sont déjà dans l'océan. Depuis 1945, sur le littoral sud-landais, le recul du trait de côte a été en moyenne de 0,70 m/an à 2m/an, se soldant par un démaigrissement des plages et une attaque en falaise de la dune littorale. Dans certaines zones, des reculs de 3 m/an (Labenne) à 5m/an (Capbreton) ont pu être enregistrés. Ce recul du trait de côte traduit un déficit sédimentaire et cette tendance générale dissimule une évolution plus complexe avec alternance de secteurs en érosion et de secteurs en accrétion se déplaçant du nord vers le sud. L'élévation du niveau de la mer va accentuer le problème dans les décennies à venir.

Les ouvrages de défense ont pu localement aggraver l'action érosive de la mer. La digue nord du Boucarot édifiée en 1958 et prolongée en 1974 a bloqué le transit sédimentaire lié à une dérive littorale nord-sud. On observe en conséquence un engraissement de la plage Notre-dame au nord (140 m entre 1958 et 1972) et une érosion des plages au sud. La réfection et l'allongement des épis parviennent à retenir du sable, mais seul le rechargement annuel permet d'entretenir les plages (centre et sud de Capbreton). 15 000 m^3/an sont ainsi acheminés par camions depuis les zones d'engraissement du nord. Le sable de dragage de la Passe du Boucarot permet de financer cette recharge des plages de Capbreton. Toutefois celles-ci restent étroites et présentent une pente forte en aval du rechargement. Le système de transit hydraulique (by-pass) serait intéressant, mais il n'a pas été retenu par le SIVOM car trop coûteux si les communes ne bénéficient pas des aides financières de l'Etat et de l'Europe.

IV.1.2 - L'érosion des dunes

Partout où l'érosion marine est active, la présence d'une falaise dunaire provoque l'accentuation de l'érosion éolienne. L'obstacle provoque une compression des filets d'air et une accélération de la vitesse du vent dont l'efficacité érosive se trouve renforcée. En haut de falaise, brèches, couloirs et siffle-vent sont vite approfondis lorsque les touristes les empruntent pour gagner la plage. Sur le plateau dunaire, le vent élabore plages de déflation et caoudeyres.
Seignosse a connu une forte dégradation de sa dune littorale dans les années 80. L'érosion marine et l'érosion éolienne se conjuguaient et le sable alimentait à l'arrière de la dune littorale, pourrières et abrupts d'envahissement. Or, la station balnéaire avait été construite dans la lette. La dune a alors été reprofilée, mais cette intervention a un effet destructeur sur la flore, et la dune reconstituée a de nouveau été soumise à l'érosion avant que ne soient entrepris les travaux de fixation du sable.

L'érosion éolienne est beaucoup moins virulente vers le sud, sur les dunes de Tarnos, car les sables y sont plus grossiers (600 microns) et donc moins mobilisables par le vent. Ils sont également plus propices à l'enracinement de la végétation qui se développe plus facilement dans une ambiance plus humide. En revanche, la dune littorale présente un profil bas, une très faible hauteur, et protège moins efficacement du vent la végétation de la lisière pré-forestière.

IV.2 - L'urbanisation et ses conséquences

Les statistiques rendent mal compte de la consommation des espaces littoraux par les résidences. Bien plus que leur nombre, c'est leur éparpillement dans la forêt ou leur implantation linéaire sur le cordon dunaire qui menacent des espaces fragiles.

IV.2.1 - Les effets du déboisement

La forêt souffre des déboisements opérés pour l'urbanisation touristique, avec la création de clairières et autres percées artificielles qui offrent à de nombreuses maladies et parasites des conditions de développement optimum. Ainsi, la chenille processionnaire, qui existe à l'état endémique dans le massif forestier des Landes, trouve les conditions idéales de développement dans les clairières et les bords de routes. Chaque année, cette chenille cause de nombreux dégâts et la forêt, affaiblie, est encore plus sensible aux autres fléaux : maladies cryptogamiques ou virales dont l'armillaire est le plus néfaste. Les premières maladies en appellent d'autres.

Les clairières ou encore les percées réalisées en forêt pour la construction des routes ou des lotissements, facilitent également l'action mécanique du vent qui abîme les pins. Construite dans les dunes, la voirie des lotissements devient un réseau de tranchées par lesquelles le sable migre vers l'intérieur des terres.

La dégradation de la zone pré-forestière, de l'ourlet de protection peut être lourde de conséquences surtout si la dune littorale est menacée par l'érosion. A Tarnos, la forêt de protection est dégradée, voire absente à l'extrémité méridionale de la commune.

IV.2.2 - Les impacts négatifs des constructions

L'avant-dune et la dune littorale peuvent souffrir de l'urbanisation. Cette première ligne de dunes a même disparu là où existent des fronts de mer (Hossegor, Capbreton). A Capbreton, la dune est absente de la passe du Boucarot jusqu'au C.E.R.S en raison de l'urbanisation du front de mer. Ici, les échanges plage-dune n'existent plus.

La dune nord d'Hossegor a failli disparaître, car des lotissements sont installés en arrière de la dune de même que la voirie et le stationnement pour les automobiles. A Seignosse, certaines des premières constructions ont été implantées directement sur la dune, face à la mer, accentuant l'action du vent.

Depuis la loi Littoral de 1986, il est interdit de construire sur la dune. Pourtant, à Labenne Océan, en 1997, la dune a été sacrifiée pour réaliser une esplanade cimentée et goudronnée, s'avançant au niveau de la haute plage. Dans un secteur où le trait de côte recule régulièrement, cette construction est très imprudente. De plus, elle s'intègre très mal au paysage côtier.

Les modes de construction sont également à mettre en cause dans le dépérissement de la forêt littorale, qu'elle soit de protection ou de production, car les arbres souffrent de la proximité du béton et des travaux de terrassement. L'urbanisation a nécessité le creusement de tranchées dans le sol coupant les racines des pins et modifiant le régime hydrique du sol. D'autre part, lors de la construction des premières villas, les déchets comme le ciment étaient enfouis dans le sol au lieu d'être enlevés. Cette pratique est pourtant néfaste pour les arbres. A Seignosse, la forêt de protection a tellement souffert lors de la construction des immeubles collectifs et des maisons individuelles des divers hameaux, qu'un reboisement systématique a été nécessaire pour redonner au site sa valeur initiale. En 1972, la route nord- sud parcourant la lette était bordée de pins morts et malgré les efforts, la forêt de protection donnait encore en 1986 des signes de fatigue. Aujourd'hui, elle semble avoir récupéré et s'être adaptée à l'urbanisation du Penon.

IV.3 - Les conséquences de la fréquentation touristique sur les milieux littoraux

L'érosion des dunes est fortement aggravée par la sur-fréquentation touristique, tandis que la végétation dunaire peut être menacée.

IV.3.1 - L'importance du piétinement

Les sentiers empruntés par les touristes pour traverser la dune littorale jusqu'à la plage peuvent évoluer en couloirs de déflation ou en caoudeyres. Le sable est rejeté par le vent vers l'intérieur des terres et forme de grandes traînées ou des pourrières se terminant par de petits abrupts d'envahissement. Leur développement accompagne le recul du cordon dunaire. La situation devient préoccupante lorsque des secteurs urbanisés à l'arrière sont concernés comme à Seignosse le Penon.

A l'arrière de la dune littorale, la multiplication des passages se traduit par de nombreux couloirs de dépérissement dans la lette où la végétation de dune grise comporte une strate muscinale fragile dont la dégradation entraîne la régression de l'association végétale à Immortelles, stable et couvrante au départ.

Les dégâts liés à la fréquentation touristique sont également sensibles au niveau de la lisière et à l'intérieur de la forêt de protection, en raison de la multiplicité des passages sauvages empruntés par les touristes venant des campings ou des aires de stationnement non réglementé. C'est ainsi que les dégâts sur le milieu dunaire sont amplifiés au niveau des plages sauvages là où se terminent des petites routes traversant le secteur domanial, et là où existent des campings forestiers (Labenne). Le stationnement dans les clairières de la forêt, apprécié pour l'ombre et le calme, est souvent le point de départ vers les plages les plus reculées et se traduit par un piétinement du sous bois. La surfréquentation estivale de la forêt augmente le risque incendie. Des pistes DFCI peuvent être endommagées et les risques s'accroissent si les véhicules ne peuvent passer. Le problème vient parfois de l'existence de pistes parallèles à la côte. Voies secondaires, conçues pour l'exploitation forestière, la sécurité, ou d'origine militaire (Allemands) elles ne sont pas adaptées à un trafic important, mais elles permettent la prolifération des accès à des plages sauvages, dangereuses car non surveillées.

Les dégradations des milieux dunaires sont amplifiées par les randonnées équestres, mais surtout par les déplacements automobiles et la pratique du motocross, particulièrement dangereux pour la végétation.

La pratique du parapente peut aussi provoquer des dégradations sur la dune . Des arrêtés municipaux ont interdit cette pratique à Seignosse et Hossegor, mais pas à Capbreton et Labenne qui sont des secteurs vulnérables. Il est évident qu'une telle situation va à l'encontre des objectifs du plan-plage qui est de canaliser le flot des estivants et de leur faire franchir la dune par les caillebotis pour éviter le creusement des sentiers.

La fréquentation du milieu dunaire et de la forêt de protection n'est pas uniquement d'origine touristique. A Tarnos, les chasseurs circulent à pied et en voiture le long de la piste en béton joignant la plage du Métro à la Z.I.P. La chasse à l'alouette est pratiquée dans les dunes entre Capbreton et Labenne. Les chasseurs y possèdent des cabanes et posent leurs filets sur le sol. Les activités militaires sur le champ de tir de Tarnos sont également responsables de dégradations. Les passages de 4x4, les explosions, les tirs, détruisent la végétation. D'autre part, la sécurité n'est pas exemplaire en raison de l'absence de grillage continu délimitant la zone de tir.

Accueillir tous les usagers du littoral et notamment les touristes pour favoriser le développement local demande donc une réflexion globale qui permette de respecter l'environnement. Pour améliorer la protection de la forêt, l'O.N.F prend des mesures : barrières sur les pistes forestières, panneaux d'information sur la forêt, son entretien, sa fragilité, plots de bois interdisant le passage des automobiles, fines clôtures… Des actions plus lourdes ont été entreprises pour protéger plages et dunes, dans le cadre des plans plages.

IV.3.2 - L'appauvrissement floristique

Le piétinement peut être à l'origine de modifications de la répartition et de la diversité de la flore. L'étude de la végétation des dunes de Tarnos menée en 1997 par le C.E.C.R.V. (Centre d'Etude et de Conservation des Ressources Végétales) indique que le côté nord de la plage du Métro est peut être en train de perdre de sa spécificité (Oeillet de France, Verge d'or et domination des Immortelles des sables) puisqu'un relevé au niveau de l'aire à chiendent indique que cette zone est quasiment monospécifique. Le C.E.C.R.V. avance l'hypothèse d'une disparition de la flore spécifique liée à un facteur anthropique très important sur ces dunes. En effet *Cynodon dactylon* (chiendent) est observé à proximité de zones modifiées par l'homme (construction de cabanes de chasse, passage de piétons, de véhicules).

Toutes les dégradations ne peuvent être imputées au seul tourisme, mais compte tenu de la proximité de la plage du Métro, il est évident que celui-ci joue un rôle dans l'évolution de la flore spécifique de cette zone.

A Seignosse, on observe la rudéralisation de la végétation en face des bassins d'eau de mer, mais également au nord du passage canalisé venant du parking du Penon-Nord. Elle est liée aux piétinements, mais surtout à des dépôts de matières organiques (déchets de jardin et boues de récurage des étangs) pratiqués dans les années 80 pour fixer le sable. Ce secteur situé en face de la plage de Penon est le plus touché par

la généralisation des phragmites et du chiendent. Les autres zones, au nord de la plage du Penon et en face des plages des Bourdaines sont moins perturbées et leur diversité végétale est plus importante. Cette disposition met en relation piétinements et rudéralisation végétale : les zones les moins fréquentées ou les mieux canalisées (plage des Estagnots) sont celles qui présentent la meilleure diversité végétale.

IV.4 - Les problèmes de pollution

La multiplication et la concentration de la population en période estivale provoquent de multiples pollutions : pollution de l'air et de l'eau. La pollution des plages par les macro- déchets existe en toute saison.

IV.4.1 - Les problèmes liés à l'épuration des eaux

La fréquentation touristique a pour conséquence une augmentation massive de la consommation d'eau. Or, les systèmes actuels d'épuration de l'eau ne sont pas adaptés aux brutales variations de population. Pour les stations d'épuration, les traitements biologiques classiques supportent mal les variations de charges. Une variation de 20% sur 24 heures peut entraîner la défloculation des boues activées. Cela se traduit par un rejet important de matières en suspension et par une phase lente de reconstitution de la flore épuratrice (plusieurs semaines). Plus l'amplitude entre la population sédentaire et la population saisonnière est forte, plus le problème de traitement des eaux est aigu.

Malgré ces dysfonctionnements, la qualité des eaux rejetées paraît satisfaisante : le traitement de l'eau élimine plus de 90% des pollutions, mais il s'agit de moyennes et si globalement la qualité semble correcte, **un risque continue d'exister au niveau des eaux rejetées en période estivale.**

A Tarnos, elles sont déversées dans l'Adour où elles rejoignent les pollutions introduites en amont, mais il est difficile d'établir de quelconques responsabilités si ce n'est par la nature des polluants. La zone industrialo-portuaire compte en effet des entreprises polluantes (cimenteries, engrais) qui rejettent des boues riches en sulfate de chaux et en gypse.

A Seignosse Bourg, les eaux traitées sont rejetées dans le ruisseau du Bourret. Aucune donnée sur la qualité des eaux de ce ruisseau n'est disponible alors que les eaux usées, riches en éléments minéraux fertilisants, contribuent au processus d'eutrophisation des lacs et des étangs. Au Penon, les eaux usées sont rejetées par infiltration dans la dune car les trois conditions de l'épandage souterrain sont présentes: perméabilité du sol, absence d'échange entre aquifères et absence de nappe permanente ou temporaire à moins d'un mètre du niveau de dispersion de l'épandage.

L'utilisation agricole des eaux usées (consommation de la pollution par les plantes) permettrait de résoudre ce problème de pollution. Toutefois, il existe des contraintes : stockage dans le temps pour pallier une demande irrégulière, pré-traitement sommaire, utilisation sur des productions résistant aux contaminations bactériennes. En effet, les stations d'épuration sont conçues pour éliminer la pollution organique mais elles ne détruisent que partiellement les germes pathogènes. Les boues, produits du traitement des eaux usées, peuvent être utilisées de la même façon. La nouvelle loi interdisant leur mise en décharge, elles pourraient servir à enrichir les terrains agricoles, mais ces derniers sont peu nombreux sur la Côte Sud des Landes. Une étude sur l'épandage des boues des stations de Tarnos et de Seignosse est en cours de réalisation dans le cadre du S.I..T.C.O.M. Il faudrait 400 ha de terres agricoles ainsi que des lieux de stockage des boues (situés sur les communes de l'intérieur).

Les dispositifs d'assainissement individuel ne sont pas non plus sans défauts car ils sont situés à proximité des plans d'eau. Les risques de pollution sont forts car la hauteur de la nappe phréatique rend ces systèmes d'assainissement peu efficaces (sauf au prix d'investissements coûteux). Les dysfonctionnements sont nombreux. L'entretien des fosses d'un système d'assainissement individuel doit être régulier pour assurer leur bon fonctionnement. Le fait que les touristes n'utilisent ce système qu'une courte partie de l'année a des répercussions sur la qualité de ce type d'assainissement par la variation de la population de bactéries. En période creuse, il y a pénurie de matière à digérer, donc diminution. En période pleine, il y aura excédent et il faut un laps de temps pour que la population de bactéries s'y adapte. Pendant cette période, la qualité de l'épuration s'en ressentira. Il est donc difficile d'assurer un assainissement performant en utilisant l'assainissement autonome dans une zone à forte variation de population. Le raccordement au réseau d'assainissement collectif est donc une nécessité.

La nappe aquifère du Penon est menacée de pollution, et la responsabilité du tourisme peut être établie. Les eaux alimentant les nappes aquifères sont habituellement filtrées efficacement en traversant les terrains qui les séparent de la nappe. Pour un même type de terrain, plus l'épaisseur dominant la nappe est importante, plus la protection est efficace. Si les captages d'eau potable de la Côte Sud des Landes s'effectuent dans les aquifères profonds (calcaires Eocène et Stampien), le captage de Seignosse-le-Penon lui, est réalisé dans une couche sableuse de seulement 40 mètres d'épaisseur. Il est donc vulnérable aux pollutions qui sont ici nombreuses en raison de la proximité de l'urbanisation touristique, du littoral et du lac d'Hossegor. Le captage de Seignosse-le-Penon nécessite donc une surveillance particulière.

Le tourisme, par son caractère saisonnier et massif, constitue donc un facteur de dysfonctionnement des infrastructures de traitement de l'eau, et peut donc causer la pollution des rivières et des océans dans lesquelles sont rejetées les eaux usées. Mais il n'est pas le seul pollueur. Les industries de la Z.I.P. de Boucau-Tarnos rejettent 800 tonnes par jour d'eau résiduelle en mer (en dehors du domaine de l'Etat). La pollution des eaux océaniques n'est pas connue avec précision. La Z.I.P. est également accusée de polluer l'air par l'émission de fumées et de poussières nuisibles pour les végétaux et en particulier pour le chêne liège.

IV.4.2 - La qualité des eaux de baignade

Elle est vérifiée par les services de la D.A.S.S. qui transmettent les résultats (mesures bimensuelles) aux maires. Ceux-ci doivent informer la population par affichage et voie de presse et interdire la baignade si un risque existe.

Avant 1997, les plages du littoral sud landais étaient classées en catégorie A, mais depuis, elles sont classées en catégorie B (eaux de qualité moyenne), sauf la plage de Notre Dame classée A (bonne qualité). La dégradation de la qualité des eaux de baignade depuis 1997 est due à un mauvais traitement des eaux usées (les stations d'épuration de Labenne et Seignosse rejettent leurs eaux traitées dans le Boudigau et le Bourret). Des dysfonctionnements du réseau pluvial se jetant en mer (lors des orages d'été) ou du réseau d'assainissement peuvent également expliquer les déclassements ponctuels, par exemple aux abords immédiats du Boucarot.

Un contrat de rivière devrait conduire à l'assainissement de la situation des cours d'eau en amont et donc des eaux littorales. Des prélèvement réguliers en amont peuvent permettre de localiser la pollution et traiter le problème à la source.

IV.4.3 - Les macro-déchets

Les milieux dunaires et les plages du littoral landais constituent des espaces remarquables par les paysages qu'ils offrent. Pourtant, la pollution par les macro-déchets déchets les enlaidit régulièrement. L'accumulation des déchets sur la plage a plusieurs origines. Certains déchets d'origine humaine sont directement liés aux touristes et comprennent en saison estivale papiers gras, tubes de crème solaire etc… Mais les quantités sont relativement limitées par rapport aux effluents et ordures ménagères provenant de décharges mal contrôlées. Situées en bordure des fleuves et de la côte, elles laissent échapper une partie de leurs ordures qui, reprises par les courants marins, viennent s'échouer sur les plages d'Aquitaine. S'y ajoutent des déchets rejetés par les bateaux (transport maritime, pêche, plaisance…) ou les activités portuaires. Enfin, certains déchets sont d'origine naturelle (bois morts, coquillages, algues, cadavres d'animaux). Ces déchets arrivent avec chaque marée et même si certains d'entre eux sont repris par le flux et reflux des eaux, une importante quantité demeure sur l'estran. Certains de ces déchets, bien que d'origine naturelle (troncs d'arbres, algues, etc …), sont perçus négativement par les vacanciers, d'autant plus que la fermentation de certains d'entre eux provoque des odeurs désagréables. Les plastiques sont particulièrement préoccupants car ils ne sont pas biodégradables et leur faible densité leur permet de flotter, mais aussi d'être entraînés par le vent vers les dunes où ils sont plus difficiles à récupérer. Il faut alors procéder à un nettoyage manuel. Enfin, certains objets occasionnent des coupures plus ou moins graves notamment chez les enfants. Les analyses faites sur les plages aquitaines (C. Clément), complétées par une étude dans les Landes (B.Rouveure) montrent que les bois arrivent en tête des macro-déchets suivis des plastiques, des cordages, du verre, des hydrocarbures et du métal. Les bois correspondent à des souches, des déchets d'élagage mais aussi des troncs d'arbres en provenance des berges de rivières mal entretenues et qui sont apportés par l'Adour. Les déchets identifiables représentent 30% des volumes. Ils

viennent essentiellement d'Espagne et de France à peu près à égalité, mais on trouve également des déchets en provenance du Portugal, du Maroc et des pays asiatiques. Par rapport aux travaux précédents, la dernière étude de Carrère (2001) montre une certaine stabilisation du volume des déchets rejetés.

Des entretiens réguliers sont indispensables pour assurer la propreté du littoral. Jusqu'en 1990, le département des Landes finançait un nettoyage du littoral avant la saison estivale. Depuis 1991, un nettoyage systématique sur les 106 km du littoral landais a été mis en place avec les 15 communes littorales (voir article de J. Oyarzabal :« le nettoyage global et systématique du littoral landais »).

Les communes assurent un nettoyage complémentaire surtout en période estivale. Il est réalisé par les services techniques municipaux grâce à un cribleur (sauf à Capbreton où les plages ne sont pas accessibles à de lourds engins) et des personnes à pied faisant un ramassage manuel. Ils traitent également les accès aux plages. Plusieurs fois par an, il faut aussi procéder au nettoyage des dunes, encombrées de déchets emportés par le vent.

Le nettoyage des plages semble plus satisfaisant depuis 1998, mais certains problèmes demeurent : passages trop près du pied de dune, destruction de la faune de l'écosystème plage-dune.

Bien entendu, l'effort de prévention doit continuer en incitant les usagers à maintenir la propreté des sites : panneaux d'information, poubelles suffisamment nombreuses et vidées régulièrement. Par ailleurs, une meilleure gestion des cours d'eau est nécessaire (disparition des décharges sauvages le long des berges, entretien des berges et des bois riverains…)

V - Les mesures de protection et les actions à poursuivre

Après une première vague de développement touristique réalisée sans que l'environnement soit pris en compte, la M.I.A.C.A a permis de limiter la croissance linéaire en bordure des rivages et a orienté le développement touristique vers l'intérieur, perpendiculairement au littoral. Cette politique a permis de préserver de vastes espaces « naturels » qui sont à la base de l'image forte et attractive du littoral aquitain. Mais des limites sont vite apparues : mitage des paysages avec le développement des constructions dans la forêt, fortes pressions foncières dans les Secteurs d'Equilibre Naturel où tout équipement lourd est interdit, insuffisante prise en compte des autres secteurs économiques.

Les années 80 représentent un tournant dans les rapports entre tourisme et environnement. Des débats s'engagent alors sur les choix en matière d'aménagement et de développement. Le souci de protection des milieux littoraux s'impose alors progressivement à travers différents textes.

V.1 - La réglementation

La loi « Littoral » de 1986 donne un fondement juridique aux principes d'aménagement énoncés dans les années 70. Elle reprend et complète des mesures antérieures en les adaptant au contexte nouveau créé par la décentralisation. Complétée par le décret du 20 septembre 1989, elle définit les espaces à préserver au titre des paysages remarquables caractéristiques du patrimoine naturel : la bande littorale avec les dunes et les plages (bande des 100 m) déjà inscrite dans l'esprit de la MIACA, les landes côtières, les zones boisées proches du rivage, les forêts hygrophiles, les zones humides, les vasières, les étangs. Ces protections reprennent en compte tous les espaces déjà protégés y compris les zones naturelles des POS ainsi que les espaces retenus par l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique (Z.N.I.E.F.F). La loi de 1986 est ultérieurement complétée par la circulaire du 10 octobre 1989 qui souligne la nécessité d'une gestion économe de l'espace dans le cadre d'un développement durable et par l'instruction du 22 octobre 1991 sur l'urbanisation et le domaine public maritime, soulignant l'importance des études d'impact.

La loi sur les paysages de janvier 1993 renforce le volet paysage de la loi « Littoral » permettant à l'Etat et aux collectivités locales de prendre l'initiative pour protéger des paysages remarquables.
La loi sur l'eau de janvier 1992 vise une meilleure gestion de l'eau dans le cadre des différents bassins hydrographiques et souligne la nécessité d'une coordination avec les dispositifs visant à préserver la qualité des eaux littorales.

La politique nationale de protection de l'environnement doit être également resituée dans un contexte européen très favorable. L'Union Européenne s'attache à préserver des espaces essentiels du patrimoine écologique littoral européen. La préservation de la biodiversité était déjà inscrite dans la directive « Habitats » (1992). On doit aboutir en 2004 à un réseau « Natura 2000 » des sites basés sur la protection de plusieurs centaines d'espèces animales, d'espèces végétales et d'habitats rares et menacés.

Les espaces littoraux les plus intéressants apparaissent donc théoriquement bien protégés. Certains milieux remarquables par leur richesse écologique l'étaient déjà avant la loi « Littoral ». Dans le sud des Landes, l'Etang Noir, l'Etang Blanc sont classés depuis 1968 et la réserve naturelle de l'Etang Noir (52 ha) existe depuis1974, protégeant plus de 400 espèces végétales. Le ralentissement de l'urbanisation dans les communes littorales dans les années 90 traduit les effets de la loi Littoral qui a donc bien constitué un frein. Néanmoins, si les lois existent, des problèmes d'interprétation et d'application surgissent chaque fois que les pressions sont fortes et les intérêts divergents. L'exemple du front de mer de Labenne-Océan construit en 1997 et situé dans la bande des 100 m, est significatif. Les nombreux recours devant le tribunal administratif traduisent les conflits qui surgissent entre les différents acteurs utilisant ou aménageant la zone littorale.

V.2 - Les acteurs

Aujourd'hui, la maîtrise du développement urbain sur le littoral est l'affaire de l'Etat et de toutes les collectivités dont les influences se superposent sur un même espace. Les communes par le biais des lois de décentralisation et les POS peuvent, depuis 1983, intégrer la préservation de l'environnement dans leurs choix.

Mais la multiplication des acteurs complique l'application de la loi. Au début, la Loi Littoral est considérée par les élus comme un élément perturbateur venant compliquer les conflits d'usage déjà fréquents. Beaucoup critiquent le caractère trop général de la loi. Les arrêts de justice se multiplient. Le « schéma de cohérence et de gestion des milieux littoraux » est alors réalisé par la D.D.E pour le département des Landes (1994). Il tente de réaliser la synthèse des contraintes d'aménagement existant sur le littoral, mais il n'a pas de valeur réglementaire. Il sert néanmoins de référence pour éviter les conflits et un recours éventuel devant le tribunal.

Les associations jouent un rôle essentiel. Vigilantes, elles intentent des actions chaque fois que la Loi Littoral ne leur semble pas respectée et n'hésitent pas à amener les municipalités devant le Tribunal Administratif. Elles bénéficient de l'appui des habitants qui se sentent concernés par la préservation de l'environnement et défendent aussi souvent leurs propres intérêts. La principale association de protection de la nature sur le littoral landais est la SEPANSO (Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest). Elle intervient chaque fois que le P.O.S lui paraît non conforme à la Loi Littoral. D'autres associations regroupent des propriétaires soucieux de défendre leurs intérêts face à certains projets. Ainsi « Sauve Plage Hossegor » fut créée lorsqu'en 1986 la commune d'Hossegor a voulu créer un complexe de thalassothérapie inscrit dans une ZAC en bord de mer. L'association invoqua alors l'insuffisance de l'étude d'impact avant le projet et le non respect de la Loi Littoral.

Ces associations jouent le rôle de contre-pouvoirs, informent la population et peuvent permettre aux citoyens de se déterminer face aux projets qui engagent l'avenir de leur région. Cette dynamique citoyenne paraît indispensable aujourd'hui pour réussir à concilier aménagement et environnement. Créer les conditions d'un développement durable suppose en effet la concertation entre les différents acteurs (notion de gouvernance).

L'intercommunalité peut permettre de trouver des réponses à certains problèmes dépassant le cadre communal. Le SIVOM « Côte Sud des Landes » pourrait traiter les grands problèmes environnementaux qui nécessitent une vision d'ensemble du littoral, mais il y a encore peu de réalisations. L'érosion du littoral requiert par exemple une réflexion globale étant donné le fonctionnement du système côtier dans sa dimension longitudinale. De même la qualité des eaux dépend de la prise en compte d'un système intégrant les bassins versants côtiers et les eaux océaniques.

V.3 - La maîtrise foncière et les problèmes de gestion

Dans le sud des Landes, l'Etat ne possède qu'une étroite bande de dunes. Les forêts domaniales correspondent à Tarnos à un ensemble relativement important sur les dunes littorales se prolongeant vers Ondres. Au nord, elles représentent une bande étroite (2 km au nord de Seignosse et 1,5 km aux Estagnots). Les forêts qui appartiennent aux collectivités relèvent du « régime forestier », mais elles sont discontinues et l'exemple du golf de Seignosse réalisé aux dépens de la forêt communale montre qu'elles peuvent être soustraites à ce régime.

Les acquisitions du Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres (CELRL), établissement public, représentent sur la côte sud landaise : 72 ha dans les dunes de Seignosse, 34 ha à Hossegor (La côte Sauvage), 142 ha à Capbreton (La Semie et la Pointe), 145 ha à Ondres- Tarnos (Le Metro). Ce sont autant de terrains soustraits à l'urbanisation dans cette zone sud des Landes où la pression foncière est forte en raison de la proximité de Bayonne. Lorsqu'ils sont réhabilités, ces territoires retrouvent leur fonction écologique et peuvent être ensuite ouverts au public.

Le Conseil Général du département des Landes soutient l'action du Conservatoire en participant aux acquisitions (20 à 30% du montant), aux travaux de restauration et d'accueil du public, au financement de la gestion. Il utilise à cet effet les sommes perçues au titre de la taxe départementale des espaces naturels sensibles (T.D.E.N.S). Il a également acquis quelques terrains et des zones de préemption existent notamment autour de l'Etang Blanc.

La Région est présente dans les Contrats de Plans Etat-Région à travers lesquels elle finance la gestion de l'espace littoral. C'est un outil d'aménagement du territoire utilisé en partenariat avec les Communes, les Départements et l'Union Européenne. Le 4ème Plan a débuté en 2000 et dure jusqu'en 2006. Il précise les exigences de qualité dans l'aménagement du littoral et renforce les conditions d'application de la Loi Littoral. La création d'un « Conseil Supérieur du Littoral aquitain » est prévue. La place faite à l'environnement se traduit par la création d'une nouvelle mission de réflexion sur le littoral (Mission Littoral).

Mais dans la logique d'un développement durable, il est souhaitable que la gestion à l'échelle intercommunale se développe.

V.4 - Le projet LIFE 95

Le projet LIFE 95 (faisant suite au programme NORSPA-L.I.F.E.), doté d'un budget de 5,9 millions de francs (50% U.E., 15% O.N.F., 10% Etat, et le reste partagé entre les collectivités locales), s'est attaché à la réhabilitation de 4 sites français dont deux dans les Landes : les dunes de Seignosse le Penon et les dunes des Forges à Tarnos.

De très importants travaux ont été réalisés sur les dunes de Seignosse. De volumineux transferts de sable (17 000 m3) des parkings vers le plateau de la dune littorale ont permis de masquer les déchets déversés pendant des années sur la dune. Sur une dizaine d'hectares des couvertures de houppiers de pins ont ensuite permis d'éviter la déflation éolienne. En haut de plage des plantations (*Agropyrum junceum*) ont permis de conforter la végétalisation.

A Tarnos, l'ensemble des dunes doit être protégé, parce qu'elles sont soumises dans leur intégralité à la pression touristique, mais aussi parce qu'elles possèdent une flore particulièrement diversifiée et des espèces rares méritent une protection d'ensemble (le Lys des sables *Pancratium maritimum*, *Euphorbia peplis* sur les dunes embryonnaires, *Alyssum arenarium* : la Corbeille d'Or des sables...). Ici, l'accueil du public doit être réalisé dans le cadre d'un milieu sensible qu'il faut protéger. Les études sur la flore et la faune ont mis en évidence la richesse patrimoniale et vont permettre la mise en route des opérations de protection.

Pour éviter les dégâts dûs au piétinement, les flux des touristes ont été canalisés. Mais l'information du public demeure une préoccupation importante. Des panneaux de bois informent sur les travaux de réhabilitation et invitent les visiteurs à découvrir les milieux littoraux et à les respecter. Des visites guidées

existent (Office du Tourisme de Seignosse/O.N.F). Les financements européens ont permis la réalisation du Sentier de découverte du Massif des Forges de l'Adour (nom évoquant l'entreprise qui était propriétaire du terrain jusqu'en 1957).

VI - Conclusion

La côte sud des Landes a donc connu un développement touristique plus tardif que d'autres secteurs du littoral atlantique (côte girondine ou côte basque voisine). Dans les années 50, seules les stations de Hossegor et Capbreton attiraient surtout une clientèle régionale. A Tarnos, l'activité industrielle rendait le site peu attractif et la croissance démographique de la commune était surtout liée à la proximité de Bayonne. A Seignosse au contraire, le phénomène d'urbanisation est lié au choix du développement touristique et à la création de la station de Seignosse-le-Penon dans les années 60.

L'intervention de la M.I.A.C.A au début des années 70 a contribué à maintenir cette opposition en classant l'extrême sud des Landes (dont Tarnos) dans un « Secteur d'équilibre naturel » et en réorientant le développement de Seignosse, incluse dans une « Unité Principale d'Aménagement », de manière à éviter une extension linéaire de la station le long de la côte. Aujourd'hui, l'urbanisation reste essentiellement touristique à Seignosse, Hossegor ou Capbreton et le développement de Tarnos est surtout lié au phénomène de suburbanisation en marge de l'agglomération bayonnaise. Paradoxalement, ses plages sont très fréquentées mais son potentiel d'accueil touristique est actuellement très réduit. La commune de Tarnos souhaite donc modifier son image, mais les solutions qui permettent de satisfaire tous les acteurs sont difficiles à trouver. Différents projets ont été contestés car ils représentaient une menace pour les zones humides (milieux fragiles situés au nord du Métro), ou bien ils étaient jugés incompatibles avec la loi Littoral.

Aujourd'hui, l'emprise de l'urbanisation sur le littoral sud landais reste toutefois modérée, laissant une large place à la forêt qui occupe plus de la moitié des surfaces communales. Cette croissance urbaine est néanmoins plus ou moins bien intégrée. A Seignosse, les constructions réalisées au Penon dans les premières années ont profondément dénaturé la lette située immédiatement à l'arrière du cordon bordier. A Hossegor et Capbreton, une partie des dunes littorales a disparu sous la pression de l'urbanisation.

L'opinion publique prend en compte la valeur de l'environnement et son importance dans le cadre d'un développement durable. Un environnement préservé conserve son attrait touristique et il peut être à l'origine d'une manne financière. Sur le littoral sud landais, les élus tentent de trouver un équilibre entre développement touristique et préservation des espaces de nature. Au niveau national comme au niveau européen, les actions en faveur de l'environnement se sont renforcées. Les différentes lois constituent un cadre très intéressant, mais au niveau local leur application passe par une concertation entre les différents acteurs (administrations, élus, associations de professionnels et d'usagers, associations de défense de la nature). Une réflexion globale est nécessaire pour déboucher sur les choix d'aménagements qui pourront assurer un développement durable en intégrant la préservation de l'environnement. L'évolution des mentalités, un certain engouement pour la nature modifient la demande touristique. La diversification des produits offerts aux touristes autour du thème de la nature est déjà engagée. Elle peut être poursuivie afin de répondre au double défi du développement et de la protection de la nature.

VII - Bibliographie sommaire

- Barrère P., Cassou-Mounat M. (1986). Tourisme et environnement sur le littoral des Landes de Gascogne, In : *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Tome 87, fasc.4, pp.491-518
- Carrères (2001). Enjeux des pollutions sur le littoral aquitain, Mémoire de D.E.A, Université de Bordeaux 3, 98 p.
- Cassou-Mounat M. (1975). *La vie humaine sur le littoral des Landes de Gascogne*. Thèse de Géographie, Université de Bordeaux 3, 2 tomes, 906 p.
- Clément C. (1995). *La pollution des plages d'Aquitaine par les macro-déchets et ses impacts*, Mémoire de D.E.A, Université de Bordeaux 3, 72 p.+ annexes

- Labomme R. (1998). *Développement touristique et aménagements sur le littoral sud-landais* (Seignosse et Tarnos). Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université de Bordeaux 3, 142 p.+ annexes.
- Larroque-Chounet L. (1998). Paysages et urbanisation sur la côte sud des Landes, In Sud-Ouest Européen n°&, Presses Universitaires du Mirail, pp.7-19.
- Menseau R. (1997). Environnements et aménagements à tarnos, M.S.T d'Aménagement, Université de Toulouse, 121 p. + annexes.
- Ribatet G (1996). *L'évolution du littoral landais entre Hossegor et Tarnos*. Mémoire de D.E.A , Université de Bordeaux 3,65 p. + annexes.
- Rouveure B., (1998). *La pollution du littoral sud-gascogne par les macro-déchets*. Mémoire de Maîtrise de Géographie, Université de Bordeaux 3, 72 p.
- Salomon J.N.et Prat M.C.(sous la direction de), (1999). *Le littoral sud landais*. Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée. Université de Bordeaux 3, 143p.
- Subra C., (1996). *Questions d'assainissement et d'eau potable sur la côte sud des Landes*, Mémoire de Maîtrise, Université de Bordeaux 3, 174 p.

ACCUEIL DU PUBLIC EN MILIEU NATUREL SUR LE LITTORAL GIRONDIN, LES PLANS-PLAGES

Sylvie Métayer
Office national des Forêts - Division de Bordeaux Arcachon
31, rue de l'Arsenal - BP 38 - 33029 Bordeaux cedex
Tél. 05.56.00.64.94 - Fax : 05.56.00.64.70 - Email : Sid.Bordeaux@onf.fr

Résumé :
En Aquitaine, et tout particulièrement sur la côte girondine dans le secteur des lacs littoraux et du bassin d'Arcachon, le littoral dunaire est soumis à une très forte fréquentation. Dans un contexte de forte représentation de la forêt publique domaniale, une réflexion cohérente d'aménagement du territoire a permis de concilier développement touristique et protection de milieux « naturels » originaux et fragiles grâce à un « plan-plage » concerté entre l'Etat, l'ONF et les Collectivités territoriales.

Abstract :
In Aquitaine, especially in the lake sector of the Gironde coast and the Bassin d'Arcachon, the coastal dunes are very heavily frequented. With much of the woodland being publicly owned, discussion and debate have been facilitated, leading to the formulation of a planning policy that reconciles tourist development with the protection of unique and fragile natural environments. The policy takes the form of "beach plans" implemented jointly by the State, the ONF and local authorities.

INTRODUCTION

Le littoral girondin a connu une pression touristique croissante aboutissant, dans de nombreux points non aménagés, à une fréquentation anarchique ayant comme conséquence une dégradation marquée du milieu et des risques accrus. Cependant, le statut foncier à dominante publique (100 km de littoral sur 120 sont propriété de l'Etat) a contribué au maintien de vastes espaces naturels préservés et à la mise en oeuvre par les pouvoirs publics d'une politique d'aménagement concertée.

Une prise en compte déjà ancienne par les pouvoirs publics au travers d'actions ou de schémas généraux :

- Le Schéma d'Aménagement de la Côte Aquitaine de 1972, élaboré par la Mission Interministérielle pour l'Aménagement de la Côte Aquitaine (MIACA), ménageant des SEN (Secteurs d'Equilibre Naturel) entre les UPA (Unités Principales d'Aménagement).

- **Le relais pris partiellement par la Loi Littoral** en 1992.

- La politique PLAN PLAGE action concertée d'aménagement, mise en place depuis 1980 sous l'égide de la MIACA pour concilier Accueil - Sécurité - Environnement sur le littoral girondin et landais.

- Le programme départemental de PISTES CYCLABLES, un atout supplémentaire : 300 km de réseau cyclable en Gironde dont 190 km en forêt domaniale littorale.

I - LE PLAN PLAGE GIRONDIN : OBJECTIFS, PRINCIPES

I.1 - Objectifs

Assurer l'accueil de plus de 100 000 personnes (en jour de pointe) allant à la plage, dans un milieu naturel fragile, dans de bonnes conditions de sécurité (baignade, incendie) et de protection de l'environnement.

I.2 - Etudes préalables

Afin de définir au mieux les programmes d'aménagement, des études préalables sont engagées sur chaque site, elles comprennent :

- Une phase de diagnostic : *diagnostic de la fréquentation* (comptages routiers et manuels, évaluation de la fréquentation de la plage, enquête qualitative sur la satisfaction et l'attente des utilisateurs), *analyse des milieux* dunaires et forestiers et de la qualité *des paysages* et *inventaire des équipements* existants (accueil et sécurité).

- Un choix des objectifs de protection, d'accueil, de sécurité aboutissant à un zonage (zones à soustraire à la fréquentation pour des raisons de sécurité ou de protection, zones à ouvrir en canalisant, zones d'accueil à aménager en retrait du système de protection).

- La traduction en termes d'actions concrètes (plans d'interventions sur les milieux, projets d'équipements et d'aménagement) avec un chiffrage et un planning de réalisation, et des propositions de plans de financement.

I.3 - Conception des aménagements

✓ **Accueil :**
Parkings sous couvert forestier de capacité suffisante pour répondre au moins à la fréquentation moyenne (plus de 20 000 places aménagées au total dans ce cadre en Gironde et dans les Landes depuis 1980), ***d'une conception aussi naturelle que possible*** (en retrait de la frange de protection, voies de circulation gravées revêtues, en sens unique, respectant le relief naturel, places de stationnement en épis en écorces de pin, signalisation routière minimale sur supports bois, fléchage du sens de circulation au sol, mobilier bois).
Pôle d'accueil avec buvettes, téléphone, sanitaires.
Liaison des sites entre eux et avec les hébergements ***par pistes cyclables*** en site propre.
Guidage des piétons *par sentiers et caillebotis* vers les zones de baignade surveillées.

✓ **Sécurité :**
Réalisation d'aménagements seulement au droit des plages surveillées : la surveillance est assurée par les Communes, les autres accès sont autant que possible neutralisés. Tous les aménagements (parkings, sentiers, caillebotis) tendent à collecter et guider les usagers vers ces zones surveillées.
Aménagement d'accès des secours : création de pistes de secours DFCI (Défense des Forêts Contre l'Incendie) fermées à la circulation publique, permettant l'accès des pompiers, ambulances, MNS et l'évacuation éventuelle du public en cas de sinistre ; de forages DFCI ; d'aires d'atterrissage pour hélicoptère.

✓ **Environnement :** (forêt et dune)
Guidage pour éviter la dispersion dans un milieu fragile (Sentiers, caillebotis, clôtures évitent le piétinement diffus. Lices ou pieux de délimitation en 1/2 traverses bordant les parkings évitent la pénétration des véhicules en forêt).
Cicatrisation et protection des milieux dunaires et forestiers (couverture de branchages sur les zones dunaires mises à blanc et revégétalisation, plantations d'accompagnement paysager aux abords des pôles d'accueil).
Information et sensibilisation du public sur la fragilité du milieu (campagnes d'information par pose de panneaux de sensibilisation sur les sites sur le thème de la dune et de la forêt, organisation de visites guidées en été…).
Traitement paysager des coupes d'arbres, en particulier coupes de régénération en mosaïque.

I.4 - Les règles ou recommandations qu'il convient de suivre pour concilier au mieux l'accueil et la protection du littoral sont les suivantes :

- Limiter les zones d'accueil aux besoins sociaux exprimés (ne pas surdimensionner les aires de stationnement.

- Préférer des équipements réversibles, tout en gardant une exigence de **qualité** et viser une **intégration** au milieu.

- Limiter les conflits d'usages et organiser des priorités dans l'accueil en offrant des alternatives à l'automobile : favoriser les piétons, les cyclistes.

- Dune : composer avec l'érosion marine en retenant le sable le plus près de sa source et limiter les transits en maintenant un tapis végétal dense et diversifié ; assurer un contrôle en souplesse en cicatrisant les dégradations causées par la fréquentation estivale dès l'hiver suivant.

- Préserver le paysage pour maintenir le cadre d'accueil (les paysages ne sont pas un pur produit de la Nature, ils sont souvent travaillés et façonnés par l'homme) : nécessité d'une analyse de la sensibilité paysagère (sites et éléments visuellement remarquables, points de vision intéressants, "points noirs"), définition des objectifs paysagers (zonage à priorité paysagère), actions en faveur du paysage : traitements sylvicoles ; traitement des coupes ouvrant ou fermant des perspectives, alternant des ambiances, ou donnant l'impression d'un état boisé immuable par une mosaïque d'âges continus bien dosée ; traitement paysager des équipements et des zones de transition accueil/milieu naturel…

- Opter pour un parti de qualité et de durabilité des équipements. Compléter la phase d'investissement en équipements et restauration des milieux par un **entretien régulier** (en saison et hors saison pour la cicatrisation des milieux) et par une **surveillance/information...**

- Développer l'activité de découverte des milieux par des visites guidées à pied ou à vélo pour faire découvrir, comprendre, aimer, respecter...

➢····· II - Le plan-plage girondin : bilan et perspectives

II.1 - Les partenaires

Financeurs **: 53 MF** (millions de francs) **de 1975 à 1998** dont 51 MF depuis 1980, début véritable de l'action "Plan-Plage", **soit un montant actualisé de 68 MF HT** (soit 10,4 millions d'· HT) **de 1978 à 1998** dont 62 MF depuis 1980. **Etat** (23%) - **Région** (14%) - **Département** (44%) - **Communes** (12%) - **CEE** (7%). Mise en oeuvre prise en charge par l'ONF pour les 42 MF actualisés investis en forêt domaniale.
NB : pas de nouveaux investissements entre 1998 et 2000.

Maîtres d'ouvrage **:** ONF en domanial - Communes en terrain communal.

Maîtres d'œuvre **:** Etudes : ONF, Paysagistes, Géomètres. Travaux : O.N.F., Paysagistes, DDE.

II.2 - Le bilan des aménagements réalisés

✓ Résultats obtenus

Depuis 1980, **15 sites sur 9 communes ont été aménagés dans le cadre du Plan Plage,** et bénéficient d'un accueil de qualité apprécié par le public, et d'un environnement mieux protégé sur le site et ses abords.

Les forêts domaniales et le Sud de la Gironde sont assez bien équipés (Hourtin - Carcans - Lacanau - Le Porge - Lège - La Teste). **L'effort est à poursuivre sur le Nord du département où sont parfois à lever des préalables** fonciers ou réglementaires (POS, Loi Littoral).

La fréquentation de ces sites dépasse 100 000 personnes en jour de pointe, avec des usagers locaux, régionaux, et du reste du territoire français, mais aussi de plus en plus d'étrangers dont une grande majorité d'allemands (60 %) et de hollandais (20 %).

Le dimensionnement des parkings permet d'accueillir dans de bonnes conditions la fréquentation moyenne des automobilistes. En revanche les parkings débordent les jours de pointe (environ 5 à 10 jours) où on dénombre jusqu'à 40 % de voitures garées hors zones aménagées (estimation de près de 30.000 véhicules présents en pointe sur l'ensemble des sites pour une capacité aménagée de 16.000 places sur les sites Plan

Plage girondins (voir figure 1).

Figure 1 : Plan - Plage Girondin
Sites aménagés 1980 - 1998

En matière de gestion globale des espaces naturels, le Plan Plage a permis de réduire l'ampleur des sites fréquentés et dégradés, puisque certains sites ont été fermés en contrepartie de l'aménagement des autres.

Les zones et équipements d'accueil proprement dits occupent moins de 2% de la surface des forêts domaniales littorales (parkings, pistes cyclables et de secours, campings).

En revanche la présence de ces équipements et leur fréquentation impose des contraintes de gestion assez fortes sur près de 15% de la surface des forêts domaniales (le long des équipements linéaires, aux abords et au droit des zones d'accueil) : gestion paysagère des coupes, relevés de couvert, débroussaillements de sécurité… Ces contraintes viennent s'ajouter ou se superposer aux contraintes de protection sur la bande dunaire et forestière la plus à l'Ouest (c'est ainsi 20 à 25% de la surface domaniale qui est concernée).

✓ **Entretien, surveillance, gestion des sites**

Le financement de l'entretien et de la gestion des sites est assuré grâce à des crédits du Département et des Communes, plus des crédits d'Etat en domanial. Certains sites reçoivent aussi une surveillance pour éviter une nouvelle dégradation des milieux et des équipements et informer le public.

L'O.N.F. assure actuellement la mise en oeuvre de cette gestion et de cette surveillance pour le compte de l'Etat en forêt domaniale et aussi par voie de conventions sur les terrains communaux, et ceux appartenant au Conservatoire du Littoral (CELRL).

L'entretien se monte à environ 4,5 MF (696 000 f) par an, non compris la surveillance de la baignade (prise en charge directement par les Communes) et le temps de personnel consacré par l'ONF à la gestion des sites domaniaux (environ 1,0 MF en 1995) - (Nota : y compris surveillance dune-tourisme et accueil/information).

Les pistes cyclables. Parallèlement à cette politique d'accueil sur les plages, le Département de la Gironde avec l'aide de l'Etat puis de la Région et des Communes a engagé un vaste programme d'aménagement de pistes et itinéraires cyclables, permettant à la fois une liaison hébergement/plages et une découverte originale du milieu naturel, et offrant une alternative intéressante à l'utilisation de la voiture sur certains sites engorgés.

S'appuyant sur le réseau ancien à rénover de pistes cyclables de gemmeurs existant en forêt domaniale sur le littoral, et sur les emprises de V.F.I.L. désaffectées (Voies Ferrées d'Intérêt Local), le Département de la Gironde a ainsi développé un réseau cyclable quasi unique de près de 300 km, dont environ 190 km en forêt domaniale littorale (réseau reliant les sites et pôles touristiques entre eux), qui viennent judicieusement accompagner les opérations Plan Plage, d'autant que le réseau littoral est relié par piste à Bordeaux.

II.3 - Comment se présente l'avenir ?

✓ Du côté des financements

Ils se poursuivent de manière pérenne depuis 1980, l'action étant reconnue par l'ensemble des collectivités locales. Les clés de financement ont été revues lors du Contrat de Plan Etat/Région (1994-1999), chaque partenaire (Etat/DRT, Région, Département, Commune) participant à hauteur de 25%. Elles seront reconduites dans le contrat 2000-2006.

Pour ce qui est de la gestion et des entretiens, la charge croissante commençant à peser sur certaines communes aussi bien que sur l'Etat, il est envisagé à la demande de ces communes, de tester la mise en place de parkings payants sur un ou deux sites, afin que l'usager lui même contribue au financement de cette gestion, et puisse en même temps bénéficier de services supplémentaires (gardiennage, consignes, places disponibles...).

✓ Du côté des actions

Nécessité de poursuite des actions avec la volonté d'améliorer le système notamment en matière d'accueil des autocaravanes (sans doute sous forme de réseau d'aires d'accueil à développer sur tout le littoral dans le cadre d'un "Plan Camping Car" concerté à élaborer) et en matière d'hygiène (Réflexion à mener sur les équipements nécessaires et les nuisances aux abords des plages : douches, blocs sanitaires).

Certains sites restent à aménager (en Gironde, surtout dans le Nord Médoc : Le Verdon - Soulac -Grayan - Vensac - Naujac). Des compléments sont nécessaires sur certaines communes (Hourtin, Lège Cap Ferret). Sans compter les réhabilitations potentielles des premiers sites aménagés où des rénovations et mises aux normes se révéleront sans doute nécessaires vu les évolutions.

✓ Du côté réglementaire

Nécessité d'une phase de concertation et de mise au point réglementaire par rapport au Code de l'Urbanisme, en particulier vis-à-vis de la Loi Littoral, avec définition de prescriptions régionales pour une application adaptée à la région, respectant l'esprit de la loi, les enjeux locaux, les équilibres des milieux naturels et le caractère particulier de la région Aquitaine qui a su conserver un littoral encore doté de vastes espaces libres (près de 160 km) et continue de ce fait de constituer un pôle d'attraction touristique de 1er ordre avec son océan, ses forêts et ses lacs.

Cette phase est actuellement indispensable à la poursuite des opérations Plan Plage, dont la réalisation est conditionnée par leur compatibilité avec les règlements en vigueur.

Dans le Département des Landes une MISA (Mission Inter Services et Administrations) a été mise en place pour examiner les dossiers en concertation et juger de leur compatibilité avec les différentes réglementations ou des adaptations à leur apporter.
Dans le département de la Gironde, il est envisagé de mettre en place une structure du même type, et d'essayer de définir en concertation et en amont des dossiers les types d'aménagements réalisables, afin de ne pas geler inutilement des fonds publics.

ORGANISATION DE L'ACCUEIL DU PUBLIC : EXEMPLE DE QUIBERON-PLOUHARNEL

Loïc GOUGUET
Office national des Forêts - Direction Régionale Pays de Loire
4, place Eugène Livet - BP 20501 - 44105 Nantes cedex 4
Tél. 02.40.73.79.79 - Fax : 02.40.73.00.07 - Email : loic.gouguet@onf.fr

Résumé :
La pression exercée par le tourisme sur les milieux naturels est particulièrement forte sur le littoral atlantique. Les dunes domaniales de Quiberon-Plouharnel sont devenues un enjeu touristique important, au cœur d'une zone touristique clef de Bretagne sud. L'organisation de l'accueil du public passe avant tout par une meilleure connaissance des pratiques touristiques et des enjeux écologiques. Au-delà de simples opérations d'aménagement, c'est en s'intégrant aux différentes réflexions menées sur une zone géographique plus large que des objectifs peuvent être définis. En fonction de cet état des lieux, des principes d'interventions sont établis, et déclinés en actions concrètes. L'information du public, en lui présentant les richesses écologiques existantes et la nécessité de les préserver, permet l'adhésion du plus grand nombre en faveur de la protection des milieux. Des mesures efficaces peuvent ensuite être prises pour garantir la pérennité des milieux les plus fragiles, tout en répondant au mieux aux attentes d'une population estivale sans cesse croissante.

Abstract :
The pressure exerted on natural environments by tourism is particularly strong on the Atlantic coast. The State-owned dunes of Quiberon-Plouharnel have become a major tourist asset, at the heart of a key tourist area in Southern Brittany. Handling and organizing public use above all requires knowledge of tourist practices and ecological issues. Objectives have been defined by joining in discussions regarding a wider geographical area. Taking the outcome of the discussions into account, principles are established then translated into concrete action. Informing the public by highlighting the existing ecological heritage and the need for conservation helps win over opinion in favour of environmental protection. Effective measures can then be taken to guarantee the sustainability of the most fragile environments while catering for the expectations of an ever-increasing summer population.

INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet européen Life Environnement, les dunes domaniales de Quiberon-Plouharnel font l'objet de mise en place d'expérimentations en vue de réhabiliter la dune grise, de préserver la biodiversité, de maintenir la qualité des paysages et d'optimiser l'accueil du public.
En concertation et avec l'aide de collectivités locales, l'Office National des Forêts, gestionnaire de ces milieux naturels, a mis en œuvre plusieurs études afin de réorganiser l'accueil du public sur le site, tout en préservant les richesses écologiques du milieu. Des recherches ont été engagées dans plusieurs directions : botanique, paysage, géomorphologie...

I - LA PROBLÈMATIQUE

Sur le site des dunes de Plouharnel se posent les mêmes questions que dans beaucoup d'espaces naturels fragiles et convoités :

- comment concilier sur un espace limité et fragile, protection du milieu naturel, maintien de la biodiversité et de la qualité des paysages avec un accueil du public de plus en plus demandeur d'espaces vierges et « naturels » ?
- comment concevoir des structures d'accueil du public et des équipements de protection intégrés au mieux dans ce paysage dunaire ?

Nous avons donc étudié successivement les principales contraintes liées aux types de fréquentation, les principales caractéristiques du milieu naturel, ainsi que l'approche paysagère du site. Une fois posés ces différents aspects, ont été envisagés les principes d'action et les modalités d'intervention.

II - Les pratiques touristiques actuelles

Considéré longtemps comme un espace délaissé, le littoral est devenu un objet de convoitise pour sa beauté et son caractère récréatif.
Le Morbihan est le quatrième département français en matière de fréquentation touristique. Le développement de cette activité s'appuie essentiellement sur Quiberon et Carnac, qui accueillent plutôt une clientèle aisée ; les vastes plages du cordon dunaire, quant à elles, vont recevoir un tourisme de masse. A Plouharnel, pour accueillir ces touristes en nombre et tenter de bénéficier des retombées économiques de cet essor touristique, ont été créés le camping des Sables Blancs (1965) installé sur la flèche sableuse et le camping du Bois d'Amour (1967) sur la baie.

Cette pression humaine récente est devenue le principal facteur de l'évolution morphologique du site et de la modification du paysage dunaire. Les dunes de Plouharnel, dépourvues d'équipement de protection et de structures d'accueil du public, sont sillonnées de part en part par des touristes indisciplinés, ignorant la fragilité de ce milieu et le mal qu'ils occasionnent. Un piétinement intensif, une végétation mise à nu, de nombreux chemins qui se creusent sont autant d'éléments qui fragilisent la dune et qui vont amener, quoique tardivement, les collectivités publiques à réagir.
C'est devant ces constats de dégradation intense (perceptible sur les photographies aériennes) que les communes et l'ONF vont entreprendre des travaux d'organisation de l'accueil du public à la fin des années 70. La fréquentation s'organise par la canalisation de flux piétonniers et automobiles (création de 5 parkings).

L'activité touristique s'intensifie à l'heure actuelle, environ 24.000 véhicules par jour empruntent la R.D. 768 en août, contre 5.000 en hiver. Le poids économique du tourisme est très élevé, mais les infrastructures routières restent inadaptées à l'importance du trafic.

Si le triptyque mer-plage-soleil reste la principale motivation de nombreux touristes, récemment, en raison de l'exposition des plages aux vents d'ouest et de sud-ouest et aux houles du large, la grande plage (essentiellement Mané Guen et Sainte Barbe) connaît un engouement pour les sports de glisse (speed-sail, char à voile), le surf et le funboard.

Suivant la classe sociale et le type de touriste, l'usage de l'espace et le comportement face au milieu dunaire diffèrent. Il apparaît que les véritables raisons de la fragilité des dunes sont inconnues de la quasi-totalité des estivants. 80 % d'entre eux ignorent le rôle de la végétation et des équipements de protection.

III - Les principes d'intervention

Une réflexion a été menée, en liaison avec les différents acteurs (scientifiques, gestionnaires, élus,...), et des principes généraux d'intervention se sont dessinés.

Principe 1 : Préserver et restaurer l'intégrité des milieux naturels
Il s'agit de réhabiliter en priorité les zones menacées, et à forte sensibilité paysagère et/ou écologique : ce sont essentiellement la dune grise disséquée, l'Observatoire (Tour de contrôle du "mur de l'Atlantique"), et les franges forestières.

Deux lignes d'action sont à envisager pour ce principe 1 :

➪ Maintenir la qualité des paysages et affirmer les potentialités :
- affirmer les potentialités paysagères,
- gérer les zones de transition,
- respecter l'échelle du paysage,
- ne pas figer le paysage,
- choix du mobilier et de la signalétique.

➪ Préserver la diversité biologique du site :
- restaurer les zones dégradées de la dune grise,
- diversifier la forêt de Pin maritime.

Principe 2 : une maîtrise de la fréquentation et des équipements cohérents
Les meilleures opérations entreprises pour le contrôle et la canalisation de la fréquentation reposent sur un plan d'aménagement global du site.

Etant donné la diversité des comportements, l'accueil sera traité différemment du nord au sud. Il sera réparti selon les trois "grands pôles attractifs" du site : Mané Guen, Le Bégo et Sainte Barbe, et selon l'état de conservation des milieux :
- canaliser la fréquentation sur la dune blanche,
- tolérer la fréquentation sur la dune grise peu dégradée,
- réduire la fréquentation sur la dune grise dégradée,
- sous couvert forestier, délimitation précise des différents usages permettant une meilleure lecture du site et évitant un stationnement diffus. Il faut anticiper l'accueil du public et l'intégrer dans la gestion de cette forêt.

L'accueil du public est devenu parti intégrante de la gestion durable du milieu dunaire. Cet accueil répond à une demande très brève dans le temps ; le touriste libéré de ses contraintes, recherche des milieux naturels bien préservés et qui disposent d'équipements d'accueil corrects.

C'est à la fois l'ambiguïté, la difficulté de la gestion : la finalité est non seulement d'éviter une dégradation par un afflux incontrôlé, mais aussi d'informer le public et d'en faire le premier protecteur.

Ce principe se décline suivant trois mots essentiels :

GUIDER, INFORMER et SECURISER.

➪ Il a donc été décidé de canaliser la fréquentation aux abords des aires de stationnement, améliorer l'accessibilité aux parkings, et limiter les conflits d'usage.

➪ La mise en place d'une signalétique permettant l'information et l'orientation du public a été identifiée comme une garantie pour assurer le respect du milieu naturel.

➪ Des équipements destinés à améliorer la sécurité des usagers de la plage (séparation des accès voitures et des accès piétons, amélioration de l'accessibilité des moyens de secours...).

Ces réaménagements de l'espace sont accompagnés d'actions particulières, visant à porter à la connaissance du grand public la richesse écologique de ce site afin de le sensibiliser au respect et à la protection du milieu :

☞ La création de panneaux thématiques :
- le fonctionnement de la dune (implanté à Sainte Barbe),
- l'histoire du site (blockhaus...) (implanté vers le Bégo),
- la dune grise (implanté aux «bassins à crevette »),
- la forêt de protection (implanté aux «sables Blancs »).

☞ La réalisation d'une large information des usagers (par le biais de Bulletins municipaux, d'information directe auprès des centres équestres, des loueurs de VTT, des campings...) pour expliquer les interdictions d'usages sur la dune.

➢····· IV - LE PROJET RETENU

Voir plan **figure 1** ci-après.

Figure 1 : Plan de réorganisation de l'accueil.

Les grandes lignes du projet retenu s'inscrivent dans une cohérence plus large que le site lui même (voir article « Synergie du projet LIFE de Quiberon-Plouharmel… » ci-après), ce sont :

Sur la partie Ouest du site

- Réduction du nombre des aires de stationnement sans diminution de capacité d'accueil, et transfert de ces aires en bordure d'accès au site, pour éviter la fréquentation des véhicules à l'intérieur de la zone dunaire. La fermeture de certaines aires s'accompagnera d'une réhabilitation des milieux naturels (zones de dune grise, en particulier, avec enlèvement des empierrements existants, et cicatrisation par végétalisation).
- Aménagement de ces aires (points d'eau, sanitaires, téléphone, délimitation des emplacements, plantations, zone d'accueil de camping-car).
- Aménagement de cheminements piétonniers entre l'aire de stationnement et la plage, et aménagement des accès plage pour les véhicules de secours (anciennes voies d'accès fermées avec des barrières).
- Information du public (le long des accès plage et près des blockhaus).
- Aménagement d'un circuit cyclable du nord au sud du site, empruntant au maximum les cheminements existants, et traversant les différents paysages.

Sur la partie Est du site

- Limitation de l'accès des véhicules à la zone boisée (barrières le long de la voie ferrée, piquets anti-voiture le long de la route R.D. 768), et aménagement de petites aires de stationnement le long de la voie ferrée (accès à la plage des Sables Blancs) et clôture des pistes.
- Traitement des lisières des peuplements forestiers (éclaircie, élagages, plantation de sous-étage...) le long des routes et le long de la voie ferrée.

Modèle de panneau réalisé pour le site

Les actions d'accueil du public proprement dites sont à mettre en œuvre parallèlement aux actions dans les peuplements forestiers, préconisées dans l'aménagement forestier.

Parallèlement, un travail a été entrepris au niveau de la maîtrise du foncier afin de régulariser certaines limites. Un échange est intervenu entre l'Etat et la commune afin de regrouper les différentes propriétés. De même, certaines concessions n'ont pas été reconduites (concession ETAS, piste d'essai de véhicules militaires) pour diminuer des nuisances et servitudes.

Ce projet, vaste et ambitieux, doit s'inscrire dans une politique complète d'aménagement du territoire. L'importance du site dans l'économie locale basée sur le tourisme oblige les gestionnaires à tenir compte des attentes du public, tout en garantissant au mieux la préservation de ces milieux fragiles à valeur patrimoniale très forte.

➢····· V - BIBLIOGRAPHIE - RÉFÉRENCES

- *Plouharnel 1993.* - Rapport collectif de maîtrise des sciences et techniques « Aménagement et mise en valeur des régions ». Université de Rennes 1.
- Bachelet (S.), 1998. - *Etude paysagère des dunes domaniales de Plouharnel - Quiberon : pour une réhabilitation entre accueil du public et protection du milieu naturel.* Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale des Ingénieurs des Techniques de l'Horticulture et du Paysage d'Angers, septembre 1998, 63 p.
- Corlay (S.), 1997. - *Etude morphodynamique pour la gestion des dunes de Quiberon (littoral occidental de la commune de Plouharnel).* Mémoire de maîtrise, Université de Bretagne Occidentale, Département Géographie, Brest, juillet 1997, 147 p.
- Labiste (Y.) & Hallegouet (B.), 1997 - *Evolution ancienne , récente et actuelle du cordon dunaire de Gâvres à Penthièvre*. Mémoire de maîtrise géographique de la Mer.
- Alleaume (S.), Lemauviel (S.), Lemoine (L.), Rozé (F.), 1995. - *Végétation de la dune domaniale de Quiberon - Typologie, cartographie et état de dégradation des groupements végétaux de la dune grise. Laboratoire d'Ecologie végétale, Université de Rennes 1*, septembre 1995, 18 p.
- Favennec (J.) ,1998 - *Guide de la Flore des dunes littorales*. Editions Sud Ouest - O.N.F. 168 p.
- Guiblin (K.) & Lemauviel (S.) & Rozé (F.), 1997. - *Etude de la dune mobile de Quiberon Penthièvre.* Laboratoire d'Ecologie végétale, Université de Rennes 1, juin - août 1997, 13 p.
- Yoni (C.), 1998. - *Etude de la fréquentation des dunes domaniales de Plouharnel Programme Life*. Université de Bretagne Occidentale, Département Géographie, Brest, janvier 1998, 11p.
- CAUE du Morbihan, 1993. - *Opération Grand Site du littoral Gâvres-Quiberon. 3ème contrat du plan état-région. Dossier de candidature*. Conseil Général du Morbihan et Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, mai 1993, 85 p.

SYNERGIE DU PROJET LIFE DE QUIBERON-PLOUHARNEL AVEC UN ESPACE GÉOGRAPHIQUE PLUS LARGE : LE “ GRAND SITE ” DE GÂVRE À QUIBERON

Loïc GOUGUET
Office national des Forêts - Direction Régionale Pays de Loire
4, place Eugène Livet - BP 20501 - 44105 Nantes cedex 4
Tél. 02.40.73.79.79 - Fax : 02.40.73.00.07 - Email : loic.gouguet@onf.fr

Résumé :
Les réflexions engagées dans le cadre de l’aménagement du territoire, et la protection des milieux naturels, sont souvent initiées par différents acteurs, et dans le cadre de diverses politiques. En précédant le lancement d’une Opération Grand Site, le programme Life 95 a permis d’entamer des études et des actions sur un secteur central du grand Site, les dunes domaniales de Quiberon-Plouharnel. Des enseignements en matière d’organisation de l’accueil du public, de fonctionnement des milieux, et de mesures de gestion à prendre ont été ainsi testés, et repris dans les préconisations générales. C’est en s’intégrant dans une politique générale d’aménagement du territoire que les gestionnaires de l’ONF ont pu, grâce au programme Life, et dans le cadre d’une concertation permanente, œuvrer pour une meilleure prise en compte des impératifs de protection des milieux et d’organisation de la fréquentation touristique.

Abstract :
Debates and discussions on regional planning and environmental protection are often initiated by different stakeholders within the framework of a range of policies. By preceding the launch of the “Grand Site” operation, the Life 95 programme made it possible to begin studies and action on a central section of the “Grand Site”, the State-owned dunes of Quiberon-Plouharnel. Lessons learned about organizing public use and how the environments operate were put to the test, as were management measures. These were then incorporated into the general recommendations. By working within general regional planning policy and with permanent consultation, ONF managers have, thanks to the Life programme, been able to work towards greater consideration for environmental protection imperatives and tourist use issues.

INTRODUCTION

Dans le cadre d’un projet européen « Life Environnement », l’Office National des Forêts, gestionnaire des dunes domaniales de Quiberon-Plouharnel, a mis en œuvre plusieurs études en collaboration avec les universités de Brest et de Rennes, et engagé des travaux afin de réorganiser l’accueil du public sur le site, tout en préservant les richesses écologiques du milieu.

Cette action fut renforcée et valorisée par sa cohérence avec la démarche des collectivités territoriales qui se sont engagées, sous l’impulsion du Conservatoire du Littoral et de la Direction Régionale de l’Environnement, dans un projet d’opération “ Grand Site ”.

I - L’OPÉRATION “ GRAND SITE ”

Certains sites d’importance nationale sont l’objet d’une intense fréquentation touristique. Victimes de leur notoriété, ils subissent au fil du temps des dégradations qui rendent les paysages et les conditions d’accueil du public indignes de leur réputation. Le Ministère de l’Aménagement du Territoire et de l’Environnement propose depuis 1989 une démarche originale de remise en état et de valorisation : l’Opération ***Grand Site National.***

L'opération « Grand site » se fixe 3 objectifs à concilier :

- restaurer le site sur le plan paysager et écologique,
- déterminer une politique de gestion durable et autonome,
- permettre que les mesures adoptées bénéficient au développement économique local.

Une telle opération comprend tout d'abord une phase de diagnostic et d'analyse (fréquentation, état de conservation,...) et une phase de réalisation de travaux nécessaire à la remise en état telle qu'elle a été définie dans le projet. Cette phase opérationnelle, qui doit être autorisée par le Ministère, permet d'obtenir le label «Grand Site National ». Ces deux phases supposent une intervention financière conjointe des collectivités locales et de l'Etat.

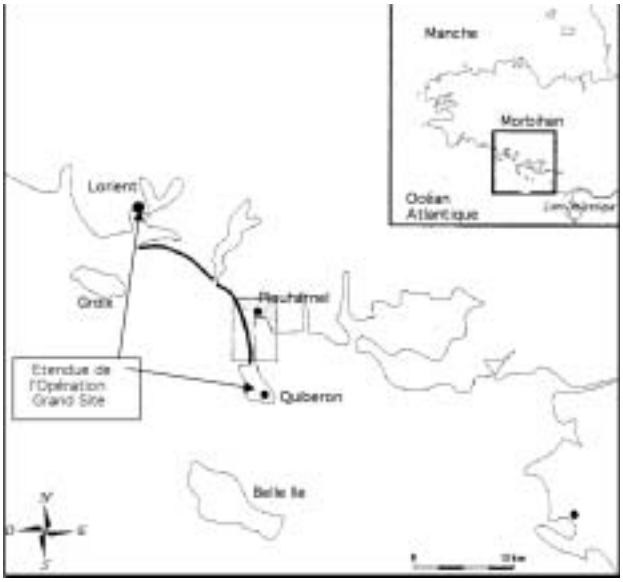


Figure 1 : Plan de situation

Des opérations de ce type ont été réalisées avec succès à la Pointe du Raz, à la Dune du Pilat... Gâvres, Plouhinec, Etel, Erdeven, Plouharnel, Saint-Pierre-Quiberon et Quiberon, les sept communes concernées par 35 km de littoral, se sont regroupées en SIVU et mobilisées pour restaurer le plus grand ensemble dunaire breton, l'arc dunaire de Gâvres à Quiberon, tout en y favorisant les activités humaines. Un processus de concertation entre les collectivités locales, les services de l'Etat, les propriétaires fonciers s'est déroulé depuis 1999, piloté par un cabinet d'architectes et de paysagistes, l'Atelier de l'Ile.

II - Les priorités

Les objectifs prioritaires de l'Opération Grand Site ont été définis, avec l'ensemble des partenaires. Ils concernent :

- la préservation des milieux naturels,
- la valorisation du patrimoine,
- l'amélioration de l'accueil du public et la maîtrise de la fréquentation.

Lors de la définition de ces objectifs, l'Office National des Forêts a été largement associé, car la dune domaniale de Quiberon-Plouharnel est située exactement au cœur de l'arc dunaire concerné par l'Opération Grand Site.

III - Les collaborations

La détermination des actions garantissant la pérennité du site doit se faire dans le cadre d'une cohérence globale, conciliant la protection et la mise en valeur. Même si des mesures ponctuelles avaient été prises, elles n'avaient jamais réellement été coordonnées.

Le démarrage de l'Opération Grand Site étant assez long, l'ONF bénéficiait, grâce au projet Life, d'une avance dans sa réflexion (écologie, paysage, mesures de gestion, protections,...). La concertation avec les scientifiques et les élus avait été menée dès 1997, et la démarche de protection du milieu naturel, liée à l'organisation de l'accueil du public, était bien comprise par tous les acteurs. Cette avance a pu servir de base à l'élaboration des objectifs du Grand Site.

Les objectifs de l'Opération Grand Site correspondaient assez précisément aux exigences que les gestionnaires s'étaient fixées dans la gestion de ces milieux dunaires. Le cabinet d'études a pu ainsi s'approprier de nombreux principes de gestion, et mieux comprendre les enjeux des milieux naturels. L'Atelier de l'Ile, a pris contact avec les services ONF pour découvrir les modalités de gestions mises en œuvre. Plusieurs visites sur le terrain, la participation à des groupes de travail et au comité de Pilotage de l'Opération Grand Site ont permis la prise en compte des propositions ONF, et leur intégration quasi complète au programme d'actions.

En participant à de nombreuses réunions de concertation, l'ONF a montré son intérêt et son implication dans la volonté de voir aboutir cette élaboration d'un schéma directeur global. Des visites sur le terrain, avec les élus, ont permis de trouver des solutions d'aménagement, respectant les impératifs de sécurité du public, de la protection des milieux naturels ainsi que le respect des différentes législations applicables.

IV - Les actions

Les enseignements du projet Life en matière de protection de la dune grise ont été repris, dans le cadre des propositions d'organisation d'accueil du public. Le fonctionnement du cordon dunaire, la solidarité transverse des milieux, et la biodiversité maximale de l'habitat «dune grise » ont été des thèmes évoqués lors des concertations pour ébaucher des propositions. La conception des aménagements permet d'assurer une protection des milieux en organisant l'accueil du public.

Même si le tracé final de la piste cyclable reliant les 7 communes reste à fixer définitivement, le choix de dégager au maximum la dune grise, en empruntant, par exemple, des cheminements dans la dune boisée, a été retenu. Outre l'agrément en matière de diversité paysagère, l'emplacement de cet équipement symbolique va permettre de respecter les milieux naturels fragiles et de viser une sécurité accrue pour tous les cyclistes.

La fin de l'étude de l'Opération Grand Site coïncide avec le début de la concertation liée à la rédaction du document d'objectifs, dans le cadre de la procédure Natura 2000. Les différents acteurs se connaissent maintenant, et se retrouvent lors des différentes réunions. L'Office National des Forêts, partenaire de la réflexion car gestionnaire de sites naturels, est maintenant reconnu pour son souci de s'intégrer dans une politique générale de protection des milieux et d'aménagement du territoire.

V - Bibliographie

Voir l'article précédent « Organisation de l'accueil du public : exemple de Quiberon-Plouharnel »

RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE D'ACCUEIL DU PUBLIC EN MILIEU DUNAIRE EXEMPLE DE SEIGNOSSE (LANDES)

Gilles Granereau
Office national des Forêts - Division de Dax
7, rue des Archers - 40100 Dax
Tél. 05.58.74.07.27 - Fax : 05.58.74.58.12

Résumé :
L'accueil du public sur la côte aquitaine relève d'une logique qui a découlé du schéma d'aménagement des années 1970. L'Office national des Forêts, qui gère 80 % des dunes littorales, est largement impliqué dans ces actions d'équipements, et intervient aussi bien comme concepteur que gestionnaire. A travers un exemple concret, celui de Seignosse, des techniques sont proposées, ainsi que des solutions pour résoudre des problèmes courants.

Abstract :
Public use of the Aquitaine coast is governed by a system that arose out of the management plan of the 1970s. The Office National des Forêts, which manages 80% of the coastal dunes, is very much involved in amenity actions, both as manager and designer. The example of Seignosse demonstrates techniques and solutions for handling the most common problems.

INTRODUCTION

Les sites littoraux sont soumis à une forte pression anthropique, très fluctuante entre l'été et l'hiver. Bien des stations touristiques voient leur population multipliée par 5, 10, voire beaucoup plus parfois. Si la côte aquitaine a bénéficié d'un aménagement réfléchi grâce au schéma d'aménagement de la MIACA [1] en 1972 (alternance d'UPA - zones urbaines, Unités Principales d'Aménagement - et de SEN - Secteurs d'Équilibre Naturel, pas de routes parallèles à la côte…), force est de constater que l'accueil du public a été quelque peu laissé pour compte.

De plus, des parkings - voire même des zones urbanisées - ont été bien souvent construits trop près de la dune, ce qui oblige à gérer une forte pression humaine en zone fragile sur des surfaces relativement faibles. Dans l'idéal, tous les équipements urbains devraient respecter un recul d'au moins 500 m par rapport au trait de côte (pied externe de la dune).

Dans une récente phase d'aménagement de la côte aquitaine, cette lacune en matière d'accueil du public a pu être prise en compte grâce aux « Plans Plages ». La situation s'est réellement améliorée depuis.

Aujourd'hui, la demande du public est de plus en plus prise en compte, car il a été constaté que des aménagements, ne répondant pas à cette demande, ne fonctionnaient pas. Nous allons faire le point sur ce qui fonctionne…

I - PROTÉGER LES DUNES CONTRE LE PIÉTINEMENT

La nécessaire préservation des milieux oblige à concevoir des équipements qui ne dégradent pas eux-mêmes ces milieux. D'une façon générale, il est aujourd'hui admis par la plupart des élus que la dune doit être conservée dans un état relativement naturel : le béton, le bitume, la végétation exogène ne doivent être utilisés que très exceptionnellement. Mais il est impératif de pratiquer - sur les littoraux suburbains en particulier - ce que l'on nomme la *mise en défens* [2].
Chaque chantier que nous avons eu à traiter reposait sur le **préalable de la mise en défens** : il est inutile

[1] Mission Interministérielle pour l'Aménagement de la Côte Aquitaine.
[2] Terme usité par les forestiers pour désigner les mesures à prendre (clôtures) afin de protéger contre le bétail les parcelles forestières en régénération.

d'engager des travaux de réhabilitation de la dune, si la pression anthropique n'est pas canalisée. Mais la mise en place des clôtures ne doit pas être réalisée sans tenir compte des « points obligés de pression » : elle doit permettre l'accès du public à la plage, même sur certains passages ne débouchant pas sur des plages surveillées. L'expérience a montré que si l'on veut fermer un passage « sauvage » important, la partie est perdue d'avance… Ceci montre l'intérêt d'une étude préalable, qui a pour but d'établir une carte des équipements basée sur l'analyse de terrain, et qui permettra d'adapter les accès vers la plage aux flux constatés et prévisibles.

Ce sujet peut constituer une préoccupation juridique pour les gestionnaires, car certaines interprétations de la Loi sont allées jusqu'à mettre en cause leur responsabilité pour les passages ne débouchant pas sur des plages surveillées. Or, au vu des réalisations faites sur le terrain, à Hossegor, Seignosse, Tarnos, ce problème a été localement résolu grâce à une information par panonceaux (voir photo ci-dessous).

Quant à la **qualité des clôtures**, l'ONF utilise des piquets en bois (pin des Landes fraisé ou déroulé, traité classe 4), et trois types de fermetures selon les cas :

- Le plus souvent, la clôture « trois fils lisses » [3] est utilisée : principaux avantages : un prix de revient faible, une grande facilité de relevage [4], et un faible impact dans le paysage (transparence).

- Dans certains cas, et pour renforcer l'efficacité du dispositif, les ganivelles (« clôtures girondines » constituées de lattes verticales de chataîgnier) sont employées. Elles donnent une image plus finie, sont plus dissuasives, mais aussi plus fragiles et plus coûteuses. Leur relevage est difficile à pratiquer, ce qui les réserve à un emploi dans les secteurs les moins alimentés en sable.

- Enfin, les clôtures de style « ranch » sont placées sur les accès principaux, où l'on recherche une image plus « urbaine ». Relativement robustes, mais très coûteuses, leur désensablement est fait à la pelle mécanique.

Ces dispositifs simples permettent de protéger le milieu et les travaux de restauration de la dune, tout en facilitant l'accès du public à la plage.

II - Le confort et la sécurité du public doivent être pris en compte

Le confort, tout d'abord doit être en adéquation avec les caractéristiques du public qui fréquente le site : bien souvent pieds nus, ce dernier ne doit pas être rebuté par les équipements. Pour exemple, nous prendrons le cas de Tarnos (mais ce n'est pas le seul), où l'accès à la plage se fait par un cheminement en traverses de chemin de fer. Avec les années ce revêtement est devenu très chaotique, et le public préfère passer à côté du dispositif ! Ces chemins en traverses sont donc à exclure (sauf pour le passage exclusif des véhicules), et l'on préfèrera soit des caillebotis à lames rapprochées, soit des matériaux géotextiles, en précisant toutefois que certains de ces derniers (nylons tressés par exemple) sont plus agressifs pour les pieds que les caillebotis.

Dans le cas de création d'un nouveau passage, il convient de se poser la question de savoir si un revêtement est vraiment indispensable : un accès à sable blanc (entretenu par la pose de branchages en hiver) est bien souvent la meilleure solution (et la moins coûteuse) ; de plus, contrairement à une idée surfaite, le public apprécie ce genre de solution, à condition que les pentes ne soient pas trop fortes (il faut prévoir par ailleurs un nombre suffisant de passages accessibles aux handicapés).

La sécurité est bien souvent liée au confort. Ici, la principale préoccupation sera de limiter les risques possibles pour le public. Tout équipement doit être irréprochable, et tenir compte des normes en vigueur. Le rainurage des planches – obligatoire dans bien des cas – doit parfois être complété par la pose de tasseaux si la pente est trop forte. L'accessibilité aux handicapés impose cependant des normes spécifiques, en particulier pour les rampes et la qualité du revêtement.

Concernant la circulation, la séparation des usages est une mesure nécessaire : séparer les cheminements piétons des véhicules évite de possibles accidents. Dans la même logique, les voies de sécurité permettent

[3] Le barbelé a été exclu depuis longtemps, car il présente d'importants risques de blessures, ce qui peut soulever des problèmes de responsabilités.
[4] Le relevage des clôtures, pour éviter leur ensablement est un impératif à prendre en compte dans les travaux d'entretien ; l'expérience montre ici que des kilomètres de clôtures de ce type ont été perdus (ensablés) par manque d'entretien.

tout à la fois de séparer les usages piétons/véhicules pour accéder à la plage, et de conserver une voie dégagée en permanence, ce qui peut être utile en cas d'accident pour évacuer les blessés… ou le public.

III - Un souci d'intégration paysagère des équipements et de conservation des écosystèmes

L'intégration paysagère repose sur l'utilisation de matériaux naturels, et particulièrement du bois. Les enrobés, rochers, structures en acier ou en béton armé sont à réserver aux secteurs urbains. Ceci peut sembler logique, mais de récents aménagements faits dans les Landes ont pu montrer que ce réflexe d'intégration n'était pas toujours pris en compte.

Par ailleurs, la tendance générale à vouloir constituer systématiquement des « bourrelets végétaux » pour délimiter des zones d'usages (accès, parkings, pôles de services…) est discutable. Dans bien des cas, une clôture simple et perméable à la vue peut suffire à cette délimitation. D'autant plus que les paysagistes ou concepteurs font appel à des végétaux exogènes, ce qui peut constituer une nuisance écologique ; le Baccharis, par exemple, a été largement utilisé lors des actions menées dans le cadre des « Plans Plages » et antérieurement. Or, depuis, cette espèce a colonisé des espaces (zones humides, dunes…) où elle s'est substituée aux espèces locales rares et de haute valeur patrimoniale : de coûteuses actions d'enlèvement du Baccharis (une des « pestes » végétales) doivent désormais être organisées ! Par conséquent, nous livrons une liste des espèces exogènes/envahissantes dont l'usage devrait être exclu (cahiers des charges, POS, etc…). Cette liste a été préparée avec le Professeur J.J. Lazare [5], et nous l'avons soumise à la commune de Tarnos qui a décidé de l'inclure dans son POS. Nous ne présentons ici que les espèces non aquatiques.

La liste suivante n'est pas exhaustive , mais fait ressortir les espèces végétales considérées comme les plus dangereuses vis à vis du milieu naturel. Par extrapolation, elle peut concerner une grande partie du littoral atlantique D'une façon générale, la plus grande prudence doit s'imposer dès lors que l'on prévoit d'implanter des espèces exotiques.

Nom français	***Nom scientifique***
Arbres	
Erable negundo	*Acer negundo*
Eucalyptus	*Eucalyptus div. sp.*
Robinier faux-acacia	*Robinia pseudo-acacia*
Arbustes, herbacées terrestres	
Baccharis à feuilles d'arroche ou Séneçon en arbre	*Baccharis halimifolia*
Ficoïde, « doigts de sorcières »	*Carpobrotus edulis*
Herbe de la Pampa	*Cortaderia selloana.*
"Mimosas"	*Acacia div. sp.*
Atriplex	*Atriplex halimus*
Arbre à papillons	*Buddleia davidii*
Grande balsamine, impatiens de l'Himalaya	*Impatiens glandulifera*
"Montbretia"	*Crocosmia x crocosmiifolia*
Renouées du Japon	*Reynoutria div. sp.*
Séneçon du Cap	*Senecio inaequidens*

Le contexte local ne doit pas être négligé, on doit adapter chaque opération d'équipement à ce contexte. Par exemple, nous avons tenu compte du vandalisme à Tarnos, pour mettre en œuvre des équipements rustiques, robustes et peu onéreux afin de pouvoir les remplacer dès qu'ils sont abîmés.

IV - Des précautions d'ordre règlementaire

La réglementation doit également être respectée. Le plan d'occupation des sols (POS) définit en général les contraintes (servitudes et zonage). La Loi Littoral indique des obligations en fonction des montants des projets : tout projet supérieur à 153 000 (1 000 KF) nécessite une enquête publique ; de plus, des commissions sont chargées de vérifier que cette loi est respectée, pour tout projet d'équipement (cas de la

[5] Directeur du Centre d'Études et de Conservation des Ressources Végétales (CECRV) à Bayonne

Mission Inter-SErvices du département des Landes). D'autres contraintes peuvent être définies par la Loi sur l'eau (rejets d'eaux en milieu naturel) ou par la présence d'espèces protégées, qui, de par l'abondance de certaines, sont souvent concernées même à travers de petits projets d'équipement.

V - Commentaires sur quelques équipements réalisés dans le cadre de Life 95 à Seignosse-le-Penon (Landes)

Photo 1 : ouverture d'un accès en vue de séparer les usages, à la plage des Bourdaines. L'ancien accès pour le passage des engins lourds (nettoyage de la plage) empruntait le passage principal : il y avait donc cohabitation entre les engins lourds, les piétons et les véhicules de sécurité. Il a été décidé, en accord avec les différents intervenants, d'ouvrir un accès nouveau, réservé aux engins assurant le nettoyage de la plage (entreprise STMB - puis COVED -, commune, enlèvement des sacs-poubelles,…). *(G. Granereau)*

Photo 2 : Accès principal (plage du Penon). Le revêtement bitumé a été conservé, et des équipement moins « urbains » ont été mis en œuvre : clôture en bois, panneaux d'information en bois, etc. Les copeaux que l'on voit au premier plan sont un essai de revêtement peu concluant : l'effet est saisissant la première année, mais, l'hiver passé, les copeaux ne sont plus visibles, et s'avèrent difficiles à désensabler. *(G. Granereau)*

Photo 3 : Clôture en « ganivelles » : ce dispositif est assez bien intégré, efficace, et relativement bon marché. Assez robuste, il convient toutefois de penser dès le départ à son entretien : rupture de lattes (souvent par vandalisme), ensablement. Dans ce cas, l'utilisation de la pelle mécanique peut se faire sans inconvénient. *(G. Granereau)*

Photo 4 : Clôture « 3 fils lisses ». C'est le « standard » utilisé à grande échelle (plus de 10 km ont été posés à Seignosse). Facile à entretenir et peu coûteuse, cette clôture oblige toutefois à un suivi permanent. Par expérience, nous avons pu constater que tout fil cassé entraîne d'autres dégradations s'il n'est pas réparé dans le meilleurs délais… Par ailleurs, il convient d'engager chaque année une action de relevage (soit manuel, à la pelle ou au levier, soit mécanique avec un chargeur et une chaîne). Ces clôtures sont relativement résistantes à l'action de l'océan : elles ont été régulièrement soumises à son action (en hiver), sans que l'on note de dégâts importants. Toutefois, en phase d'érosion marine, il est nécessaire d'envisager leur démontage (souvent dans un laps de temps très court). *(G. Granereau)*

Photo 5 : Clôture 3 fils, doublée par une couverture d'ajoncs. Ce dispositif est à réserver aux endroits où la pression anthropique est forte (plage et localement sur les accès, parkings…). D'une redoutable efficacité, la couverture d'ajoncs est toutefois assez coûteuse, et difficile à mettre en œuvre. *(G. Granereau)*

VI - Conclusion

Les techniques d'équipement des milieux en vue de l'accueil du public sont fonctionnelles. Les lacunes sont plutôt relatives à l'entretien constant de ces mêmes équipements. A ce niveau, nous pouvons conseiller :

1) d 'établir un plan des équipements, complété par un plan signalétique,
2) de définir en fin de chaque année, un prévisionnel des travaux d'entretien pour l'année suivante,
3) de vérifier, vers le mois d'avril, l'état des différents équipements, au vu des plans,
4) après la remise à niveau (mai – juin), passer au moins une fois par semaine afin d'assurer le petit entretien.

C'est par un entretien très suivi que l'on peut envisager de conserver longtemps des équipements, pour lesquels une année sans entretien pourrait être fatale.

VII - Bibliographie

- Barrère P., Cassou-Mounat M. (1986). Tourisme et Environnement sur le littoral des Landes de Gascogne. In *la Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* ; Tome 87, pages 491 à 518.
- Salomon J.N., Prat M.C. (1999). *Le littoral sud landais, environnement et développement durable*. Numéro spécial du LGPA ; Université de Bordeaux 3.
- Menseau R. (1997). *Protection de l'environnement et développement touristique sur le littoral aquitain : le cas de Tarnos, petite ville industrielle.* Mémoire de M.S.T., Université de Toulouse le Mirail, UFR de géographie.
- AFIT/ONF (1996). *Fréquentation des forêts du littoral aquitain*. Institut d'Observation et de Décision. Rapport demandé par l'ONF. 2 volumes.
- ONF (1997). *L'accueil du public dans les forêts relevant du régime forestier.* Guide interne ONF. 54 pages.

L'INFORMATION DU PUBLIC : LEÇONS DU SUD LANDAIS

Gilles Granereau
Office national des Forêts - Division de Dax
7, rue des Archers - 40.100 Dax
Tél. 05.58.74.07.27 - Fax : 05.58.74.58.12

Résumé :
L'information du public constitue un volet indissociable des actions de protection menées sur le littoral. L'expérience montre que, trop souvent, les réalisations ne bénéficient pas de suivi. Or, dans ce domaine, il est nécessaire de « faire vivre » les supports en fonction de la demande du public et de l'évolution des messages. Plusieurs stratégies sont proposées et analysées, autour des équipements destinés à être placés sur le terrain, des expositions, des publications ou du contact avec le public. Il en découle des propositions visant à assurer une gestion durable des supports d'information.

Abstract :
Public information forms an integral part of any coastal protection programme. Experience shows that, all too often, signboards and panels are not updated, but this is precisely what is required to maintain the public interest and adapt the information in line with developments. Several strategies are proposed and analysed, involving media to be erected on site, exhibitions, publications or contact with the public. The resulting proposals aim to ensure sustainable management of information media.

On ne peut imaginer d'action d'accueil du public sans information : son absence peut en effet ruiner tous les efforts consentis à la mise en œuvre d'équipements ou de travaux de protection. L'information peut être diffusée à travers différents supports, dont certains ont pu être mis en œuvre à Seignosse-le-Penon ou à Tarnos, deux communes littorales du sud landais, dans le cadre du projet Life 95.

I - L'INFORMATION « PASSIVE »

Il s'agit de tous les moyens qui peuvent permettre d'apporter l'information à travers des supports écrits ou audiovisuels. Il en existe trois déclinaisons, en fonction des objectifs recherchés :

I. 1 - l'information sur le terrain : elle vise à informer le public sur des mesures de restriction liées à la protection des milieux, voire sur un danger local.

Figure 1
Ce panonceau marque une interdiction de passage sur la dune ; il peut recevoir les logos des partenaires (Europe, commune, etc.). Un minimum d'explications (« la dune est une milieu fragile ») est apporté pour justifier l'interdiction.

Figure 2
Le même panneau est décliné en trois langues : anglais, allemand et espagnol, compte-tenu de l'origine des vacanciers.
Caractéristiques : matériau Komatex blanc 5 mm ; 2 couleurs (sauf si apposition de logos nécessitant une troisième couleur) avec passage d'un vernis anti-ultraviolets ; format 300 X 200 mm. Prix à situer entre 5 et 6 (30 et 40 F HT).

Figure 3
Dans la même logique, une panonceau destiné à être placé aux accès débouchant sur des plages non surveillées a été conçu. Ses caractéristiques sont les mêmes que ci-dessus. Son objectif est d'informer le public sur un danger (lié à la baignade non surveillée) afin que ce dernier en ait pris connaissance, et ne puisse plus, en cas d'accident, se retourner contre la collectivité pour « manque d'information sur un danger avéré ».

Figure 4
Un jeu de deux panneaux a été réalisé spécifiquement dans le cadre de Life 95 ; ils sont destinés à être placés sur le terrain. Dessinés par un graphiste, un concept a été retenu : favoriser un accrochage visuel fort par la personnification d'un élément caractéristique du milieu : l'Immortelle pour la dune et le Pin pour la forêt. Une explication sommaire est apportée sur l'histoire de ce milieu, et des pictogrammes rappellent les interdictions. Des messages en 3 langues (français, anglais et allemand) sont inscrits.
Caractéristiques : matériau Komatex blanc 5 mm ; 3 couleurs avec passage d'un vernis anti-ultraviolets ; format 600 X 415 mm. Prix entre 11 et 15 (70 et 100 F HT).

Tous ces panneaux ont déjà été utilisés sur le littoral landais et girondin, une logique de diffusion interne et externe ayant été mise en place.

Photo 1 : Exemple de support d'information *(G. Granereau)*

Des supports spécifiques peuvent être réalisés. La forme retenue **(voir photo 1)** est assez massive, mais attire le regard. L'idée de départ consistait à regrouper toutes les informations par catégorie : informations générales sur le milieu, informations légales (arrêtés municipaux ou autres), autres informations (nettoyage de la plage, baignade…). L'expérience a montré que si le système peut fonctionner, il est nécessaire de « faire vivre » ces panneaux. Là encore, l'entretien est nécessaire, la qualité des posters exposés doit être bonne. Par ailleurs, nous réaliserons à l'avenir des supports moins massifs, et plus simples (ils seront plus faciles à gérer, moins percutants dans le paysage, et moins chers à l'achat et à l'entretien).

Le contenu des panneaux d'information : nous avons réalisé des textes en quatre langues, présentant le milieu littoral (histoire, gestion, fragilité…). A Tarnos, les posters ont été agrémentés de photographies faites sur les lieux, commentant les travaux, la dune, la flore, etc… Cet aspect d'information « en direct » est à privilégier, car elle retient plus l'attention du public. Le système est simple : le poster est réalisé sur un logiciel de PAO (Microsoft Publisher, Micrographx Designer en l'occurrence…) à partir de photographies scannérisées. L'ensemble sort en format A3, et est ensuite reproduit (tirage laser) et plastifié. Si l'on exclut la conception, le prix de revient est très faible (de l'ordre de 0,8 - 50 F HT - par poster), et ceci permet de faire face au vandalisme à moindre frais (avec d'autres procédés, le prix de revient est au moins 10 fois supérieur). Comme autres conseils découlant de cette expérience, nous indiquerons qu'il vaut mieux éviter de plastifier des travaux sortis d'imprimantes, car ils ne tiennent pas au soleil, et chercher à exposer les panneaux au nord-est, pour éviter soleil et vent ; et enfin penser à entretenir et faire évoluer ces posters.
Pour l'information sur l'opération, un panneau « financeurs » a été réalisé (**photo 2**) ; il a été conçu « en volume » afin de trancher avec les types généralement utilisés dans ce domaine.

Photo 2 : Panneau financeurs
(G. Granereau)

La promenade dunaire de Tarnos, système original et innovant, a été conçue pour répondre à deux attentes : pouvoir se promener sur la dune et recueillir un certain nombre d'informations sur ce milieu. Un chemin de planches (caillebotis **photo 5**) a été construit sur le côté ouest de la dune (qui est ici très basse), il est encadré de clôtures en « ursus » (grillage à moutons) pour éviter la divagation du public. Des pupitres de lecture (**photo 3**) portant des posters thématiques sur le site, ont été placés le long du sentier.

Photo 3 : Pupitre de lecture

Photo 4

Photo 5 : Promenade dunaire

Photo 6 : Observatoire

Photo 7 : Projet de lecture

Photo 8 : Station balisée

Photos 3 à 8 : Sentier de découverte de Tarnos *(G. Granereau)*

Au bout de ce chemin, un observatoire en bois a été construit sur le toit d'un blockhaus (photo 6). Il comporte une « table de lecture » présentant les sommets pyrénéens du Pays Basques visibles dans la fenêtre, soit entre le mont Jaizkibel (Saint Sébastien) et le Baïgoura (Saint Jean Pied de Port). Des pupitres de lecture (photo 7) évoquant la flore dunaire, la faune, le littoral, les mammifères marins (ce dernier réalisé par le GEFMA - Groupe pour l'Étude de le Faune Marine Atlantique -), ont été placés sur la rambarde.
Le succès de cet équipement est tel que l'on réfléchit à son extension. Toutefois, une interprétation restrictive de la Loi Littoral pose problème (la jonction prévue au départ entre cet observatoire et le sentier de découverte a été refusé), un dialogue constructif sera poursuivi pour assurer la cohérence de cet équipement d'information tout à fait cohérent avec la conservation du milieu.
Par ailleurs, la municipalité de Seignosse souhaiterait améliorer le passage réalisé sur la dune (dans le cadre de Life 95) entre la plage du Penon, et celle des Bourdaines, sur un peu plus de 1 km. Actuellement, le passage, à sable blanc, est encadré par des clôtures ou par une végétation dense, et de nombreux passages transversaux à la dune (clos eux aussi de part et d'autre) ont été faits. Le futur projet porterait sur la mise en place d'un caillebotis fixe (avec des déflecteurs là où l'ensablement est fort), avec éclairage, pupitres d'information, et livret pédagogique. L'accessibilité aux handicapés (mais aussi aux jeunes enfants en poussettes) est envisagée.

L'information de terrain doit être pensée dès le départ de tout projet ; il s'agit d'un complément indispensable à toute sorte d'opération en milieu littoral soumis à fréquentation du public. L'entretien des panneaux et des posters doit être permanent, car, en matière de communication, rien ne fait plus négligé qu'un panneau abîmé. Ceci oblige à pouvoir réagir très rapidement durant la saison de fréquentation afin de remettre en état les équipements.

I.2 - l'information sous forme d'exposition

Le regroupement d'informations diverses en un même lieu est d'un fort intérêt : il permet à une grande quantité de personnes d'accéder à la connaissance. Mais un investissement adapté est à prévoir, car la qualité doit être de mise.

L'Office de Tourisme de Seignosse a mis à disposition de l'ONF (dans le cadre d'une convention de partenariat) une salle ouverte en permanence. Une collection photographique (« la dune dans tous ses états ») y est exposée, ainsi qu'un jeu de quatre posters grand format (impression numérique) commentant par textes et photos les réalisations faites dans le cadre de l'opération Life 95. Un montage vidéo est proposé en permanence aux visiteurs. Chaque année des suppléments sont apportés : boites présentant les insectes de la dune, ou les mousses et lichens, morceaux d'arbres et arbustes caractéristiques de la région, etc. Enfin, un présentoir montre les différentes éditions de l'ONF (y compris locales), ainsi que de la documentation sur la nature. Le public peut acquérir sur place les documents proposés à la vente. Ce point expo fonctionne bien, et l'on peut signaler que sur les 40 000 personnes (environ) fréquentant l'Office de Tourisme chaque année, une bonne partie s'arrête dans la salle d'exposition.

Ce site d'exposition de Seignosse a été développé grâce au programme Life 95. Une même logique - moins ambitieuse toutefois - a été mise en œuvre à Tarnos (« point infos » à la plage et à l'Office de Tourisme). Cette expérience mérite d'être étendue à d'autres stations balnéaires où peu d'informations sur la dune ou la forêt existent. Le coût n'est pas prohibitif : un jeu de quatre posters en impression numérique (hors conception) est à situer aux alentours de 1100 (7 KF HT) ; une exposition bien conçue et permanente doit revenir entre 4 600 et 6 100 (30 et 40 KF HT). Il reste que cette exposition doit pouvoir être actualisée afin de la faire vivre… et c'est cet aspect là qui est trop souvent négligé.

I.3 - L'information sous forme de publication

Destinées au grand public ou au public local, ces éditions sont plus ciblées que celles évoquées précédemment : un bulletin destiné aux habitants n'aura pas la même teneur qu'un livret « grand public » généralement tiré en plus grand nombre.

Le bulletin d'information est d'un grand intérêt : il offre au public résident des informations complètes sur une opération en cours. Nous avons réalisé un premier bulletin pour les deux sites landais concernés par Life, mais l'ambition s'est hélas arrêtée là… faute de moyens financiers et de temps.

Figure 5 : Page de couverture des bulletins d'information.

La réalisation de **sentiers de découverte** rejoint la publication, selon les partis retenus pour la conception. Pour le sentier de découverte de Tarnos, il a été choisi d'implanter une faible infrastructure (du fait notamment d'un contexte de vandalisme notable) et de publier un livret guide qui commente 13 stations balisées sur le terrain. La formule est appréciée localement, et la fréquentation du sentier est forte, même si tous les promeneurs ne se procurent pas le livret. Cette formule « légère » est à privilégier, avec toutefois une réflexion à approfondir sur la façon de diffuser les documents écrits.

Figure 6 : Couverture du livret guide du sentier de découverte de Tarnos.

L'édition de **posters** ressort d'une autre logique : en effet, il s'agit souvent de guides d'identification. C'est le cas pour le poster « mousses et lichens de la dune », qui permet de montrer un aspect exhaustif des différentes espèces de mousses et lichens identifiées dans l'étude de M. Raphaël Jun.

II - L'INFORMATION « ACTIVE »

Nous rejoignons ici un domaine où une personne apporte l'information directement auprès du public ou des médias. La présence de ce médiateur nous paraît essentielle, le contact humain est souvent plus apprécié et efficace que la « forêt de panneaux »…

II.1 - L'information directe du public concerne des scolaires (**photo 9**) ou des adultes, avec un discours adapté à chaque public et chaque situation. A Seignosse, un module de visites guidées payantes (3,8 - 25 F - par adulte, 1,9 - 12 F - par enfant, gratuit en dessous de 12 ans) a été mis en place. Sa réussite nous a amenés à passer de

1 à 2 jours par semaine en juillet et août ; en juin et septembre la périodicité de 1 jour par semaine est maintenu. La moyenne de participants est de l'ordre de 20 personnes. Outre la visite guidée, des déclinaisons plus ponctuelles, mais plus spécialisées existent : conférences, participation à des colloques[1], etc.

Photo 9 : Rencontre avec des scolaires

- Les médias sont souvent sollicités, mais les informations apportées sont la plupart du temps relatives à un sujet précis : dégâts sur la dune, érosion marine, problèmes forestiers… Les journalistes apprécient le « spectaculaire », ce qui ne nous empêche pas d'avoir une démarche dans leur direction. Un certain nombre d'articles ont été publiés, une action plus soutenue aurait permis une meilleure continuité dans cette source de diffusion d'information. Et l'enseignement à retenir, c'est que pour toute future opération d'envergure, il conviendra de monter un « plan médias » et de s'y tenir.

II.2 - Surveillance

Enfin, il convient de préciser que les forestiers qui ont été impliqués dans la mise en œuvre du projet Life, ont effectué, dans le cadre de leurs missions globales, de nombreuses tournées de surveillance, à pied, à cheval ou en voiture. Ce type d'action revêt une grande importance, par la présence quasiment permanente, sur le terrain, de techniciens capables d'informer « en direct » le public, tout en contrôlant les éventuelles exactions.

III - Conclusion

La mise en œuvre d'actions de communication constitue une opération importante, au même titre que les travaux de réhabilitation, la mise en défens, etc.

On peut considérer qu'un chantier en milieu littoral doit être structuré autour de trois volets :

- la réhabilitation à proprement parler, qui peut comprendre la réalisation d'études ou de suivis,
- la mise en défens, qui consiste à limiter la pénétration pour protéger le milieu,
- l'information, dont le but est d'apporter au public (adulte ou scolaire) une meilleure connaissance sur les milieux, afin de l'inciter à mieux les comprendre, les aimer et les respecter.

La difficulté majeure est de mettre en œuvre une conception globale de chaque projet, comprenant aussi bien la phase d'investissement, que le prévisionnel des phases d'entretien. L'expérience montre que la plupart des travaux menés (et en particulier les travaux de mise en défens ou d'information) ne sont pas suivis de ces phases d'entretien. Il en résulte un mobilier abîmé ou défraîchi, des documents informatifs illisibles, etc.

Une réelle stratégie à long terme doit donc être mise en œuvre, en concertation avec les communes et les collectivités, qui ont vocation à financer ces opérations d'entretien. Il est important de faire prendre conscience aux maîtres d'ouvrages que chaque volet de cette stratégie est indissociable. On notera ici que les actions proposées en milieu dunaire sont moins onéreuses que - toutes choses égales par ailleurs - la gestion des espaces verts. Ceci s'explique par la maturité des techniques mises en œuvre, techniques qu'il convient toutefois de faire évoluer selon les attentes de la société.

IV - Bibliographie

- Jun (R.), 1997. *Etude préliminaire des mousses et des lichnens en milieu dunaire* : Seignosse et Tarnos. Dans le cadre de Life 95, elle a servi de base à la réalisation d'un poster.
- ONF, 1999. *Sentier de découvertes du massif des forges de l'Adour*. Livret réalisé dans le cadre du site pilote Life de Tarnos, 32 p.
- ONF - Granereau (G.), 2000. *Aide mémoire visites guidées*. Doc. interne
- ONF - Granereau (G.), 2000. *Visites guidées : organisation et sécurité*. Doc. interne

[1] Exemple : participation au colloque CQEL (Cellules Qualité des Eaux du Littoral, pilotées par le Service Maritime de l'Equipement), au Colloque de Hossegor organisé par la Société de Borda, au Colloque sur les déchets organisé par le Conseil Général des Landes, etc…)

LES “ CHARTES D’ENVIRONNEMENT ” POUR LA GESTION CONCERTÉE DE TERRITOIRES VOISINS : L’EXEMPLE DE TARNOS, COMMUNE DU SUD LANDAIS

Gilles Granereau
Office national des Forêts - Division de Dax
7, rue des Archers - 40100 Dax
Tél. 05.58.74.07.27 - Fax : 05.58.74.58.12

Résumé :
Pour assurer la poursuite des principes et pratiques de gestion mis au point dans le cadre de Life 95, des “ chartes d’environnement ” ont été élaborées. L’exemple de Tarnos, dans le sud landais, est présenté.

Abstract :
To ensure that the Life 95 management principles and practices are sustained, “ environmental charters ” have been developed. This article describes the case of the south Landes municipality of Tarnos

L’objectif des projets soutenus par Life-Environement étant à la fois de restaurer des milieux et d’impulser des pratiques favorable à leur préservation dans le long terme, il est vite apparu nécessaire d’impliquer tous les acteurs locaux dans un processus de dialogue et de collaboration. Au cours de plusieurs rencontres, chacun a pu énoncer ses attentes et réagir à celles des autres acteurs.

Cette démarche a permis l’élaboration de deux *chartes d’environnement* applicables aux « fenêtres » littorales des communes de Seignosse et Tarnos dans le sud du département des Landes. Elle est illustrée ci dessous par l’exemple de Tarnos.

Actuellement, il existe de nombreux acteurs et usagers agissant sur la dune (quels qu’en soient les propriétaires) ; les interventions des uns et des autres ne sont pas toujours coordonnées et concertées.
La charte permet une adhésion partagée sur les modes de gestion du littoral, elle reflète également la volonté des collectivités d’assurer une gestion pérenne de ces milieux.

COMMUNE DE TARNOS

Charte « pour une gestion durable et concertée du milieu littoral Tarnosien »

Le projet « LIFE 95 » est arrivé à son terme ; d’importantes réalisations ont été faites, en matière de protection des milieux, des espèces et d’information du public. Des études ont apporté une contribution à la connaissance des milieux.
A présent, il est nécessaire de formaliser la volonté de chacun au regard d’objectifs concertés. Il s’agit ici de définir avec les différents partenaires une ligne de conduite commune, afin de poursuivre les actions engagées.
La charte relève donc d’une logique de gestion durable, seule susceptible de maintenir en état le milieu littoral Tarnosien

Les signataires

>Affirment des analyses et des objectifs communs :

- la volonté de protection des milieux littoraux, dunaires et forestiers, pour le maintien des biens publics et privés, et pour la conservation des espèces et des habitats,

- l'importance d'un suivi et d'un entretien permanent de la dune et de ses équipements,

- la connaissance des risques auxquels sont soumis ces milieux littoraux, risques liés à des événements climatiques peu prévisibles, tels que les fortes érosions marines lors de tempêtes,

- l'intérêt d'une gestion proche de la dynamique naturelle de ces milieux (dune non boisée et forêt littorale), qui semble être la plus susceptible de répondre à la fois à une demande de la société, à une gestion économe, et à une évolution supposée des facteurs climatiques.

>S'engagent à :

- mettre en œuvre de façon coordonnée tous les moyens utiles pour atteindre les objectifs définis,
- prendre en compte la nécessaire continuité des actions,
- effectuer des évaluations régulières des opérations menées,
- intégrer les partenaires qui le souhaitent, dans la mesure où leurs objectifs rejoignent ceux définis par la présente charte.

Article 1 : Objectifs

Objectif général : préserver les milieux naturels, en veillant à organiser au mieux l'accueil du public, tout en maîtrisant les coûts de gestion.

Il conviendra, tout en s'assurant de la préservation des différents milieux, de répondre à la demande du public –usager ou touriste – en lui proposant des aménagements et informations adaptés. Par ailleurs, toute action à envisager ne devra pas constituer une contrainte susceptible de porter atteinte aux usages respectueux, ou au maintien des milieux. Enfin, l'aspect financer doit être pris en compte, afin que chaque dépense soit justifiée ; la recherche d'aides financières permettra d'atteindre plus facilement les objectifs.

Quatre grands domaines d'action se dégagent :

- le maintien en bon état du cordon dunaire,
- la gestion des équipements mobiliers placés de protection de la dune vis-à-vis du public,
- l'information et la sensibilisation du public,
- la mise en oeuvre des opérations qui découleront tout à la fois du plan de gestion élaboré pour les terrains du Conservatoire du Littoral, et de l'aménagement forestier pour la partie domaniale.

Les opérations futures s'appuieront sur les principes énoncés dans le bilan de l'opération Life 95.

Article 2 : Intervenants

La charte définit les implications possibles de chacun ; peut être intervenant chaque personne ou structure qui souhaiterait participer, d'une façon ou d'une autre, à la gestion du site. Les intervenants principaux sont la commune de Seignosse, le Conseil Général des Landes, Le Conservatoire du Littoral et l'ONF.

Article 3 : Territoire concerné

Le domaine concerné comporte :

- des terrains essentiellement forestiers et marécageux acquis par le Conservatoire du Littoral, ainsi qu'une parcelle dunaire au sud de la butte de tir,
- des terrains domaniaux gérés par l'ONF (dune et forêt),
- une zone aménagée au titre du Plan Plage landais, en terrain domanial, concédée à la commune de Tarnos, des terrains gérés par l'Armée, ou affectés à l'Equipement.

Article 4 : Mesures de gestion (elles sont précisées dans une annexe)
Maintenir en bon état le cordon dunaire composé de :

- une partie modérément fréquentée par le public au nord, et au sud immédiat de la fenêtre plan-plage,
- une partie relativement préservée au nord de la butte de tir,
- une dune dégradée et soumise à forte pression anthropique au sud.

Réhabiliter la dune sud, au contact de l'Adour :

- remise en état de la dune, et mise en défens,
- mise en oeuvre d'une opération de valorisation pédagogique et touristique.

Gérer les équipements mobiliers placés pour la protection de la dune vis-à-vis du public (entretien courant et réfection).

Veiller à la propreté de la dune, et à la limitation des interventions mécaniques sur le haut de plage (au profit d'interventions plus sélectives) ; mettre en place des zones de « non nettoyage mécanique ».

Poursuivre les actions destinées à accueillir, informer et sensibiliser le public adulte et scolaire, vacancier ou local.

Effectuer la surveillance et le suivi écologique et/ou technique.

Harmoniser la sylviculture de la forêt littorale en y appliquant les mesures définies dans le plan de gestion des terrains du Conservatoire du Littoral pour la période 2002-2006.

Article 5 : Evaluation des coûts
Il est important de donner un ordre d'idée des montants financiers mis en jeu, sachant qu'ils peuvent évoluer selon les circonstances (tempêtes, vandalisme...). Les évaluations précédentes permettent de situer les coûts directs annuels dans une fourchette de 15.000 à 23.000 H.T./an (100 à 150.000 F HT/an, hors honoraires et investissements liés à des opérations spécifiques).

Une annexe de la charte apporte des précisions complémentaires sur les modes d'intervention (maîtrise d'oeuvre, entreprises, suivis, plans de gestion...), sur la nature des travaux (espèces et milieux à protéger, guidage du public...), ainsi que sur les actions d'information et de surveillance nécessaires. Puis, les principaux objectifs sont reportés sur un plan.

Une des suites des chartes sera la mise en place de conventions simples, notamment entre l'ONF et la collectivité locale, qui permettront la réalisation des travaux d'entretien, tout en appliquant un certain nombre de règles d'usages auxquelles les signataires auront adhéré.

La population locale associée devrait ainsi mieux comprendre et accepter certains travaux. De plus, elle bénéficiera d'informations sur le milieu, sur les partenaires et sur les financements.

LE POINT DE VUE DES ÉLUS LOCAUX INTERVIEW EN MAIRIE DE TARNOS

Cet interview a été menée par J. Favennec et G. Granereau auprès de l'équipe communale en mairie de Tarnos le 4 juillet 2001. Elle reflète les nombreux débats qui ont eu lieu pendant plusieurs années, au cours desquelles les divers acteurs ont appris à mieux se connaître et dialoguer... et à mettre en œuvre, ensemble des plans d'action.

LES RÉACTIONS DE LA COMMUNE PAR RAPPORT AU PROJET LIFE.

Jean Favennec, ONF : Comment les responsables communaux et les habitants ont ils perçu le projet Life ?

M. Lasplacette, premier adjoint : Si on a pu monter un certain nombre d'actions de protection et d'accueil touristique, y compris la mise en place de panneaux d'information, le sentier de découverte, la maîtrise des usages…, c'est grâce au projet Life. Ce qui a été fait sur la zone d'accueil du Métro est aussi indirectement lié à cette opération. Une première information a déjà été faite en direction de la population, des centres de vacances. Les fascicules sur le sentier de découverte montre aux Tarnosiens et aux vacanciers qu'il y a des choses intéressantes à découvrir…

Mme Fontenas, Maire : J'ai de la famille qui a été sur le terrain. Ils sont revenus enchantés. Ils ont appris avec le livre, les gens vont d'avantage respecter la nature…

Gilles Granereau, **ONF** : Il n'est pas facile de transférer l'information, car sur le terrain les panneaux sont souvent dégradés, cependant la promenade dunaire arrive à tenir… On a développé les visites guidées, c'est une très bonne formule qu'il faut intensifier…

Maire : C'est très bien de préserver l'environnement, mais il faut donner à la population la possibilité d'en profiter, de se l'approprier… Si on ne dit pas à notre population ce qui existe, elle ne sera pas partie prenante, ni à la défense, ni à la sensibilisation de ce territoire. J'aimerais qu'ils adhèrent aux mesures de protection mises en place.

G. Granereau : Un travail est fait dans ce sens. A l'office du tourisme, une logique informative se développe, et les modes d'accueil sont revus. On s'est aperçu que lorsqu'on ferme trop, cela ne marche pas… Il reste le problème des dégradations… Pourquoi n'essaie-t-on pas, avec le lycée technique, avec les services techniques de la Mairie, de mettre en place une animation avec les gens « à problème », avec les jeunes, pour leur donner la possibilité de faire du travail manuel, sur des mobiliers bois par exemple, et essayer de les remotiver à une action concrète d'intérêt général ?

J. Favennec : On a abouti par différentes voies à une prise de conscience ; les gens respectent mieux, c'est positif… Vous disiez, Mme le Maire que les gens devaient *profiter* du milieu, je suis d'accord, mais sans le dégrader pour les successeurs…

Maire : Je suis tout-à-fait d'accord. Seulement il ne faut pas qu'ils aient le sentiment d'être exclus. Il faut leur donner envie d'y aller mais avec des règles… Depuis qu'il y a le sentier de découverte, les gens s'approprient ce territoire. Ce que j'aimerais, c'est qu'il y ait de plus en plus de gens qui, au lieu de rester devant leur télé, viennent s'y promener avec leurs enfants.

G. Granereau : On n'a pas pu achever le sentier pour en faire un circuit complet qui devait assurer la liaison entre le pique nique et la plage, pour des raisons juridiques…

J. Favennec : Je reste à convaincre que la Loi Littoral puisse interdire un sentier piéton. C'est une interprétation de la Loi… Les dunes domaniales sont ouvertes au public à pied. Si vous voulez faire une promenade du Huchet à la Pointe de Grave, aucun problème. La dune n'est pas fermée à la promenade pedestre, par contre, nous sommes féroces avec les 4X4, les motos...

Maire : En même temps, on nous dit de ne pas marcher sur la dune. Je défends à mes gosses d'y marcher. Je croyais que c'était interdit…

J. Favennec : Il faut bien distinguer les dunes « urbaines », les dunes « sauvages » et les dunes qui ont un rôle d'accueil du public. Il faut avoir une attitude différente dans chacun de ces milieux. Sur les dunes qui subissent une pression modérée, le piétinement à petite dose n'est pas gênant.

Certaines mesures de réorganisation de l'accueil; je pense à une opération clé telle que la fermeture de la route, ont pu être menées alors que cela paraissait impossible avant ; n'est-ce pas un résultat important du projet ?

Adjoint : Les piétons se réapproprient les itinéraires au détriment des voitures, c'est une très bonne chose.

Maire : Quelques procès-verbaux de distribués… Et ils ont été suivis, c'est une solide détermination des élus.

J.Favennec : Au nord du parking du Métro, il faudra aussi fermer à la circulation auto.

G. Granereau : Dans ce secteur nord, l'aérodrome est en cours de suppression. Pour éviter un coût trop important, un système de renaturation progressif est en place, et il fonctionne.

La charte « Pour une gestion durable et concertée du milieu littoral Tarnosien ».

J.Favennec : La charte sera un des résultats de ce projet…

G. Granereau : Une charte définit de façon concertée les objectifs en matière d'usage et de devenir d'un espace dépendant de plusieurs propriétaires. Les divers partenaires s'engagent à collaborer pour l'accomplissement de ces objectifs. Pour les dunes de Tarnos, cela peut concerner une volonté de laisser la forêt plus naturelle, le principe d'organisation de nouveaux accès aux plages, les modalités d'information du public…

J.Favennec : La charte va s'appuyer sur la réflexion globale menée entre tous les propriétaires : la Commune, l'Armée, le Conservatoire... et sur le zonage du site qui en est résulté : dans la partie sud périurbaine accueil d'un public nombreux avec un fort volet pédagogique, dans la partie centrale protection forte, renforcement de la zone du parking du Métro dans la logique plan-plage et, au nord du Métro protection forte avec l'appui de la piste cyclable.

Adjoint : Quels seraient les signataires ?

J. Favennec : Si c'est simplement une signature ONF/Commune, c'est plus simple, mais c'est moins fort. Une signature tripartite avec le Conservatoire serait meilleure, dans la foulée du plan de gestion réalisé par l'ONF, le contexte est favorable.

Adjoint : Il n'y a pas de difficulté à signer une charte concernant le bon usage du littoral tarnosien. Mais il est important de faire participer les gens à l'entretien de leur patrimoine. L'ACCA peut nous fournir des bras et du temps pour entretenir ce patrimoine… Les chasseurs sont prêts à respecter les règles d'usage, il vaut mieux qu'ils soient avec nous que contre nous.

J. Favennec : Nous avons aussi rencontré les responsables de l'Armée de terre (Régiment de Parachutistes d'Infanterie de Marine de Bayonnne), ils sont prêts à respecter un certain nombre de règles dans la zone de protection du Lys *(Pancratium maritimum)*, la circulation automobile notamment ne leur est pas nécessaire… Il n'y a aucune difficulté de principe pour que le terrain militaire soit intégré dans un plan global de protection et dans la charte.

Le projet de restructuration du sud de la dune, au contact de l'Adour, l'intégrer à la charte ?

Maire : Il faut restructurer tout ce pôle sud au contact de l'Adour, du Port et de la zone industrielle. Le « Barbara » (ancienne tourelle-blockaus) fait partie de l'histoire du mur de l'Atlantique, au lieu de faire, comme nous en avions eu l'idée, un mur d'escalade, il vaut mieux enrichir notre patrimoine d'une valeur historique réelle.

G. Granereau : Dans le projet, le « Barbara » peut être aménagé en observatoire, point de liaison entre tourisme de nature, tourisme industriel et tourisme fluvial, avec possibilité d'une « passerelle » sur l'Adour. Le « Barbara » c'est le point d'orgue avec développement pédagogique.

Maire : Ce projet est intéressant, c'est à nous d'être innovant, de trouver des partenaires pour que cela ne repose pas entièrement sur des financements municipaux…

G. Granereau : Cette étude a été menée dans le cadre du projet Life. Elle dégage des objectifs et un chiffrage de réhabilitation, protection et aménagement informatif, sentier de découverte… Il faut le faire valider par tous les partenaires… et assurer sa cohérence avec la Loi Littoral. La nouvelle voie d'accès pourrait être le déclencheur.

J. Favennec : Ce schéma de réorganisation pour la zone sud, c'est un « plus » qui est venu s'ajouter au projet Life, dont le cœur au départ était de protéger la station à Lys. Faut-il l'inclure dans la charte ? Je n'en suis pas totalement sûr…

G. Granereau : Ce n'est pas çà qui doit bloquer si l'on n'entre pas dans le détail.

Adjoint : Il faut avancer dans ce projet. Il y a notamment un immeuble utilisable, on pourrait en faire un point fort de pédagogie et de dialogue entre associations, scientifiques, ACCA… Si on veut protéger le Lys matthiole, il faut bien organiser les flux de piétons et de voitures à proximité…

G. Granereau : S'il y a ici une activité pédagogique, pourquoi ne pas aménager deux aires de stationnement… Sur un terrain qui du point de vue naturel est complémentement dégradé, on a l'opportunité de remettre en état ce site en associant tourisme et pédagogie.

Les répercussions du projet en matière d'emploi.

J. Favennec : Est-ce que pour vous un plan qui concilie protection, accueil... peut avoir une incidence en matière d'emploi ?

Maire : Bien sûr que oui ! Si nous avons un Service Environnement aujourd'hui, c'est pour développer et mettre en phase les moyens humains. Si on veut garder, protéger… qu'est-ce qu'on met comme moyens humains derrière ? Cela peut être des associations, l'ONF, des apports extérieurs, la commune… Qui paie et qui commande ? Est-ce de l'utilité sociale ? Des emplois qui peuvent être aidés par l'Etat ou des collectivités ? Sans que ce soit une mission publique directe d'une collectivité, cela peut générer de nouveaux emplois au titre de l'utilité sociale.

J. Favennec : Cet objectif peut aussi figurer dans la charte.

G. Granereau : Je pense que vous avez une carte à jouer sur le nettoyage de la plage. L'expérimentation menée avec une entreprise de réinsertion nous a permis d'apprécier la faisabilité… C'est un domaine qui peut justifier à Tarnos, la création de deux emplois. Un dossier dans ce sens, préparé avec M.Arrondeau président de Cap-Environnement, sera adressé à M. Dufau, député chagé de la commission littorale à l'Assemblée.

J. Favennec : Le nettoyage mécanisé peut être moins systématique et moins fréquent. L'économie peut être réaffectée au nettoyage manuel sélectif favorable à la diversité biologique des plages.

Maire : Cela me parait très important. Aujourd'hui en matière d'environnement, il faut dire qu'il y a de nouveaux métiers, source d'emplois.

G. Granereau : Le dossier « déchets sur la dune » peut trouver des financements… Il faut inclure cette nouvelle approche du nettoyage dans le cadre pluriannuel départemental, voire régional….

J. Favennec : Un dialogue a été engagé avec le département pour que cette approche innovante, résultant des essais menés avec l'aide de Life, soit prise en compte…

G. Granereau : On travaille déjà avec les Gardes-Nature du Conseil Général, on est tout-à-fait en phase.

Maire : Nous avons bien avancé pour valoriser notre littoral, ce travail sera poursuivi, notamment dans le cadre possible de la Communauté des Communes pour l'Environnement et complémentairement avec le développement de la zone industrialo-portuaire.

ANNEXES

Annexe 1 : Layman's report (résumé détaillé en anglais) 357
« Towards a conservation and a sustainable management of
atlantic coastal forest and dune ecosystems »

Annexe 2 : Texte français du film vidéo..... 365
« Gestion intégrée des dunes littorales atlantiques, sud-ouest français,
centre et nord-ouest portugais »

Annexe 3 : Texte de la version portugaise du film vidéo..... 377
« Gestão integrada das dunas litorais atlânticas, sudoeste francês,
centro e noroeste português »

Annexe 4 : Liste des études réalisées sur les différents sites pilotes
du projet Life-Environnement 95..... 389

ANNEXE 1

LAYMAN'REPORT

"TOWARDS A CONSERVATION AND A SUSTAINABLE MANAGEMENT OF ATLANTIC COASTAL FOREST AND DUNE ECOSYSTEMS"

TOWARDS A CONSERVATION AND A SUSTAINABLE MANAGEMENT OF ATLANTIC COASTAL FOREST AND DUNE ECOSYSTEMS

COASTAL DUNES, AREAS OF MAJOR BIOLOGICAL AND LANDSCAPE INTEREST, MADE FRAGILE BY INCREASING HUMAN PRESSURE

Mobile dune coastlines are constantly reshaped by wind and sea.
Coastal dunes bear the mark of their "domestication", in the form of the woodlands planted in the 19th century and the barriers erected for protection.
In the second half of the 20th century came the tourist explosion and the urbanization to cater for it.

A MULTI-PARTNER, MULTI-DISCIPLINARY APPROACH FOR DEVELOPING SUSTAINABLE MANAGEMENT PRACTICES

The project sets out to develop an integrated management system for coastal dune environments, by reconciling heritage protection with economic activities. The preliminary studies involved a range of discipline in an attempt to address multiple expectations.

The long experience of the ONF (Office National des Forêts). With a wealth of experience gleaned in over a hundred years spent managing 500 km of coastline, mostly dunes on the French Atlantic coast, the ONF can contribute practical proposals for ecological engineering.

A wide-ranging partnership for better generalization of results
In France, with the Conservatoire du littoral (Coastal Conservancy), local authorities (Aquitaine, Poitou-Charentes and Brittany regions - Landes and Morbihan departments – municipalities of Seignosse, Tarnos and Plouharnel), the State, the universities (Bordeaux, Rennes and Brest), associations (including Nature Environnement 17, Société Linnéenne de Bordeaux, Société botanique du centre-Ouest) and others.

Cooperation with ***Portugal*** (University of Minho, General Directorate of Forestry and the Vila Nova de Gaia Biological Park), whose central and northern coastlines share many characteristics with the French Atlantic coast.

REHABILITATION AND CONSERVATIONAL MANAGEMENT PLANS FOR SITES OF COMMUNITY INTEREST

In this project, action has been taken to rehabilitate dune ecosystems of major heritage value (the pilot sites are members of the Natura 2000 network) and formulated management plans for them. The action plans have taken account of the economic dimension and aim to reconcile conservation with "sustainable" tourism.

Quiberon-Plouharnel dunes, Morbihan. This State-owned area is the southern section of Brittany's most extensive set of dunes, the Arc de Gâvres around Quiberon. Its "grey" dune grasslands (with priority status under the European "Habitats" Directive) are particularly well developed, but subjected to very heavy tourist pressure.

A general reorganization plan for public amenity has been formulated in coordination with a forestry management plan aimed at conserving and restoring the grey dunes.

Combots d'Ansoine dunes, Charente-Maritime. This wooded dune, owned by the Conservatoire du Littoral and managed by the ONF, covers 899 ha at the mouth of the Gironde estuary. The site provides the perfect opportunity for debate about the integrated management of wooded dunes on the Atlantic seaboard. Action here has concentrated on formulating and implementing a pilot management plan to sustainably enrich the dune's biological diversity.

Various sylvicultural scenarios have been tested: thinning out techniques in stands of evergreen oak, management of thickets composed of a mix of maritime pine and oak, methods of renewing older groves of maritime pine, etc. They have demonstrated that it is possible to rely heavily on the natural dynamics of oak stands to guide the dune forest towards a richer, more stable mosaic of stands.

Innovative measures for enhancing areas of special ecological interest have been implemented: a network of ponds has been restored, heathland and meadows maintained, areas of ancient woodland have been left to develop freely, etc.

Seignosse-le-Penon dunes, Landes. These dunes are managed partly by the ONF, partly by the Conservatoire du Littoral. Along a 4 km stretch, an "urbanized" dune is followed by a "wild" dune. The juxtaposition of sectors with different uses and the involvement of many different stakeholders make this an ideal site for adapting dune management techniques to suit their predominant function. Several actions have been implemented: rehabilitation of the urban dune, reorganization of beach access, a single management plan for the ONF and Conservatoire dunes, public information in various forms (exhibition, guided visits, information boards, etc.). It has been demonstrated that the methods may be generalized to other areas for flexible coastal dune management.

Tarnos dunes (Landes). At the southern end of Aquitaine's sandy coastline on the north bank of the Adour, this site has some highly original characteristics. Seaside tourism shares the area with an industrial port on the periphery of the Bayonne-Anglet-Biarritz conurbation. The area is rich in ecological interest, including the Atlantic's strongest concentration of sea lilies (*Pancratium maritimum*), but this heritage is under threat from badly channelled anthropic pressure.

Different types of action have been developed to limit the constraints and safeguard a precious ecosystem while allowing tourist and peri-urban use to continue: selective manual cleaning of the dunes and beach, fencing at the top of the beach to protect the embryonic dunes and especially the very rare *Euphorbia peplis* (which has almost disappeared from the Atlantic coast), the conversion of a coastal road into a cycle path, a dune discovery trail, a land use plan for the site and peripheral areas, etc.

ADVANCES IN KNOWLEDGE AND MONITORING OF DUNE ECOSYSTEMS

The project has taken the lessons learned from the pilot sites and applied them with even greater success in several areas:

Dunes play a role in absorbing marine erosion. The exchanges of sand between the two compartments of the "sediment cells" must not be halted.

A wide range of **ecodynamic maps** and vegetation studies have clarified the vocabulary to be used in reading and interpreting dune landscapes.

Clarity has been brought to **the ecology of grey dunes**. Optimum development of grey dune variants depends on the breadth of area they are allowed to freely express their dynamic processes. Particular attention has been paid to mosses and lichens.

The insect life of the Atlantic dunes includes at least 2000 species. The most characteristic species are found on the beach and in the white dunes. The wealth of insect life is linked to floristic diversity. The ecosystem most under threat is that of the beaches.

The "modern" dunes, planted with maritime pine, are gradually being colonized by different species of oak. Understanding these development processes has helped found a new forestry management strategy.

Implementation of development monitoring protocols for coastal dunes. Management also involves evaluating how the environment is evolving and the impact of human activities. Several monitoring protocols have been set up: some are designed for targeted research on restoration biology and ecology, while others aim to provide a general assessment of the state of the dunes and comparisons between successive states.
Work will continue on this topic so as to develop "lighter" systems. Monitoring particular species or stands for use as indicators is a promising avenue of exploration.

Developing practices in favour of multi-functionality in coastal dunes, combining biodiversiry, tourism and conservation

It is essential to protect the foredune/upper beach system to avoid loss of sediment, a major factor in coastal retreat. The efficacy of management practices has been demonstrated in this respect: fences on the upper beach in frequented sectors, plantings of Agropyrum, etc., associated with precautions taken to keep the beaches clean.

Innovative proposals for **selectively cleaning the upper beach** have been developed to limit the negative impact of excessive mechanical cleaning.

Principles and techniques have been developed for the flexible control of coastal dune mobility according to marine dynamics (erosion, accretion, stability) and their predominant function. In "wild" areas, priority is given to the frontal section, with minimal action on the back dune and semi-fixed dunes left to develop freely. In urbanized areas or those with heavy tourist frequentation, public channelling and education is provided and wind erosion kept under control.

Grey dunes. Controlling the mobility of the foredunes also serves to protect the grey dunes. While all types of motorized vehicles and tree planting must be excluded, "disturbances" (wind, fresh layers of sand, grazing by rabbits, etc.) must be allowed to occur, as these are the sources of the diversity of the landscape mosaic. A moderate level of pedestrian frequentation can be accepted.

In wooded dunes, develop forestry practices based on the natural dynamics to guide the woodland towards mixed stands of maritime pine and deciduous species.

Sustainable tourism : It is possible to reconcile rational tourist development with an overall environmental conservation policy. This requires close, constant consultation between the stakeholders in spatial planning, in the implementation phase and in the maintenance and monitoring phases that follow.

Organizing continuous consultation between management bodies and elected officials responsible for planning

It is advisable periodically to enshrine in a contract the technical and financial agreements between the various partners in management plans, mission statements, charters, etc. A clear contract lays the foundations for coherent, sustainable joint action.

The Gâvres "Major National Site" at Quiberon. Incorporating the State-owned site into a larger project involving several local authorities has made it possible to use earlier results and ensure that planned action is implemented and maintained in the long term.

"Charters for joint, sustainable coastal management" for the municipalities of Tarnos and Seignosse. This approach sets out to harmonize the objectives of several different landowners whose territories are interconnected. Though of no legal value, the charters have primarily a pedagogical function.

Grouping different authorities around transversal themes is desirable. The alternative procedure of selectively cleaning beaches (begun in the southern Landes) is a potential source of new jobs and can be used to bring together several municipalities and departments.

LARGE-SCALE DISSEMINATION OF RESULTS AND KNOWLEDGE

Results and knowledge have been disseminated in various forms to reach a wide range of different audiences:

For the general public

An eight-page brochure, "The Dunes of the Atlantic Coast", distributed at information centres on the coast (town halls, tourist offices, etc.) and during guided visits organized by the ONF; a poster, "Mosses and lichens of Aquitaine's coastal dunes"; a discovery trail and guide to the Forges de l'Adour at Tarnos; a practical guide to the insects and small fauna of the dunes (a joint production by the ONF and the Linnaean Society of Bordeaux, to be published by Editions Sud-Ouest in Spring 2002), etc.

For schools and universities, public bodies, local authority technical departments, etc.

A 50-minute video, "Integrated management of Atlantic coast dunes: South-West France and Central and North-West Portugal". It describes the theory and practice of coastal dune management methods and ends with lessons that can be generalized for the sustainable management of Atlantic coast dunes. Our partners are preparing a Portuguese-language version. An English-language version is planned in association with the EUCC (European Union of Coastal Conservation).

A summary of the main results of the Life project: "Knowledge and sustainable management of the dunes of the Atlantic coast" in three parts: how the environments function, management principles and practices, and coastal dunes in the tourist economy. It will be published by the ONF in Spring 2002 in the "*Les dossiers forestiers*".

For ONF managers

Besides the documents mentioned above, ONF field workers have had training sessions dealing with the analysis and flexible control of coastal dunes and on new forestry practices mixed dune forests of maritime pine and oak.

The trials and demonstrations performed in wooded dunes form the basis of the "**Forestry guide for mixed coastal woodland of maritime pine and evergreen oak**", a directive for sparing and opportunistic forestry management, applicable from Brittany to northern Aquitaine.

For public sector organizations in France.

Conservatoire du Littoral (Coastal Conservancy). Dialogue between different sensitivities and cultures is always a source of progress. As such, cooperation within the Life project was an enriching experience for two of the main actors in coastal conservation in France, the Conservatoire du Littoral and the ONF.

The Ministry of Agriculture, a partner in the Life project, has taken measures in favour of dune biodiversity as part of its protective, environmental and social actions aimed at woodlands (Circular of 7 May 2001).

The Geological and Mining Research Office (BRGM). The Life project opened up new avenues for cooperation by extending the debate beyond territorial boundaries and the traditional areas. The ONF was thus able to work with other bodies, particularly the BRGM, to set up coastal ecosystem monitoring networks.

For the scientific community and experts involved in coastal issues.

The results of the Life project have been disseminated at a number of seminars and symposia (presentations by J. Favennec) : **"Coastal dunes, management, protection and research"** in Denmark (August 1997), **"Dunas da zona costeira de Portugal",** the EUROCOAST seminar, Portugal (June 1998), **"Encontro técnico sobre conservação de dunas"** at Vila Nova de Gaia (January 1999) a seminar for all protected coastal areas in Portugal, **"Connecting science and management in the coastal zone",** an EUCC seminar in Poland (June 1999), The "**Coastal erosion and sustainable management**" symposium in Dunkirk (September 2001), a presentation on the multi-functional management of coastal forests at the **4th Forestry Congress** in **Portugal** (September 2001), organized by the *Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais,* etc.

Transfer of knowledge between France and Portugal

The teachings of the Life project have been further enriched by dialogue with Portuguese geologists and foresters. The ecodynamic mapping method was validated on a Portuguese site (Torreira, north of the Aveiro lagoon). ONF management practices were presented in Portugal on several occasions. A video has been produced, showing the two countries in parallel.

General recommendations for the sustainable management of Atlantic coastal dunes in Europe

Beach and dune coasts are mobile by nature. To continue to benefit from the services they provide, we must accept fluctuations, all too often considered only as threats. This option does not exclude rational economic use.

Any localized intervention must be placed in a wider context of space and time.

It is desirable to set up multi-disciplinary surveillance networks to take account of the complexity of the systems.

Once the decision to act on the dune has been taken, priority should be given to flexible techniques that interfere as little as possible with the natural processes. As an example, this implies accepting a certain degree of mobility over a sufficient width.

On highly urbanized coasts, direct action to combat marine erosion is often seen as inevitable. “Hard” defences have an irreversible impact on adjacent sections, where retreat will be acceleration. Sediment input may be an advantageous alternative of coasts with reduced exposure, as long as the sediment is brought in from a source outside the sedimentary cell.

The cost of operations should also be considered and assessed in terms of their general advantages.

Coastal dunes and their beaches are invaluable features of our natural heritage which we must avoid altering by introducing exogenous vegetation, excessive tree planting on grey dunes, too systematic mechanical cleaning, etc.

For dunes to provide as many complementary functions as possible as best they can, a sufficiently wide non-urbanized landward fringe should be left for them.

On wooded dunes, it is possible to reconcile the tourist economy with conservation. Behind the unavoidably unstable landward fringe, the wooded dune can take certain tourist amenities. Maritime pine-based dune forests can be diversified by sparing forestry work relying on the natural progression of deciduous species.

Transfers of knowledge, a habit to be acquired… Generally speaking, the project has helped change mindsets to take account of environmental aspects in all management and spatial planning action. Disseminating knowledge deserves to become an habitual management practice, involving field workers, local planning officials and scientists.

Cross-border cooperation is indispensable if a European policy is to emerge. The desire for a practical multi-lingual guide to typology, terminology and good dune management has often been expressed. On this score, the teachings of the Life project should be incorporated into debate and discussion in other countries; the EUCC could be the vehicle for this type of approach at the European level.

The work performed, the progress made and the transfers of knowledge achieved are all part of the search to reconcile sustainable usage with improving the state of the environment, the basis of the Integrated Coastal Zone Management recommended by the fifth and sixth environmental action programmes of the Commission of the European Communities.

For further information

Direction Générale de l’Office National des Forêts – 2, Av. de St-Mandé F-75570 Paris Cedex 12.
http://www.onf.fr

Coordinator : Jean Favennec, Chargé de mission ONF-Littoral – 16, rue Georges Mandel - BP 903 - 33061 Bordeaux cedex – Tel : (33) 5 57 81 22 77 – Fax : (33) 5 56 98 41 07
E-mail: jean.favennec@onf.fr

ANNEXE 2

TEXTE FRANÇAIS DU FILM VIDÉO

“ GESTION INTÉGRÉE DES DUNES LITTORALES ATLANTIQUES, SUD-OUEST FRANÇAIS, CENTRE ET NORD-OUEST PORTUGAIS ”

LIFE 95 – TEXTE DE LA VIDÉO « GESTION INTÉGRÉE DES DUNES LITTORALES ATLANTIQUES, SUD-OUEST FRANÇAIS - CENTRE ET NORD-OUEST PORTUGAIS »

INTRODUCTION

La façade atlantique de l'Europe est riche en côtes sableuses bordées de plages et de dunes, qui ont gardé un caractère sauvage. Très attractif, ce liseré de transition entre continent et océan est parfois menacé par la pression touristique et urbaine. Comment assurer un équilibre durable entre satisfaction des attentes sociales et conservation de la ressource qui permet de répondre à ces attentes ?

Avec l'aide du programme européen Life, des chantiers de démonstration ont été menés sur la côte atlantique française, notamment à Seignosse et Tarnos, dans le sud aquitain. La participation de géologues et de forestiers portugais a permis d'élargir la réflexion et de mettre en parallèle deux des plus grands systèmes dunaires européens, qui se développent dans le sud-ouest français et le long de la côte du centre et du nord-ouest du Portugal.

L' analyse de ces systèmes majeurs nous aide à comprendre les facteurs, naturels et humains, qui sont à l'origine des paysages actuels, et nous permet de proposer des principes d'usage raisonné pour les dunes côtières atlantiques.

1. *Ces deux grands systèmes dunaires présentent de nombreux caractères voisins…*

Ils longent un rivage Nord-Sud, pleinement ouvert sur l'océan et animé par de fortes marées et une puissante houle.

En France, sur les 230 km de façade maritime de la vaste plaine landaise, le système des dunes littorales d'Aquitaine, large de 2 à 10 km, n'est interrompu que par le Bassin d'Arcachon.

Au Portugal, un grand système dunaire central comprend deux unités :
la côte qui encadre la lagune d'Aveiro, sur 100 km entre Espinho (au sud de Porto) et le cap Mondego,
la côte de Leiria, sur 60km au sud du cap Mondego.
Ce système central se prolonge vers le nord jusqu'à l'estuaire du Minho où, en frange d'une étroite plate-forme, des dunes basses sont interrompues par des pointements rocheux et des rivières.

La côte nord-ouest du Portugal appartient à la même zone bioclimatique que le sud-ouest français. C'est le secteur thermo-atlantique au climat doux et relativement pluvieux. Dans le centre portugais, les tendances méditerranéennes sont plus marquées.

2. Formation de ces systèmes dunaires

C'est il y a environ 5000 ans, qu'a débuté la formation de ces systèmes dunaires littoraux.
Après la dernière glaciation, au cours de sa remontée vers le niveau actuel, la mer a ramené sur les plages d'énormes quantités de sédiments. Transportés par les vents d'Ouest dominants, ces sables sont à l'origine de plusieurs générations de dunes.

En Aquitaine, se succèdent :
- les dunes anciennes (ou " vieilles dunes "). Leur forme dominante est parabolique à concavité ouverte vers l'Ouest. Elles se seraient formées au cours de plusieurs périodes : de 5000 à 3400 ans et de 3000 à 2300 ans avant l'actuel… Des datations récentes privilégient la chronologie courte. Elles se sont peuplées spontanément d' une forêt mixte de Chênes et de Pin maritime.

- les dunes modernes (ou " jeunes dunes "). De forme barkanoïde, en croissants à pointes tournées vers l'Est et à versant au vent de faible pente, elles se sont développées sous un climat plus sec, à forts transits sableux très peu freinés par la végétation. Elles étaient encore mobiles au début du XIXème siècle. Leur chronologie reste aussi à élucider, elles auraient été actives à partir du Moyen Age, notamment au cours du Petit Age Glaciaire (du XVème au XVIIème siècle), période durant laquelle la mobilité des dunes était générale en Europe.

- A proximité du littoral, des dunes basses précèdent un cordon continu d'origine anthropique.

Au Portugal , sur la côte d'Aveiro, différents systèmes dunaires comprennent, de l'intérieur vers l'océan :
des dunes transversales orientées Est-Ouest, formées à partir de 2000 à 3000 ans avant la période actuelle, ce sont les plus anciennes,
des dunes paraboliques, à concavité ouverte vers l'ouest, âgées de 600 à 1200 ans,
des dunes frontales très liées aux actions humaines récentes de stabilisation.

Au sud du cap Mondego, les alignements Est-Ouest sont également dominants. Mais leur crête est plus festonnée et ils interfèrent avec des paraboliques.

Au nord de Espinho, les systèmes dunaires sont beaucoup plus étroits, réduits parfois à un vestige de dune bordière. Au nord de la rivière Ave, des dunes datées du " petit âge glaciaire " ont enseveli des nécropoles médiévales.

3. Résultant de processus naturels, les paysages dunaires sont également très imprégnés par des actions humaines, anciennes et récentes

Partout, les hommes ont lutté contre la progression des dunes menaçant cultures et villages. De nombreux auteurs ont rapporté une perception dramatique de ces champs de dunes mobiles.
Pour Brémontier, en 1786 *: " ....Cette immense surface comparable à celle d'une mer en fureur... n'offre aux yeux qu'une blancheur qui les blesse, une perspective monotone, un terrain montueux et nu, enfin un désert effrayant "*.

La majeure partie de ces dunes mobiles a été fixée par boisement. Dans les deux pays, le sable fut ensemencé de graines de Pin maritime en mélange avec des espèces buissonnantes. Des couverture de branchages aidèrent au démarrage de cette première génération forestière.

En Aquitaine, le boisement des dunes modernes eu lieu au cours de la première moitié du XIXème siècle, à l'initiative de l'Etat, seul organisme capable d'assumer un chantier de telle ampleur.

Au Portugal, c'est durant la première moitié du XXème siècle qu'une grande partie des dunes a également été fixée par les Services Forestiers de l'Etat. Cependant, quelques forêts dunaires sont beaucoup plus anciennes. La pinède de Leiria, âgée de plus de 6 siècles est l'un des meilleurs " cru " de Pin maritime.

Menacés par de nouvelles incursions de sable, les reboisements les plus à l'Ouest furent protégés par des cordons de branchages et des palissades de planches qui sont à l'origine d'un bourrelet de protection volumineux et continu.

La dune littorale résulte de l'action conjuguée de l'homme et des éléments naturels.

La jeune forêt dunaire a profondément modifié paysages et modes de vie ancestraux.

Le pâturage a disparu et de nouvelles activités sont nées du boisement c'est le cas du gemmage. En Aquitaine, après son heure de gloire au cours de la première moitié du XXème siècle, il a fortement chuté dans les années 1960 pour quasiment disparaître. Au Portugal, l'exploitation de résine se poursuit.

Sur la côte portugaise, à forte tradition agricole, à l'arrière du cordon dunaire subsistent des cultures (légumes, vigne, maïs…) dans des parcelles profilées en auge à fond plat, les *masseiras*.
Un mode de pêche original se poursuit également dans la région d'Aveiro.

La période historique récente est marquée par un fort développement touristique. L'expansion urbaine, souvent liée au tourisme, transforme profondément les paysages littoraux, dont l'équilibre fragile peut être rompu.

Aujourd'hui, la dune boisée est durablement à l'abri de l'érosion du vent, alors que la dune littorale conserve une certaine mobilité, toujours ravivé par le vent et la mer. C'est sur cette étroite bande, de moins de 1 kilomètre de large, que se concentrent les plus forts enjeux.

Pour faire des choix éclairés de gestion, il faut tout d'abord connaître l'écologie et les tendances évolutives de ces dunes littorales.

4. La dune naît de la plage, avec la complicité du vent

Une importante quantité de sable, suffisamment fin pour être transporté par le vent, doit être disponible pour que se forment des dunes.
L'agitation de la **mer**, initiée par le vent, joue un rôle déterminant. Les houles et les courants apportent sur la plage des sables provenant de la plate-forme continentale, et des fronts dunaires en recul.

Les **vents** dominants, principalement d'Ouest, transportent une partie de ces sédiments vers la terre. En freinant la vitesse du vent, **la végétation** aide à la formation des dunes. Des espèces spécialisées provoquent des accumulations grâce à leurs adaptation aux difficiles conditions de vie de ce milieu : enracinement profond, épaisse cuticule, forte pilosité…

5. Analyse des différents faciès

La morphologie et le degré de mobilité des dunes dépendent de la nature et de la quantité de sédiment disponible, de la direction et de la force des vents et de la capacité de la végétation à coloniser le sable en transit.

L'analyse des faciès, unités élémentaires du paysage**,** caractérisés à la fois par une forme, une communauté végétale et un processus dynamique particuliers, nous renseigne sur les changements en cours, mais aussi sur les conditions passées et les évolutions prévisibles.

Le haut de plage ne peut être colonisé que par quelques plantes annuelles capables de résister à une très forte salinité. Cette végétation est souvent appauvrie par le piétinement estival et les nettoyages mécaniques intensifs. Certaines espèces ont quasiment disparu, comme la très rare Euphorbe peplis, dont quelques pieds ont été retrouvés à Tarnos dans le sud landais.

Au-contact du haut de plage, les **avant-dunes** constituent les premières formations terrestres. Leur stade initial se présente sous forme de **banquettes** basses peuplées d'une prairie de Chiendent des sables (Feno-das-areias) résistant bien à la salinité. Si les apports de sable sont suffisants, la banquette s'épaissit et s'enrichit d'autres plantes vivaces, c'est **la dune embryonnaire.**
A Costinha, entre Aveiro et le cap Mondego, dans une zone peu fréquentée, a pu se développer naturellement un ensemble remarquable d'avant-dunes qui caractérise une stabilité temporaire du trait de côte.

Plus vers l'intérieur se constitue un **bourrelet de dune " blanche ",** zone de forte accumulation caractérisée par un peuplement à base d'Oyat (Estorno), appelé Gourbet en Aquitaine. C'est la plante psammophile (amie des sables) la plus répandue sur les dunes atlantiques d'Europe.

Soumises à de constantes transformations, apports nouveaux, érosion marine, remaniement éolien, les avant-dunes et dunes blanches sont par nature mobiles. Le vent chargé de sel et de sable y impose des conditions de vie très sélectives qui masquent les différences écologiques régionales.
Cependant, au Portugal, le volume des dunes blanches est plus faible. Cela résulte à la fois d'un modelage anthropique moins marqué, d'un volume de sable en transit plus réduit, et d'une influence plus forte des vents de Nord.

A l'abri du cordon de dune blanche, la mobilité s'atténue et l'on pénètre progressivement dans **l'arrière-dune semi-fixée, puis fixée**.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du rivage, des caractères écologiques propres à chaque secteur géographique s'expriment nettement.

Sur la côte portugaise, la Crucianelle (*Granza-da-praia*) d'affinité méditerranéenne caractérise bien la transition entre dune mobile et dune fixée.

Sur la côte aquitaine, la dune semi-fixée est souvent peuplée d' une pelouse basse à Fétuque et Gaillet des sables.

Chaque région se singularise par la présence d'espèces végétales **endémiques** telles que la Linaire à feuilles de thym…l'Astragale de Bayonne sur la côte aquitaine… et *Antirrhinum majus* au Portugal.

La dune fixée est recouverte d'un tapis végétal complet, riche mosaïque de plantes à fleurs, mousses et lichens. Elle est nommée **dune grise** en raison de la couleur dominante des végétaux mais aussi de celle du sol plus humifère que celui de la dune blanche.
En Aquitaine, le groupement végétal à Immortelle (*Helichrysum stoechas*) caractérise la dune grise.
Au Portugal, c'est une autre Immortelle que l'on y rencontre.

Parfois de grande étendue, comme ici à Tarnos dans le sud landais, les dunes grises sont souvent de surface réduite.

En Aquitaine, les dépressions subhorizontales d'arrière-dune sont dénommées " lettes ".

Sur la côte portugaise, entre Furadouro et Tocha, on rencontre un type original de dépressions fermées semi-circulaires qui occupe la concavité de dunes paraboliques. Des fossiles de bivalves correspondent à des plages antérieures à l'implantation des dunes.

Vers l'intérieur, la pelouse de dune grise s'enrichit d'espèces ligneuses, c'est la **dune fixée à buissons préforestiers**, puis la **frange forestière**.

Au sud de la lagune d'Aveiro elle est caractérisée par une formation végétale endémique, le matorral à *Corema*. En Aquitaine, on rencontre aussi des ourlets buissonnants endémiques tels que celui du sud landais à Ciste à feuilles de sauge (*Cistus salvifolius*) et Chêne liège (*Quercus suber*).

La composition des groupements végétaux, associée à un type particulier de forme, nous renseigne sur la dynamique en cours. Par exemple de jeunes pieds d'Immortelle qui s'installent entre des touffes d'Oyat peu vigoureux indiquent une tendance à la **stabilisation**, comme ici à Seignosse où, bénéficiant des travaux réalisés à l'avant de la dune, le talus interne se recolonise naturellement.

Inversement, lorsque qu'une population d'Oyat ou de végétaux de la dune blanche, tels que l'Euphorbe ici à Tarnos, se développe aux dépens de la dune grise, il y a **déstabilisation.**

L'Armoise est un très bon indicateur des mouvements de sable. Lors des phases de remobilisation, les pelouses à Armoise évoluent vers des champs de bosses très caractéristiques.

6. Pour comprendre le fonctionnement des dunes littorales, il faut nécessairement les relier aux plages qui les précèdent

La dune naît de la plage, la plage peut aussi se réalimenter dans la dune. De constants échanges de sédiments s'effectuent entre plage et dune.

Des changements annuels saisonniers ont lieu.

En hiver les fortes houles détruisent la berme et le pied de dune et transfèrent les sédiments vers le bas de plage.

Sur la côte portugaise, la dune bordière est fréquemment rompue par un débordement localisé, et des sédiments marins sont épandus en éventail vers l'arrière.

En été la berme se reconstitue et le pied de dune se recharge.

Conjointement à ces mouvements transversaux, d'importants stocks sableux sont véhiculés le long des côtes par la **dérive littorale**, flux de sédiments dont le transport résulte de l'incidence oblique des houles.

Différentes morphologies de plage et de pied de dune résultent des constants réajustements entre énergie et matière. La lecture de ces formes, et leur suivi dans le temps, peuvent aider à comprendre les processus en cours et prévisibles.

Les plages à baïnes du type centre et sud landais sont constituées par une succession de bancs et de dépressions orientés parallèlement ou obliquement à la plage selon la direction des houles. Les bancs –ou barres- sont construits par les vagues recherchant leur " pente d'équilibre ". Les baïnes, sont creusées par des courants vigoureux, dangereux pour les baigneurs, surtout à marée descendante. Les systèmes barre-baïne se développent sur des plages de faible pente bien alimentées en sable.

Dans le sud landais, sur des plages à sable plus grossier et à plus forte pente, se développent des " croissants de plage " ou *beachcusps*. Ce sont des accumulations de formes triangulaires, dont les pointes côté mer (à sédiment plus grossier) sont séparées par des creux (à sédiment plus fin). Ces formes rythmiques peuvent se rencontrer sur des plages sableuses, à galets ou mixtes. Leur origine est complexe et toujours en discussion. Selon les auteurs, sont mis en avant l'interférence des houles, ou encore l'interaction entre jet de rive et morphologie de plages.

Sur la côte nord-ouest et centre du Portugal, il existe une grande variété de plages.
On peut distinguer deux grands ensembles : les plages à affleurement rocheux et galets au nord de Porto et les plages sableuses, associées à des systèmes dunaires bien développés, principalement au sud de Espinho.
Les croissants et les cordons de plage sont fréquents dans les plages à galets telles que celle du nord de Esposende. Ce sont des plages de grande énergie, à forte pente, sur lesquelles les vagues se brisent avec un puissant jet de rive.
Les plages sableuses à barre et baïne sont des plages d'énergie intermédiaire, elles sont fréquentes sur la côte de Leiria et d'Aveiro.
Des plages de basse énergie, à faible pente, se développent dans quelques zones moins exposées, par exemple au sud de la rivière Minho, qui comme toutes les rivières de cette côte présente un estuaire semi-fermé par une flèche sableuse nommée « cabedelo ».

La limite entre plage et dune, dite " trait de côte ", n'est pas une ligne fixe, son évolution dépend du **bilan sédimentaire côtier**. La quantité de sédiment disponible est limitée, car la reconstitution de nouveaux stocks est faible ou nulle.

Certaines interventions anthropiques provoquent des transformations rapides de la position du trait de côte, c'est le cas des épis qui bloquent les sédiments à l'amont de la dérive littorale et induisent une érosion à l'aval. D'autres activités humaines sont sources de déficit : sédiments retenus dans les barrages, ou prélèvement de matériaux de construction.

Le déficit sédimentaire entraîne un recul du trait de côte. La tendance générale de remontée du niveau marin vient renforcer ce phénomène.

Le sable des dunes constitue une réserve de sédiments susceptible de réduire ce déficit. C'est une nouvelle approche du rôle des dunes littorales…

7. Les rôles et usages des dunes littorales. La législation côtière

En effet, la perception des dunes littorales par la société évolue avec les connaissances et les modes de vie : les dunes littorales sont à la fois un cadre de loisir, un piège à sable de protection de l'arrière pays, un amortisseur de l'érosion marine, un conservatoire de paysages rares et originaux...

Nous devons transmettre ce précieux patrimoine aux générations futures en lui conservant la plus large fonctionnalité possible. Cette conservation n'exclut pas les usages, mais elle impose à la fois des précautions juridiques et techniques ainsi qu' une aide à la prise de conscience par le grand public.

Dans les deux pays, la **législation** comprend diverses mesures de protection des milieux littoraux.

En France, la loi “ Littoral ” de 1986 prévoit la sauvegarde des sites remarquables et nécessaires aux équilibres biologiques, parmi lesquels figurent les dunes et les plages. Elle limite aussi l’urbanisation. Par ailleurs, la maîtrise foncière publique joue un grand rôle. En plus de la protection des forêts domaniales du littoral gérées par l’Office National des Forêts, l’Etat mène une active politique d’achat, grâce au Conservatoire du Littoral, établissement public créé en 1975.

Au Portugal, un Décret-Loi de 1983 (complété en 90) prévoit la création d’une Réserve Ecologique Nationale (REN) pour préserver les milieux, notamment les plages et dunes. Son impact pratique est réduit par la faiblesse des délimitations effectives sur le terrain.
Un Décret-loi de 1993 institue des Plans d’Aménagement de la Zone Côtière (POOC - *Plano de Ordenamento da Orla Costeira*) sur une “ bande littorale ” comprenant le Domaine Public Maritime et une “ zone terrestre protégée ” de 500 mètres. Ces plans définissent la vocation des différents territoires régionaux. Ils peuvent prévoir la conservation d’écosystèmes, mais, ils traitent principalement de l’organisation de l’accueil du public en période estivale.
De nombreux organismes sont impliqués dans la gestion des côtes portugaises :
L’Institut National de l’Eau, sur le Domaine Public Maritime (DPM) qui, au delà de la plage, comprend une “ rive ” terrestre de 50 mètres.
La Direction Générale des Forêts (DGF) dans les forêts publiques littorales,
L’Institut de la Conservation de la Nature pour diverses Réserves Naturelles,
Les administrations portuaires,
Les municipalités…

Les **directives européennes** “ Habitats ” et “ Oiseaux ” qui se traduiront par un réseau de sites “ Natura 2000 ” gérés de façon à préserver un ensemble de milieux et d’espèces d’intérêt communautaire viennent renforcer les législations nationales.

8. La gestion actuelle, les travaux de contrôle

Dans les deux pays, les dunes littorales sont fortement imprégnées de l’action passée de l’Etat : fixation des dunes par boisement, avec consolidation d’un cordon littoral de protection non boisé. Quelles sont les pratiques de gestion actuelles ?

En Aquitaine, la majorité des dunes est propriété de l’Etat gérées par l’Office National des Forêts. Les dunes littorales non boisées y ont connu plusieurs phases d’interventions : l’édification du XIXème siècle, le recalibrage mécanique des années 1960 - 1980 puis le contrôle souple exercé depuis lors.

L’objectif de ce contrôle souple est à la fois, de limiter le déplacement des dunes vers l’intérieur des terres, d’éviter le déficit sédimentaire de la plage et de conserver la diversité des milieux et des espèces.

Les travaux de contrôle dunaire apprivoisent le vent, soit en minorant sa capacité érosive, soit en utilisant ses facultés de transport et de profilage aérodynamique. Les techniques les plus utilisées, couvertures et brise-vent, réduisent ou annulent la vitesse du vent au niveau du sol.

Les brise-vents, rideaux verticaux perméables, sont disposés perpendiculairement aux vents dominants. Ce type de rideaux synthétique fut largement utilisé en raison de sa légèreté et de son coût modéré. Cependant, il est préférable d’employer des brise-vents à base de végétaux biodégradables tels que les ganivelles en bois de châtaignier. Des essais prometteurs sont en cours pour mettre au point des brise-vents à base de fibres de Coco.

Les couvertures de branchages sont d’une grande souplesse d’utilisation. En plus de leur efficacité anti-érosive, elles sont favorables au développement des végétaux spontanés par piégeage de graines, rétention de l’humidité et apport d’éléments nutritifs. Divers types de couvertures sont mises en œuvre :

Les couvertures de branchages grossiers, épandus en plein mécaniquement, sont très efficaces pour une cicatrisation rapide des zones fortement dégradées. Elles ont aussi un fort effet dissuasif contre le piétinement.

Les couvertures planes de branchages fins, s'intègrent mieux dans le paysage. Cette technique s'impose lorsqu'une plantation ultérieure est prévue. Les végétaux couramment utilisés sont le Genêt à balais (*Cytisus scoparius*) et la bruyère à balais (*Erica scoparia*) prélevés dans les forêts locales.

Des jeunes pins de " dépressage ", comme ici à Seignosse, peuvent aussi être utilisés, à condition de choisir des tiges suffisamment ramifiées.

Les couvertures trop épaisses sont à éviter car elles favorisent le développement de plantes rudérales qui banalisent la flore. Les apports de terre peuvent aussi durablement transformer le milieu en introduisant des espèces incongrues, voire des " pestes végétales ", telles que le Baccharis.

L'entretien régulier des dunes permet un bon développement des végétaux spontanés, c'est pourquoi le recours aux plantations est de moins en moins fréquent.

Ce n'est que pour des grosses restaurations, après manque d'entretien prolongé, que les **plantations** sont nécessaires.

L'Oyat est alors l'espèce la plus utilisée, presque toujours par multiplication végétative. Les boutures sont prélevées dans la nature, à proximité du chantier. Les " toufettes " d'Oyat sont plantées en période hivernale, le plus souvent en quinconces et espacées de 50 à 80 cm.

Les situations les plus favorables à ces plantations sont les zones de transit sableux des versants externes de cordons de dune blanche.

En pied de versant, le Chiendent des sables est mieux adapté que l'Oyat grâce à sa plus grande tolérance à la salinité. On peut aussi le planter, mais ce n'est pas toujours nécessaire. Pendant les phases de répit de l'érosion marine, de légers travaux de couverture, et surtout des clôtures évitant le piétinement, peuvent suffire pour que se reconstituent des banquette à Chiendent des sables.

D'autres végétaux peuvent aussi être plantés ou semés. A Seignosse, des essais ont confirmé les capacités de reprise des plantations d'Armoise. Par ailleurs, des semis d'Immortelles ont été réalisés avec succès. Cependant ces pratiques sont peu répandues...

L'efficacité des travaux de contrôle est d'autant plus grande que l'action est proche de l'origine des perturbations. C'est sur le versant externe des dunes bordières, côté plage qu'il faut agir en priorité.

Cette action frontale se répercute rapidement vers l'arrière où l'on pourra réduire les interventions, pour laisser se développer des formes libres de moindre résistance aérodynamique, dunes en traînées et dunes paraboliques dont la végétation naturelle assure un contrôle satisfaisant.

La mise en oeuvre des travaux de contrôle doit être modulée selon les conditions locales. La dynamique marine observée, et potentielle, est un indicateur clé des choix d'action.

En phase d'érosion marine, la résistance frontale est vouée à l'échec, on ne peut alors que ralentir la progression des sables pour limiter la déstabilisation des dunes grises.
C'est pendant les **phases de répit de l'érosion marine** que l'on peut efficacement retenir le sable près de sa source et préparer le cordon à mieux résister aux assauts ultérieurs.

L'action est également modulée selon la vocation du secteur dans l'aménagement du territoire.

Dans les **zones de fort accueil touristique** par exemple, les travaux de contrôle doivent être renforcés et complétés par des équipements qui concilient protection du milieu, qualité de l'accueil et sécurité des usagers.

Ces aménagements ne sont pleinement efficaces que s'ils sont régulièrement entretenus et complétés par surveillance assidue et information.

Sur la côte Nord et centre du Portugal, de nombreux facteurs naturels, socio-économiques et politiques entraînent une approche différente des pratiques de gestion :
- La propriété publique y est minoritaire, et dans les forêts publiques, la gestion du cordon littoral non boisé dépend de deux services, Direction Générale des Forêts et Institut de l'Eau,
- Le degré d'urbanisation est très élevé,
- L'érosion marine est également très forte, ce qui conduit à la construction de nombreux ouvrages de défense dure, tels que murs longitudinaux et épis.

La grande diversité d'acteurs, l'organisation administrative complexe et la très forte pression urbaine (tourisme, industrie, stations d'épuration…) rendent difficile l'élaboration et la mise en œuvre d'une gestion durable des dunes littorales qui subissent de fortes dégradations.

Cependant, des mesures conservatoires sont envisagées dans le cadre des Plans d'aménagement des zones côtières...(POOC)

Par ailleurs, la Direction Générale des Forêts prépare un Manuel de gestion des systèmes forestiers dunaires dont l'un des buts est de protéger les dunes littorales. Ces mesures auront des répercussions rapides sur le secteur côtier de Aveiro à Marinha-Grande à forte densité de forêts publiques.

L'Institut de la Conservation de la nature protège des réserves naturelles. Ces espaces protégés sont de faible extension sur cette partie de côte qui comprend l' "Aire de Paysage Protégé " de Esposende et la Réserve de S. Jacinto.

Diverses initiatives locale de protection sont également prises par les Directions régionales de l'Environnement et les municipalités…

Il faut souligner l'action très positive d'information et de sensibilisation du public menée par le Parc Biologique de Vila nova de Gaia en matière de conservation des milieux dunaires, ainsi que les recherches appliquées menées par les Universités, notamment dans le cadre du programme Life de « démonstration de gestion intégrée de la zone côtière ».

9 - Enseignements généralisables, recommandations pour une gestion durable des littoraux dunaires atlantiques

Les réflexions et les travaux menés dans les deux pays apportent des enseignements pour une gestion durable des littoraux dunaires en Europe.

Les côtes meubles à plages et dunes sont par nature des systèmes mobiles, pour continuer à bénéficier des services qu'elles rendent, il faut aussi accepter leurs fluctuations qui, dans une vision à court terme, sont trop souvent considérées, seulement, comme des menaces. Ce choix n'exclut pas un usage économique raisonné, mais il doit être accompagné de sérieuses précautions.

Toute intervention localisée est à replacer dans un contexte d'espace et de temps plus large. Pour tenir compte de l'interdépendance entre zones en érosion et zones en accrétion et des liaisons entre plages et dunes, il est nécessaire de raisonner au niveau d' unités cohérentes, les « cellules sédimentaires ». La réflexion doit aussi être menée sur une durée suffisante pour intégrer, à la fois, les grandes tendances évolutives et les événements brutaux de courte durée au cours desquels se déroulement parfois les évolutions principales.

La constitution de réseaux de suivi permanent et interdisciplinaire est souhaitable pour prendre en compte la complexité des systèmes littoraux et guider les choix sectoriels. Les cartographies successives du relief et des groupements végétaux constituent un des outils de ce suivi.

Lorsque des interventions sur les dunes sont décidées, on donnera la priorité aux techniques souples qui interfèrent le moins possible dans le déroulement des processus naturels. Cela implique par exemple le maintien des échanges sédimentaires entre plages et dunes, le choix d'entretiens réguliers des dunes plutôt que les grosses restaurations en situation de crise, l'acceptation d'un certain degré de mobilité sur une largeur suffisante…

Sur les côtes très urbanisées, la lutte directe contre l'érosion marine est souvent jugée inévitable. Les défenses dures, telles que enrochements et épis, ont alors un impact irréversible sur les tronçons adjacents. C'est le cas de la côte Nord-Ouest du Portugal, où des séries d'épis ont provoqué une accélération du recul et une perte de sédiment sur les plages situées au sud de ces ouvrages.
Le rechargement des plages peut être une alternative intéressante sur les côtes peu exposées, ce qui n'est pas le cas des côtes très énergétiques du Nord-Ouest portugais. La méthode qui consiste à prendre le sable en bas de plage pour construire une cordon artificiel, qui fonctionnerait comme une digue, n'est pas adaptée. En effet ce n'est qu'un sable de rechargement provenant d'une source externe qui peut améliorer le budget sédimentaire local.

Le coût des interventions est aussi à prendre en compte et à rapprocher de leur intérêt général. Le prix des défenses peut ainsi s'avérer plus élevé que la valeur des équipements défendus.

Les dunes littorales et les plages qui les précèdent, constituent de précieux éléments du patrimoine naturel collectif, qu'il faut éviter de dénaturer, par l'introduction de végétaux exogènes, par des reboisements excessifs de dunes grises, par des nettoyages mécaniques trop systématiques des plages…

Pour que les dunes littorales jouent de façon optimale un maximum de fonctions complémentaires, une frange terrestre non urbanisée suffisamment large doit leur être réservée. Elles ne seront plus alors considérées comme un " risque " mais comme une interface souple de protection.

Ces recommandations ne seront effectivement prises en compte que si les élus territoriaux, les scientifiques, les gestionnaires techniques et les associations unissent leurs efforts.

ANNEXE 3

TEXTE DE LA VERSION PORTUGAISE DU FILM VIDÉO

"GESTÃO INTEGRADA DAS DUNAS LITORAIS ATLÂNTICAS, SUDOESTE FRANCÊS, CENTRO E NOROESTE PORTUGUÊS"

LIFE 95 – TEXTO DO VÍDEO "GESTÃO INTEGRADA DAS DUNAS LITORAIS ATLÂNTICAS SUDOESTE FRANCÊS – CENTRO E NOROESTE PORTUGUÊS"

INTRODUÇÃO

A fachada atlântica da Europa é rica em costas arenosas bordejadas por praias e dunas, de carácter selvagem e atractivo. Porém, vítima do seu sucesso, esta orla de transição entre continente e oceano é, muitas vezes, ameaçada pela pressão turística e urbana. Quais são os princípios e práticas de gestão que podem assegurar um equilíbrio duradouro entre a satisfação das expectativas sociais e a conservação deste recurso que permitam responder àquelas?

Com o apoio do Programa Life, foram efectuados estudos e trabalhos de demonstração na costa atlântica francesa, nomeadamente em Seignosse e Tarnos, na Aquitânia. A participação de geólogos e silvicultores portugueses permitiu alargar a reflexão e estabelecer um paralelismo entre dois grandes sistemas dunares europeus, situados no Sudoeste de França e ao longo da costa Centro e Noroeste de Portugal.

A análise destes grandes sistemas ajuda-nos a compreender os factores naturais e humanos que estão na origem das paisagens actuais e permite-nos propor princípios de utilização racional para as dunas costeiras atlânticas.

1. Estes dois grandes sistemas dunares apresentam numerosos caracteres comuns ...

Estendem-se ambos ao longo duma costa de orientação Norte-Sul, aberta sobre o oceano, com grandes amplitudes de maré e forte energia das ondas.

Em França, nos 230 km de fachada marítima da vasta planície das Landes, só a bacia de Arcachon interrompe o sistema de dunas litorais da Aquitânia, que tem uma largura de 2 a 10 km.

Em Portugal, o grande sistema dunar central compreende duas unidades,separadas pelo cabo Mondego:
a costa que inclui a laguna de Aveiro, ao longo de 100 km entre Espinho e o Cabo Mondego,
a costa de Leiria, ao longo de 60 km a sul do Cabo Mondego.
Este sistema central prolonga-se para norte até ao estuário do rio Minho, onde, orlando uma estreita plataforma, dunas baixas são interrompidas por afloramentos rochosas e barras de rios.

A costa Noroeste de Portugal pertence à mesma zona bioclimática que o Sudoeste francês, o chamado sector termo-atlântico, de clima ameno e relativamente pluvioso. Porém, na costa do Centro de Portugal, as tendências mediterrânicas são mais acentuadas.

2. Formação dos sistemas dunares

A formação destes sistemas dunares litorais iniciou-se há cerca de 5000 anos.
Após a última glaciação, no decurso da elevação dos oceanos até ao nível actual, o mar transportou para as praias enormes quantidades de sedimentos. Transportados pelos ventos de oeste dominantes, estes sedimentos estão na origem de várias gerações de dunas.

Na Aquitânia, sucedem-se:

- as dunas antigas (ou "dunas velhas"). A sua forma dominante é parabólica, de concavidade aberta a oeste. Ter-se-ão formado ao longo de vários períodos: de 5000 a 3400 anos e de 3000 a 2300 anos antes do período actual ... Datações recentes privilegiam a cronologia curta. Estas dunas povoaram-se espontaneamente com uma floresta mista de carvalhos e pinheiro bravo.

- as dunas modernas (ou "dunas jovens"). De forma barcanóide — crescentes de pontas viradas a leste e vertente ao vento de declive suave — desenvolveram-se sob um clima mais seco em que os trânsitos sedimentares eram elevados e pouco travados pela vegetação. Eram ainda móveis no início do séc. XIX mas a sua cronologia está ainda por elucidar. Terão estado activas a partir da Idade Média, nomeadamente durante a Pequena Idade do Gelo (do séc. XVI ao séc. XIX), período em que a mobilidade das dunas era geral na Europa.

- perto do litoral, dunas baixas precedem um cordão contínuo de origem antrópica.

Em Portugal, na costa de Aveiro, diferentes sistemas dunares compreendem, do interior para o oceano:
- dunas transversas orientadas este-oeste, formadas posteriormente a 3000 anos antes do presente; são as mais antigas,
- dunas parabólicas, de concavidade aberta a oeste, de idade compreendida entre 600 e 1200 anos antes do present a actividades humanas recentes de estabilização.

A sul do Cabo Mondego, são igualmente dominantes os alinhamentos este-oeste, mas as suas cristas são mais ondulantes e interferem com dunas parabólicas.

A norte de Espinho, os sistemas dunares são muito mais estreitos, reduzindo-se por vezes a um vestígio de duna frontal. A norte do rio Ave, dunas datadas da Pequena Idade do Gelo soterraram cemitérios medievais.

3. Resultantes de processos naturais, as paisagens dunares são também muito afectadas por actividades humanas, antigas e recentes

Em todo o lado, os homens lutaram contra a progressão das dunas que ameaçavam terrenos de cultivo e aldeias. Muitos autores relataram imagens espectaculares desses campos de dunas móveis.
Para Brémontier, em 1786: *"... Essa imensa superfície comparável a um mar furioso ... não oferece aos olhos senão uma brancura que os fere, uma perspectiva monótona, um terreno acidentado e nu, enfim, um deserto assustador"*.

A maior parte das dunas móveis foi fixada com recurso à arborização. Tanto em Portugal como em França, semeou-se a areia com sementes de pinheiro-bravo misturado com espécies psamófilas. Coberturas de ramagens ajudaram ao arranque desta primeira geração de floresta litoral.

Na Aquitânia, a arborização das dunas modernas fez-se durante a primeira metade do séc. XIX, por iniciativa do Estado, único organismo capaz de assumir uma obra dessa envergadura.

Em Portugal, uma grande parte das dunas foi igualmente fixada pelos Serviços Florestais na primeira metade do séc. XX. No entanto, algumas florestas dunares são muito mais antigas. O pinhal de Leiria, com mais de seis séculos, é uma das melhores "regiões" de pinheiro-bravo.

Ameaçados por novas incursões de areia, os repovoamentos mais a oeste foram protegidos por cordões de ramagens e paliçadas em madeira que estão na origem de um cordão de protecção volumoso e contínuo – a duna de ripado.

A duna litoral resulta da acção conjugada do homem e dos elementos naturais.

A jovem floresta dunar alterou profundamente paisagens e modos de vida ancestrais.

A pastorícia desapareceu e da florestação nasceram novas actividades — é o caso da resinagem. Na Aquitânia, depois do seu apogeu durante a primeira metade do séc. XX, a resinagem diminuiu fortemente nos anos 60, quase desaparecendo em seguida. Em Portugal continua a fazer-se a exploração da resina.

Na costa portuguesa, de forte tradição agrícola, subsistem culturas a sotavento da duna frontal (legumes, vinha,...), em parcelas em forma de gamela, as *masseiras*.
Na região de Aveiro continua a praticar-se um modo de pesca original – a arte da xávega.

O período histórico recente é caracterizado por um forte desenvolvimento turístico. A expansão urbana, com frequência ligada ao turismo, transforma profundamente as paisagens litorais, cujo frágil equilíbrio pode ser quebrado.

Actualmente, a duna arborizada está duradouramente protegida da erosão do vento, enquanto a duna litoral mantém uma certa mobilidade, continuamente reavivada pelo vento e pelo mar. É esta estreita faixa, de menos de 1 km de largura, que sofre as pressões mais fortes.

Para se fazerem opções esclarecidas de gestão, há que conhecer primeiramente a ecologia e as tendências evolutivas das dunas litorais.

4. A duna nasce da praia com a cumplicidade do vento

Para que se formem as dunas é preciso que exista um volume importante de areia suficientemente fina para ser transportada pelo vento.
A agitação do **mar**, iniciada pelo vento, tem um papel decisivo. As vagas e as correntes transportam para a praia areias provenientes da plataforma continental e das arribas das dunas em recuo.

Os **ventos** dominantes, principalmente de oeste, transportam parte desses sedimentos para terra. Ao travar a velocidade do vento, a **vegetação** ajuda na formação das dunas. Espécies especializadas provocam acumulações, por se adaptarem bem às difíceis condições de vida desse meio ambiente: enraizamento profundo, cutícula espessa, forte pilosidade ...

5. Análise dos diferentes (fácies) ecótopos

A morfologia e o grau de mobilidade das dunas dependem da natureza e da quantidade de sedimento disponível, da direcção e da força dos ventos e da capacidade da vegetação de colonizar a areia móvel.

A análise dos ecótopos (fácies) — unidades elementares da paisagem, caracterizados ao mesmo tempo por uma forma, uma comunidade vegetal e um processo dinâmico particulares — informa-nos sobre as alterações em curso, mas também sobre as condições passadas e as evoluções previsíveis.

A praia-alta só pode ser colonizada por algumas plantas anuais capazes de resistir a uma salinidade muito forte. Esta vegetação é com frequência empobrecida pelo pisoteio estival e pelas limpezas mecânicas intensivas. Determinadas espécies quase desapareceram, como a muito rara *Euphorbia peplis* (maleiteira-das-areias), de que se encontraram alguns exemplares em Tarnos, no sul landês.

No limite interno da praia-alta, surgem as primeiras formações terrestres. No seu estádio inicial apresentam-se sob a forma de **banquetas** baixas recobertas de feno-das-areias, (*Elymus farctus*) que resiste bem à salinidade. Se as contribuições de areia forem importantes, a banqueta torna-se mais espessa e enriquece-se de outras plantas vivazes, é a **duna embrionária**.
Na Costinha, a Praia de Mira e o Cabo Mondego, numa zona pouco frequentada, pôde desenvolver-se naturalmente um conjunto notável de dunas embrionárias que caracterizam uma estabilidade temporária do troço da costa.

Mais para o interior, constitui-se um **cordão de duna "branca" (a duna frontal)**, zona de forte acumulação caracterizada por um povoamento à base de estorno, ao qual, na Aquitânia, se chama "gourbet". É a planta psamófila (amiga das areias) mais espalhada nas dunas atlânticas da Europa.

Sujeitas a constantes transformações, a novas alimentações de areia, à erosão marinha, à remodelação eólica ... As dunas embrionárias e as dunas frontais, também chamadas de dunas brancas, são por natureza móveis. O vento carregado de salsugem e de areia impõe condições de vida muito selectivas que esbatem as diferenças ecológicas regionais.
No entanto, em Portugal o volume das dunas frontais é menor do que na Aquitânia. Tal facto deve-se simultaneamente a uma intervenção humana menos acentuada, a um volume de areia em trânsito mais reduzido e a uma influência mais marcada dos ventos norte (*nortada*).

Ao abrigo da duna frontal do cordão de duna branca, a mobilidade atenua-se e penetramos progressivamente na **duna interior semi-fixa e em seguida na duna fixa.**

À medida que nos afastamos da linha de costa, exprimem-se mais claramente caracteres ecológicos próprios de cada sector geográfico.

Na costa portuguesa, a granza-da-praia, (*Crucianella maritima L)* de afinidade mediterrânica, caracteriza bem a transição entre a duna móvel e a duna fixada.

Na costa da Aquitânia, na duna semi-fixa deparamos com frequência com uma cobertura baixa de plantas herbáceas (festucas e *Galium arenarium*).
Cada uma destas regiões distingue-se pela presença de espécies vegetais **endémicas** tais como a linária-de-folhas-de-tomilho ... o astrágalo-de-Baiona (*Astragalus baionensis*) na costa da Aquitânia ... e as bocas-de-lobo (*Antirrhinum majus*) em Portugal.

A duna fixa está totalmente recoberta por um tapete vegetal, rico mosaico de plantas vasculares, musgos e líquenes. Chama-se **duna cinzenta** devido à cor dominante dos vegetais, mas também à cor do solo, mais húmico do que o da duna branca.

Na Aquitânia, o agrupamento vegetal de perpétuas (*Helichrysum stoechas*) é característico da duna cinzenta.
Em Portugal encontramos outra espécie – a perpétua-das-areias (*Helichrysum italicum).*

Por vezes de grande extensão, como em Tarnos, as dunas cinzentas apresentam com frequência uma superfície reduzida.

Na Aquitânia, as depressões interdunares chamam-se “lettes”.

Na costa portuguesa, entre o Furadouro e a Tocha, encontramos um tipo original de depressão fechada, semicircular, que ocupa a concavidade das dunas parabólicas. Os fósseis de bivalves aí presentes correspondem a praias anteriores à implantação das dunas.

Para o interior, a vegetação herbácea da duna cinzenta enriquece-se com espécies lenhosas — é a **duna fixa com matagais pré-florestais**, antecedendo a **orla florestal.**

A sul da laguna de Aveiro, a duna cinzenta caracteriza-se por uma formação vegetal endémica de Camarinha (*Corema album*).
Na Aquitânia encontramos também orlas arbustivas endémicas, tais como as de sargaço (*Cistus salvifolius*) e sobreiro (*Quercus suber*) do Sul landês.

A composição dos agrupamentos vegetais, associada a uma forma particular, informa-nos sobre a dinâmica em curso. Por exemplo, jovens pés de perpétuas que se instalam entre tufos de estorno pouco vigorosos indicam uma tendência para a **estabilização das areias**, como aqui em Seignosse, onde, por beneficiar dos trabalhos de fixação realizados na na frente da duna frontal, o talude interno se recoloniza naturalmente.

Inversamente, quando uma população de estorno ou de vegetais da duna branca, como o eufórbio aqui em Tarnos, se desenvolve à custa da duna cinzenta, há **desestabilização**.

A madorneira é um bom indicador dos movimentos de areia. Nas fases de remobilização, as formações de madorneira passam a campos com bossas muito características.

6. Para compreender o funcionamento das dunas litorais, é preciso necessariamente ligá-las às praias que as precedem

A duna nasce da praia, a praia pode também realimentar-se na duna. Entre praia e duna efectuam-se trocas constantes de sedimentos.
Ocorrem mudanças anuais sazonais.

No Inverno, as fortes vagas destroem a berma e a base da duna e transferem os sedimentos para a praia submersa.

Na costa portuguesa, a duna frontal é frequentemente rompida por galgamentos do mar, espalhando-se os sedimentos marinhos para o interior sob a forma de leques.

No Verão, a berma reconstitui-se e a base da duna recarrega-se.

Conjuntamente a estes movimentos transversais, importantes volumes de areias são transportados ao longo das costas pela **deriva litoral**, fluxo de sedimentos cujo transporte resulta da incidência oblíqua das vagas.

Dos constantes reajustamentos entre energia e matéria resultam **diferentes morfologias de praia e de base da duna**. A interpretação dessas formas e o seu acompanhamento ao longo do tempo, podem ajudar a compreender os processos em curso e os previsíveis.

As praias de regueiras do tipo Centro e Sul landês são constituídas por uma sucessão de bancos e depressões orientadas paralelamente ou obliquamente à praia segundo a direcção das vagas. Os bancos são construídos pelas vagas que procuram o seu "perfil de equilíbrio". As regueiras são escavadas por correntes intensas, perigosas para os banhistas, sobretudo quando em maré vazante. Os sistemas de bancos-regueiras desenvolvem-se em praias de fraco declive bem alimentadas de areia.

No Sul landês, em praias de areia mais grosseira e de maior declive, desenvolvem-se cúspides - *beachcusps*. São acumulações de forma triangular cujas pontas do lado do mar (de sedimentos mais grosseiros) estão separadas por depressões (de sedimentos mais finos). Estas formas rítmicas podem encontrar-se em praias arenosas, de seixos ou mistas. A sua origem é complexa e continua em debate. Conforme os autores, aponta-se a interferência das ondas, ou ainda a interacção entre o fluxo de rebentação e a morfologia das praias.

Na costa Noroeste e Centro de Portugal existe uma grande variedade de praias.
Podem-se distinguir dois grandes conjuntos: as praias de afloramentos rochosos e seixos a norte do Porto e as praias arenosas, associadas a sistemas dunares bem desenvolvidos, principalmente a sul de Espinho.
As cúspides e as cristas de praia são frequentes nas praias de seixos como a norte de Esposende. São praias de grande energia, de declive acentuado, contra as quais as ondas quebram com um intenso jacto de rebentação.
As praias arenosas de barra-regueira são praias de energia intermédia, sendo frequentes na costa de Leiria e de Aveiro.
Em algumas zonas menos expostas existem praias de baixa energia, de fraco declive, como por exemplo a sul do rio Minho, que como todos os rios desta costa apresenta um estuário semifechado por um cabedelo.

O limite entre praia e duna não é uma linha fixa, dependendo a sua evolução do **balanço sedimentar costeiro**. A quantidade de sedimentos disponível é limitada, pois a reconstituição de novos depósitos é fraca ou nula.

Certas intervenções antrópicas provocam mudanças rápidas da posição da linha de costa. É o caso dos esporões que bloqueiam os sedimentos a montante da deriva litoral e induzem uma erosão a juzante. Outras actividades humanas são fonte de défice: os sedimentos retidos nas barragens ou a extracção de areias para construção.

O défice sedimentar tem provocado um recuo da linha de máxima preia-mar. A tendência geral de subida do nível do mar vem reforçar este fenómeno.

A areia das dunas constitui uma reserva de sedimentos susceptível de reduzir esse défice. É uma nova abordagem do papel das dunas litorais ...

7. Funções e usos das dunas litorais. Legislação do litoral

Com efeito, a maneira como as dunas litorais são consideradas pela sociedade evolui com os conhecimentos e os modos de vida. As dunas litorais constituem ao mesmo tempo um espaço de lazer, uma armadilha para areias que protege o interior, um amortecedor da erosão marinha, um conservatório de paisagens raras e originais ...

Devemos transmitir este valioso património às gerações futuras conservando-lhe a mais vasta funcionalidade possível. A conservação não exclui a sua utilização, mas impõe que se tomem

simultaneamente precauções legais e técnicas, e se incentive a tomada de consciência por parte das pessoas.

Em ambos os países, a **legislação** engloba diversas medidas de protecção dos meios litorais.

Em França, a Lei do Litoral de 1986 prevê a salvaguarda dos sítios notáveis e necessários aos equilíbrios biológicos, entre os quais se contam as dunas e as praias. Esta Lei limita também a urbanização. Por outro lado, a aquisição e gestão de terrenos por parte do Estado desempenha um grande papel. Além da protecção das florestas públicas do litoral geridas pelo Office National des Forêts, o Estado conduz uma activa política de aquisição de terrenos, graças ao Conservatoire du Littoral, instituição pública criada em 1975.

Em Portugal, um Decreto-Lei de 1983 (completado em 1990) prevê a criação duma Reserva Ecológica Nacional (REN) para preservar diversos meios naturais, entre os quais as praias e as dunas. O seu impacte prático é reduzido devido à insuficiente delimitação efectiva no terreno e ausência de gestão posterior.
Um decreto-lei de 1993 institui os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) numa "faixa litoral" que compreende o Domínio Público Marítimo e uma "zona terrestre protegida" de 500 metros. Estes planos definem a vocação dos diferentes espaços territoriais. Podem prever a conservação de ecossistemas, mas tratam principalmente da organização do acolhimento do público em período estival.
Inúmeros organismos participam na gestão da costa portuguesa:
- Instituto da Água, no Domínio Público Marítimo (DPM) que, além da praia, compreende uma "margem" terrestre de 50 m.
- A Direcção-Geral das Florestas (DGF), nas florestas públicas litorais.
- Instituto da Conservação da Natureza para diversas Reservas Naturais,
- As administrações portuárias,
- As câmaras municipais ...

As **directivas europeias** "Habitats" e "Aves" que se traduzirão numa rede de sítios "Natura 2000" geridos de maneira a preservar um conjunto de meios e de espécies de interesse comunitário vêm reforçar as legislações nacionais.

8. Gestão actual, trabalhos de controlo

Tanto em França como em Portugal, as dunas litorais estão fortemente impregnadas da acção passada do Estado — fixação das dunas por arborização, com consolidação dum cordão litoral de protecção não arborizado. Actualmente, quais são as práticas de gestão?

Na Aquitânia, a maioria das dunas é propriedade do Estado e gerida pelo Office National des Forêts. As dunas litorais não arborizadas conheceram várias fases de intervenção: a edificação do séc. XIX, a recalibragem mecânica dos anos 1960-1980 e, seguidamente, o controlo flexível exercido a partir de então.

O objectivo do controlo flexível é, ao mesmo tempo, limitar a deslocação das dunas para o interior das terras, evitar o défice sedimentar da praia e conservar a diversidade dos habitats e das espécies.

Os trabalhos de controlo dunar domesticam o vento, quer minorando a sua capacidade erosiva, quer utilizando as suas capacidades de transporte e de perfilagem aerodinâmica. As técnicas mais utilizadas, coberturas e paliçadas, reduzem ou anulam a velocidade do vento ao nível do solo.
As paliçadas, cortinas verticais permeáveis, são dispostos perpendicularmente aos ventos dominantes. Este tipo de cortinas sintéticas foi largamente utilizado pela sua leveza e custo moderado. Contudo, é preferível utilizar paliçadas à base de vegetais biodegradáveis, como as paliçadas de madeira de castanheiro. Estão em curso ensaios prometedores para aperfeiçoar paliçadas à base de fibras de coco.

As coberturas de ramagens são duma grande flexibilidade de utilização. Além da sua eficácia anti-erosiva, são favoráveis ao desenvolvimento de vegetais espontâneos por fixação de sementes, retenção da humidade e incorporação de nutrientes. Utilizam-se diversos tipos de coberturas:

<u>As coberturas de ramagens grosseiras, espalhadas mecanicamente</u> são muito eficazes para um rápido

restabelecimento de zonas fortemente degradadas. Têm também um forte efeito dissuasivo do pisoteio por parte das pessoas.

As coberturas planas de ramagens finas integram-se melhor na paisagem. Esta técnica impõe-se quando está prevista uma plantação posterior. Os vegetais habitualmente utilizados são a giesta (*Cytisius scoparius* (L.) Link) e a urze (*Erica scoparia* L.) recolhidas nas florestas das redondezas.

Podem também utilizar-se pinheiros jovens provenientes de limpezas de pinhais, como em Seignosse, desde que se escolham caules suficientemente ramificados.

Devem evitar-se as coberturas demasiado espessas, pois favorecem o desenvolvimento de plantas oportunistas que banalizam a flora. Os aterros podem também transformar definitivamente o meio ao introduzir espécies desajustadas, ou mesmo "pestes vegetais", como a Baccharis (*Baccharis halimifolia*).

A manutenção regular das dunas permite um bom desenvolvimento das plantas espontâneas, pelo que se recorre cada vez menos às plantações.

As **plantações** são necessárias apenas para grandes restaurações de dunas, após uma ausência prolongada de manutenção.

O estorno é então a espécie mais utilizada, quase sempre por multiplicação vegetativa. Os pés de estorno são colhidos na natureza, na proximidade do local de plantação. São transplantados no período invernal, a maior parte das vezes em quinquôncio e espaçados de 50 a 80 cm.

As situações mais favoráveis para estas plantações são as zonas com mobilidade de areia das vertentes externas das dunas frontais (dos cordões de duna branca).

No base da vertente externa, o feno-das-areias está melhor adaptado que o estorno graças à sua maior tolerância à salinidade. Também pode ser plantado, mas nem sempre é necessário. Durante as fases de pausa da erosão marinha, podem ser suficientes trabalhos ligeiros de cobertura e sobretudo cercas que impeçam o pisoteio, para que se reconstitua espontaneamente dunas embrionárias com feno-das-areias.

Podem também plantar-se ou semear-se outros vegetais. Em Seignosse, ensaios confirmaram as capacidades de adaptação de plantações de madorneira. Por outro lado, as sementeiras de perpétuas realizadas tiveram êxito. Contudo, estas práticas estão pouco difundidas ...

A eficácia dos trabalhos de controlo é tanto maior quanto mais próxima da origem das perturbações é a acção empreendida. É na vertente externa das dunas frontais, do lado da praia, que é preciso prioritariamente agir.

Esta acção frontal repercute-se rapidamente para o interior, onde se poderão reduzir as intervenções, para que possam desenvolver-se livremente formas de menor resistência aerodinâmica, dunas em fiada (transversas) e dunas parabólicas, cujo controlo é assegurado de forma satisfatória pela vegetação natural.

A execução dos trabalhos de controlo deve ser adaptada às condições locais. A dinâmica marinha observada e potencial é um indicador-chave das opções de intervenção.

Em fase de erosão marinha a resistência frontal está destinada a falhar, não havendo mais nada a fazer senão abrandar a progressão das areias para o interior, tendo em vista limitar a desestabilização das dunas cinzentas.
Durante as **fases de pausa da erosão marinha** pode reter-se eficazmente a areia junto da sua origem e preparar o cordão para resistir melhor a posteriores ataques.

Também se pode seleccionar o tipo de intervenção consoante a vocação prevista no plano de ordenamento para o espaço em causa .

Por exemplo, nas **zonas de forte acolhimento turístico,** os trabalhos de controlo devem ser reforçados e

completados por equipamentos que conciliem a protecção do meio, a qualidade do acolhimento e a segurança dos utentes.

Estas intervenções só são plenamente eficazes se forem regularmente mantidas e complementadas por uma vigilância assídua e informação ao público.

Na costa Norte e Centro de Portugal, inúmeros factores naturais, sócio-económicos e políticos conduzem a uma abordagem diferente das práticas de gestão :
- A a propriedade pública é minoritária e nas florestas públicas a gestão do cordão litoral não arborizado depende de dois serviços, a Direcção-Geral das Florestas e o Instituto da Água,
- o grau de urbanização é muito elevado,
- Aa erosão marinha é igualmente muito forte, o que conduziu à construção de inúmeras obras pesadas de defesa, como enrocamentos e esporões.

A grande diversidade dos intervenientes, a organização administrativa complexa e a pressão urbana muito forte (turismo, indústria, estações de tratamento, etc...) tornam difícil a elaboração e a aplicação duma gestão sustentável das dunas litorais, as quais sofrem fortes degradações.

No entanto, estão previstas medidas de conservação no âmbito dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira ... (POOC)

Por outro lado, a Direcção-Geral das Florestas prepara um Manual de Gestão dos sistemas florestais dunares, sendo um dos seus objectivos proteger as dunas litorais. Estas medidas terão repercussões rápidas no sector costeiro de Esmoriz à Nazaré, de forte ocupação por florestas públicas, actualmente geridas pelas Direcções de Serviços das Florestas das Direcções Regionais de Agricultura.

O Instituto da Conservação da Natureza gere Áreas Protegidas, que são de fraca extensão nesta parte da costa, incluindo apenas a Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende e a Reserva Natural das Dunas de São Jacinto.

As Direcções Regionais do Ambiente e as Câmaras Municipais tomaram também diversas iniciativas locais de protecção ...

Devemos destacar a acção de informação e sensibilização do público muito positiva, conduzida pelo Parque Biológico de Vila Nova de Gaia, em matéria de conservação dos sistemas dunares, bem como as investigações aplicadas conduzidas pelas universidades, nomeadamente no âmbito do Programa Life, de “demonstração de gestão integrada da zona costeira”.

9. Ensinamentos generalizáveis, recomendações para uma gestão sustentável dos litorais dunares atlânticos

As reflexões e os trabalhos conduzidos em França e em Portugal fornecem ensinamentos para uma gestão sustentável dos litorais dunares na Europa.

As costas de praias e dunas são por natureza sistemas móveis. Para continuarmos a beneficiar dos serviços que prestam, é preciso aceitar a sua instabilidade que, numa perspectiva imediatista, é muitas vezes considerada apenas como ameaça. Esta escolha não exclui uma utilização económica racional, mas esta deve ser acompanhada de sérias precauções.

Qualquer intervenção localizada deve ser situada num contexto de espaço e tempo mais largo. Para se ter em conta a interdependência entre zonas em erosão e zonas em acreção e as ligações entre praias e dunas é necessário pensar a nível de unidades coerentes — as “células sedimentares”. A reflexão deve também ter em consideração o tempo suficiente para integrar simultaneamente as grandes tendências evolutivas e os acontecimentos catastróficos de curta duração, durante os quais se desenvolvem por vezes as principais modificações na paisagem.

Para se ter em conta a complexidade dos sistemas litorais e guiar as escolhas sectoriais devem constituir-se redes interdisciplinares de acompanhamento permanente. A cartografia periódica das formas e das formações vegetais é um dos instrumentos desse acompanhamento.

Quando se decidem intervenções nas dunas, dar-se-á prioridade às técnicas flexíveis que interfiram o menos possível com o desenrolar dos processos naturais, o que implica, por exemplo, que se mantenham as trocas sedimentares entre praias e dunas, que se escolha a manutenção regular das dunas em vez de grandes restaurações em situação de crise, que se aceite um certo grau de mobilidade numa largura suficiente ...

Nas costas muito urbanizadas, a luta directa contra a erosão marinha é muitas vezes considerada inevitável. As defesas pesadas, como os enrocamentos e os esporões, têm então um impacte irreversível nos troços adjacentes. É o caso da costa Noroeste de Portugal, onde séries de esporões provocaram uma aceleração do recuo da costa e uma perda de sedimentos nas praias situadas a sul dessas obras.
A recarga artificial das praias pode ser uma alternativa interessante nas costas pouco expostas, o que não é o caso das costas muito energéticas do Noroeste português. O método que consiste em transferir areia da face da praia para se construir um cordão artificial, que funcionaria como um dique, não é adaptado. Com efeito, só a areia de recarga proveniente duma fonte externa poderá melhorar o balanço sedimentar local.

Deve também ter-se em conta o custo das intervenções, aproximando-o do interesse geral destas. O preço das defesas pesadas pode assim revelar-se mais elevado do que o valor dos equipamentos defendidos.

As dunas litorais e as praias que as precedem constituem preciosos elementos do património colectivo havendo que evitar artificializar com a introdução de espécies exóticas, arborizações excessivas em dunas cinzentas, limpezas mecânicas demasiado frequentes das praias ...

Para que as dunas litorais desempenhem da melhor maneira um máximo de funções complementares, deve ser-lhes reservada uma orla terrestre não urbanizada suficientemente larga. Então, deixarão de ser consideradas como um “risco” e tornar-se-ão um interface flexível de protecção.

Estas recomendações só serão efectivamente tidas em consideração se os representantes políticos democraticamente eleitos, os investigadores, os gestores técnicos e as organizações não-governamentais unirem os seus esforços.

ANNEXE 4

LISTE DES ÉTUDES RÉALISÉES SUR LES DIFFÉRENTS SITES PILOTES DU PROJET LIFE-ENVIRONNEMENT 95

SITE DES COMBOTS D'ANSOINE
SITE DE QUIBERON-PLOUHARNEL
SITE DE SEIGNOSSE
SITE DE TARNOS

Life-Environnement 95

«RÉHABILITATION ET GESTION DURABLE DE QUATRE DUNES FRANÇAISES»

ETUDES RÉALISÉES

Chantier pilote des Combots d'Ansoine (Charente-Maritime)

Réflexion sur la mise en oeuvre de scénarios sylvicoles dans le cadre du programme Life 95. (1995). 16 pages.
Etude de M. Wedlarski et T. Hannocq (Ingénieurs forestiers – Service vert et Stagiaire).

Typologie des sols de la forêt des Combots d'Ansoine. (août 1996). 64 pages.
E. Ferland (Etudiant de 2ème année de MST « Géotechnologie environnementale de l'Université de Poitiers).

Morphologie dunaire de la forêt des Combots d'Ansoine. (novembre 1997). 43 pages.
Rapport de stage de E. Decoudras (Diplôme de 3e cycle de cartographie, Université de Montpellier).

Domaine des Combots d'Ansoine. Révision d'aménagement (1997-2006). 66 pages et annexe.
ONF Direction Régionale de Poitou Charentes, C. Micheneau.

Etude entomologique de la forêt des Combots d'Ansoine. (janvier 1999). 59 pages.
O.P.I.E. (Office Pour l'Information eco-Entomologique) de Poitou Charentes.

Pré-inventaire orthoptérique des Combots d'Ansoine (Charente-Maritime) et orientation de gestion (janvier 1999). 44 pages.
B. Defaut (étude jointe à la précédente de l'OPIE).

Inventaire faunistique en forêt des Combots d'Ansoine. (juin 1999). 35 pages.
J.M. Thirion (SEPRONAS : Société pour l'Etude et la PROtection de la Nature en Aunis et Saintonge)

Inventaire floristique de la forêt des Combots d'Ansoine (juin 1999). 31 pages.
C. Lahondère (Société Botanique du Centre-Ouest).

Botanique, écologie et dynamique des chênaies aux Combots d'Ansoine. (janvier - août 1999). 132 pages.
A. Hubert (stage de fin d'étude. FIF ENGREF).

Mise au point de nouvelles techniques de gestion de la forêt littorale : utiliser les feuillus plutôt que les combattre. (septembre 1999). 4 pages.
P. Jarret (Extrait du bulletin d'information de la STIR Ouest ONF).

Gestion durable d'une forêt littorale de Pin maritime et de Chênes. (juin 2000). 92 pages.
S. Madelaine (Stage de fin d'étude. FIF ENGREF).

Morphogenèse des systèmes dunaires des Combots d'Ansoine : essai d'interprétation (décembre 2000). 51 pages.
G. Estève (Nature Environnement Charente Maritime)

Chantier pilote de Quiberon - Plouharnel (Morbihan, Sud Bretagne)

Etude morphodynamique pour la gestion des dunes de Quiberon (littoral occidental de la commune de Plouharnel). (1997). 2 volumes, 152 pages + annexes.
Mémoire de maîtrise de géographie de S. Corlay (Université de Bretagne Occidentale).

Etude morphologique comparative de *Rosa pimpinellifolia* dans deux milieux : la dune grise et la dune boisée. (juillet 1998). 15 pages
F. Rozé, F. Dubeau, S. Lemauviel (Université de Rennes I).

Etude de l'impact du piétinement sur la dune grise de Quiberon (juillet 1998). 12 pages.
F. Rozé, F. Dubeau, S. Lemauviel (Université de Rennes I).

Etude paysagère des dunes domaniales de Plouharnel-Quiberon : Pour une réhabilitation entre accueil du public et protection du milieu naturel (septembre 1998). 65 pages + annexes.
Mémoire de fin d'études de S. Bachelet (Ecole Nationale des Ingénieurs des Techniques de l'Horticulture et du Paysage).

Suivi de la dynamique des dunes domaniales de Plouharnel. Profils topographique, traceurs fluorescents en 1997/1998. (octobre 1998). 11 pages.
B. Halleouget & C. Yoni (Université de Brest).

Etude écologique des clairières de pinèdes plantées sur dunes le long du littoral atlantique français. 1998. 18 pages.
F. Rozé, S. Lemauviel (Université de Rennes I).

Projet d'aménagement des dunes domaniales de Quiberon-Plouharnel (septembre 1999). 25 pages et annexes.
Office national des Forêts (L. Gouguet, Bureau d'Etudes à Nantes).

Les dunes grises des côtes atlantiques : fonctionnement, dynamique potentielle, principes de gestion conservatoire et processus de restauration (2000)
S. Lemauviel (thèse d'université de Rennes I).

Ecologie de la restauration de la dune domaniale de Quiberon à Plouharnel : bilan de 5 années d'études (juillet 2001). 56 pages.
F. Rozé, S. Lemauviel (Université de Rennes 1).

Dunes domaniales de Quiberon-Plouharnel. Révision d'aménagement forestier (plan de gestion pour la période 2001 – 2020.
Office national des Forêts (Service Interdépartemental de Quimper).

Chantier pilote de Seignosse (Sud des Landes)

Etude de fréquentation, Seignosse le Penon (août 1996). 43 pages + annexes.
G. Brigaud (Maîtrise de Sciences et Techniques. Institut d'aménagement, Université de Bordeaux 3).

Analyse de la végétation et de la flore de la dune et de la forêt de Seignosse le Penon avec implantation de transects fixes, de relevés pour l'initialisation d'un suivi (décembre 1996). 82 pages et cartes.
M.H. Duffaud sous la direction de P. Richard, Conservateur du Jardin Botanique de Bordeaux

Etude préliminaire des mousses et des lichens en milieu dunaire : Seignosse et Tarnos (juin 1997). 27 pages et annexes.
R. Jun (Mémoire IUT de Biologie appliquée, Université de Toulon).

La prise en compte des mousses et des lichens dans la gestion des dunes (juillet 1999). 60 pages.
R. Jun (M.S.T. d'Aménagement, Université de Bordeaux 3).

Site de Seignosse. Bilan techniques, paysager et écologique, deux ans après travaux (novembre 2000)
D. Rosebery, Naturaliste ONF, titulaire d'un DESS.

Aménagement des accès aux plages surveillées, commune de Seignosse (janvier 1999). 28 pages + annexes.
Bureau d'Etudes ONF Aquitaine.

Le littoral sud-landais : environnement et développement durable (1999). 150 pages + annexes (cartes écodynamiques de Seignosse et de Tarnos)
J.N. Salomon et M.C. Prat (Université de Bordeaux 3, Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée).

Données entomologiques sur les plages et les dunes de Seignosse et de Tarnos. (avril 2000). 138 pages.
P. Dauphin et H. Thomas (Société Linnéenne de Bordeaux).

Etude du milieu et mesures de gestion. Site de Seignosse le Penon. (novembre 2000). 56 pages
ONF (Division de Dax et Mission Littoral).

Chantier pilote de Tarnos (Sud des Landes)

Contribution à l'étude de la végétation de la dune de Tarnos (1997).
Mémoire de maîtrise présenté par D. Rosebery (Université de Bordeaux).

Protection de l'environnement et développement touristique sur le littoral aquitain : le cas de Tarnos, petite ville industrielle (mars 1997). 120 pages + annexe.
Mémoire présenté par R. Menseau (Maîtrise de Sciences et Techniques : Territoires, Aménagement, Développement. Université de Toulouse).

Etude préliminaire des mousses et des lichens en milieu dunaire : Seignosse et Tarnos (juin 1997). 27 pages.
Mémoire présenté par R. Jun (IUT de Biologie appliquée, Université de Toulon).

Etude de la végétation des dunes de Tarnos. (1997). 30 pages + annexe.
A. Lartigue (Centre d'Etude et de Conservation des Ressources Végétales).

Dynamique de la végétation du littoral dunaire de Tarnos, Landes. (1998). 29 pages + annexes.
A. Lartigue sous la direction de J.J. Lazare du Centre d'Etude et de Conservation des Ressources Végétales.

Le littoral sud-landais : environnement et développement durable (1999). 150 pages + annexes (cartes écodynamiques de Seignosse et de Tarnos)
J.N. Salomon et M.C. Prat (Université de Bordeaux 3, Travaux du Laboratoire de Géographie Physique Appliquée).

La prise en compte des mousses et des lichens dans la gestion des dunes (juillet 1999). 59 pages.
Mémoire présenté par R. Jun (Maîtrise de Sciences et Techniques. Institut d'aménagement, Université de Bordeaux 3).

Le mystérieux animal aux flancs bleus de la forêt de Nartos. Approche sensible du paysage. Site de Tarnos. (1999). 17 pages.
Office national des Forêts (A. Ferrer et E. Coeugnet, Bureau d'Etudes à Dax).

Pré-plan de gestion. Terrain du Conservatoire du Littoral. Site de Tarnos. (1999). 18 pages + annexes.
ONF. Division de Dax.

Données entomologiques sur les plages et les dunes de Seignosse et de Tarnos. (avril 2000). 138 pages.
P. Dauphin et H. Thomas (Société Linnéenne de Bordeaux).

Suivi du lézard ocellé (*Lacerta lepida*). Commune de Tarnos, Landes. (juillet 2000). 7 pages.
Office national des Forêts (A. Ferrer et E. Coeugnet, Bureau d'Etudes à Dax).

Inventaire des chiroptères de la zone du Métro à Tarnos, Landes (décembre 2000). 20 pages.
J.P. Urcun (Association Organbidexka Col Libre).

F Secteur littoral de Tarnos sud. Schéma d'intention. Quel devenir pour la dune sud de Tarnos ? (2000). 7 pages + 2 cartes.
ONF. Bureau d'Etudes de Dax.

Suivi de la dynamique de la végétation dunaire de Tarnos (Landes) par la mise en place de quadrats permanents (juin 2001). 21 pages.
J.J. Lazarre du Centre d'Etude et de Conservation des Ressources Végétales.

La gestion des déchets sur la dune landaise. Rapport final (2001). 11 pages.
ONF. Division de Dax.

Divers

Ecodinâmica do segmento costeiro, Torreira-sul (Aveiro).
Mastère de Ana Maria Coreia de Almeida, Université du Minho (nord Portugal) 2000, 131 pages et annexes.
Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une collaboration France/portugal autour des sites pilotes de Seignosse et Tarnos.