

# LA PLACETTE D'OBSERVATION RENECOFOR EN FORÊT DE LOSSE (PM 40c)

Période d'observation 1992-2001

## 1. Situation de la placette

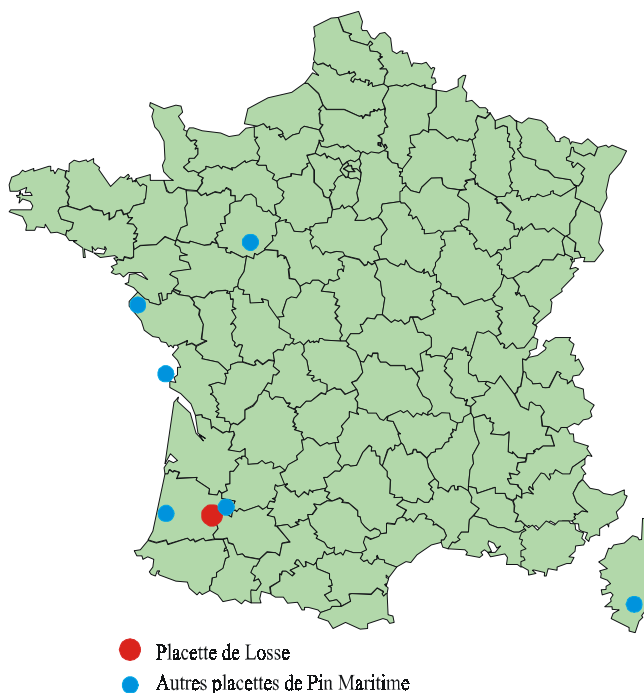
La placette PM 40c est située dans les Landes, en forêt communale de Losse sur un terrain plat. Cette zone atlantique, située à 150 m d'altitude, appartient à la région IFN<sup>1</sup> du Plateau Landais (landes humides).

## 2. Description du peuplement

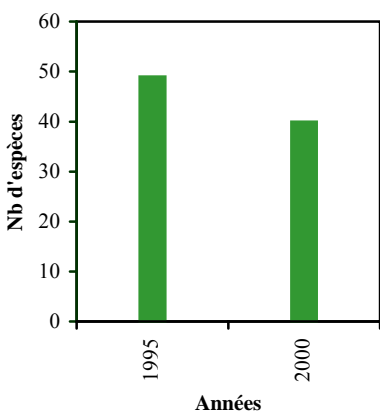
Cette futaie régulière est composée d'un peuplement pur de pin maritime (*Pinus pinaster*). Elle est âgée de 22 ans (âge moyen à 1,3 m du sol, en 2002) et est issue de semis en ligne.

## 3. La station

Du point de vue phytosociologique le peuplement se rattache au *Ericenion ciliar-tetralicis*. L'inventaire floristique réalisé en 1994/95 recense 49 espèces, dont 42 dans la strate herbacée. En 2000, seulement 40 espèces ont été observées. La diversité floristique totale de la placette est la plus importante des trois placettes de pin maritime des Landes.



### Evolution de la flore de 1995 à 2000

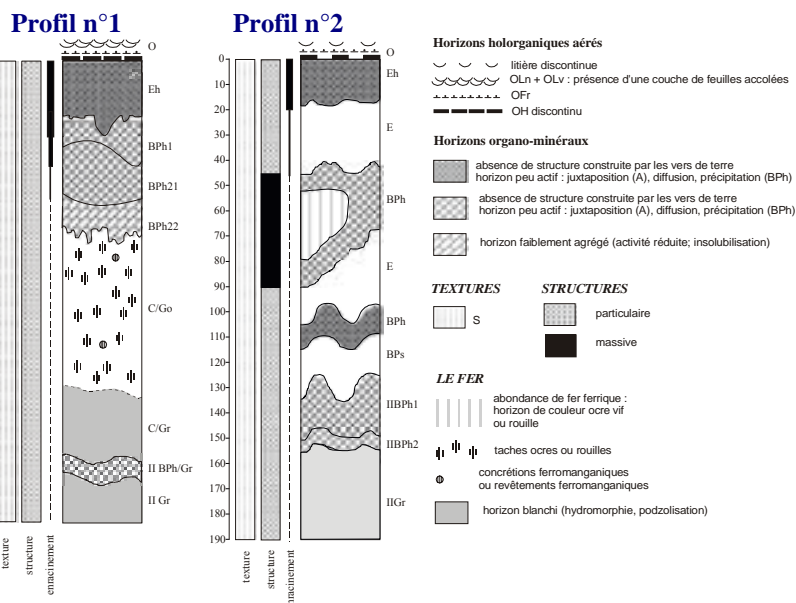


Le substrat géologique se compose de sables des Landes. Le sol se caractérise par une texture<sup>2</sup> sableuse, à sables grossiers. Le profil n°1 possède une succession d'horizons organiques (jusqu'à 70 cm) suivie d'un horizon beige parsemé d'un grand nombre de taches de réoxydation ocre-rouge et quelques concrétions ocre (jusqu'à 130 cm). Puis nous découvrons un horizon décoloré jaune pâle humide, puis un horizon organique brun foncé très humide et enfin un horizon décoloré beige foncé gorgé d'eau (jusqu'à 180 cm). Nous sommes en présence d'un podzol humique à gley (selon Duchaufour). Le profil n°2 possède un horizon humifère noir épais d'une vingtaine de centimètre, suivi d'une alternance d'horizons gris pâle et de bandes noires (jusqu'à 115 cm). Puis nous observons un horizon brun-jaune humide (jusqu'à 135 cm), puis des horizons

brun-rouge humide à très humide (jusqu'à 155 cm) et enfin un horizon décoloré gris pâle très humide (jusqu'à 190 cm). Nous sommes en présence d'un podzol humo-ferrugineux à gley profond (selon Duchaufour). A la base des deux profils il y a une nappe permanente.

Le rapport carbone organique sur azote (C/N), est de 26 pour l'horizon 0-10 cm. Cela se traduit par une faible décomposition de l'humus (mor) et indique une minéralisation lente de l'azote.

En 1995, les stocks en carbone organique dans la couche minérale (0-40 cm) sont de 142,6 t/ha (les plus élevés des placettes de pin maritime du réseau), ceux en azote de 5,8 t/ha (deuxièmes plus élevés des placettes de pin maritime du réseau après PM 20 en Corse), et ceux en calcium de 717 kg/ha.



<sup>1</sup> = division territoriale, si possible traditionnellement reconnue, où règnent des conditions similaires d'un point de vue forestier

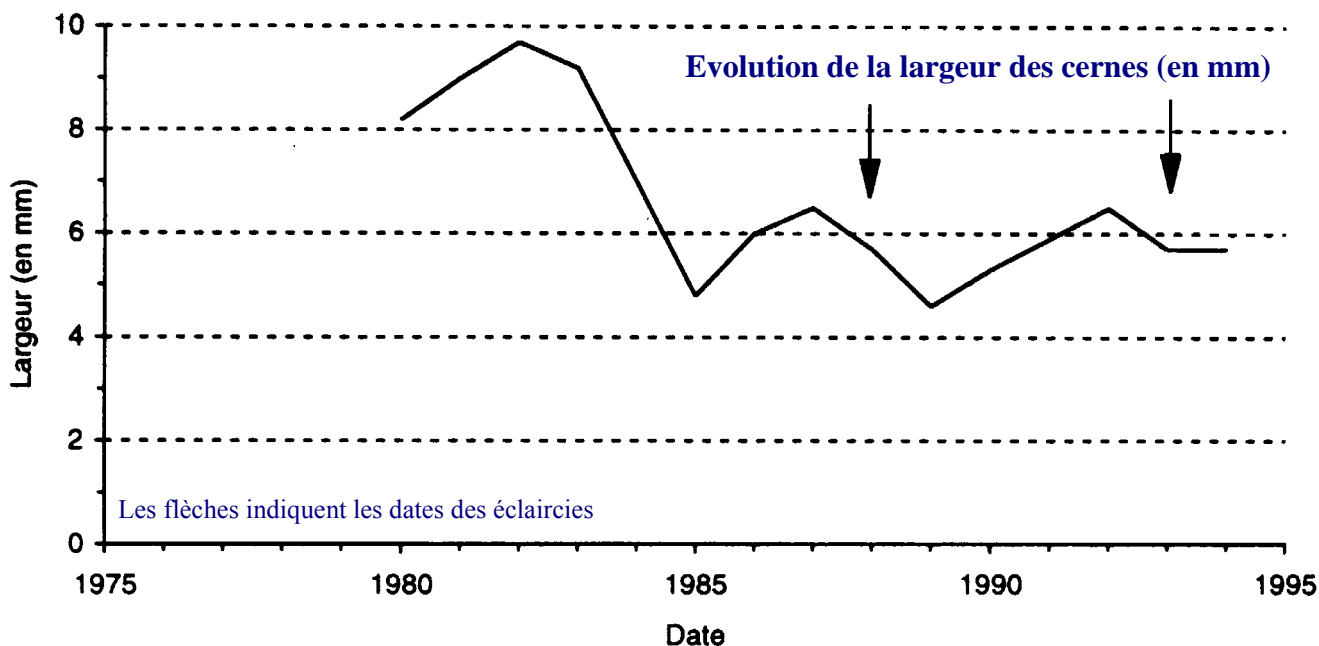
<sup>2</sup> = classement des particules de sol en fonction de leur taille

Les teneurs en bases échangeables<sup>3</sup> sont moyennes pour le calcium, faibles pour le magnésium et le potassium. Cela est dû à une faible capacité d'échange cationique<sup>4</sup> (CEC), et un taux de saturation<sup>5</sup> réduit (< 60 %). Ce sol possède donc des potentialités limitées.

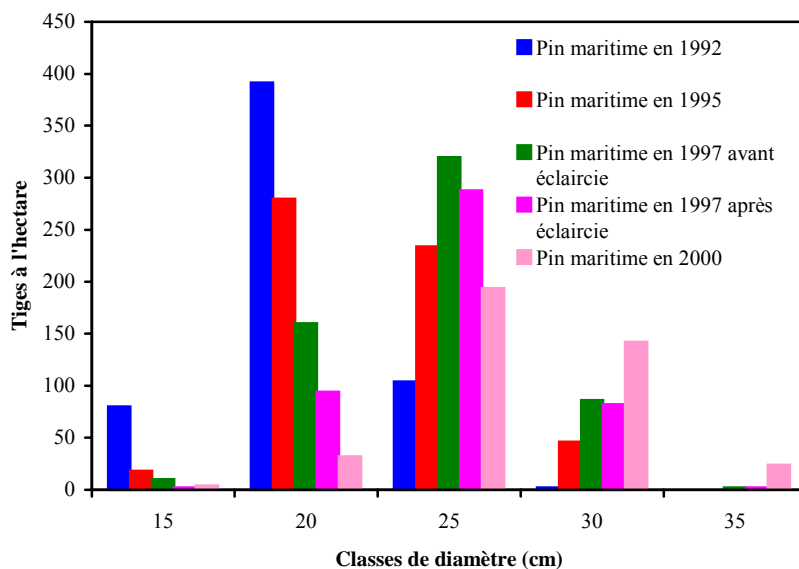
La réserve utile maximale, qui indique les possibilités de stockage du sol en eau disponible pour les plantes, est d'environ 70 mm, à laquelle il faut rajouter les remontés capillaires ou l'utilisation directe de la nappe. Cette réserve est malgré tout faible, comparée au déficit pluviométrique moyen de Mont-de-Marsan (185 mm). Ce sol possède des potentialités faibles. Cependant la bonne tolérance du pin maritime à la contrainte hydrique estivale permet vraisemblablement à cette essence de supporter cette période sans dysfonctionnement majeur.

#### 4. Le peuplement d'un point de vue sylvicole

Il s'agit du plus jeune peuplement de pin maritime du réseau (22 ans en 2002). Malgré les fortes crises de 1985 et 1989, l'accroissement radial moyen est élevé (6,7 mm/an de 1980 à 1994). Ce peuplement possède la plus forte croissance juvénile (quinze premières années) du réseau.



#### Distribution des diamètres par essence en 1992, 1995, 1997 et en 2000



En 1992, le peuplement possédait 580 tiges/ha de pin maritime. La surface terrière était de 19 m<sup>2</sup>/ha et le diamètre moyen était de 20 cm (calculé à partir de la surface terrière).

En 1995, le peuplement possédait le même nombre de tiges qu'en 1992, mais la surface terrière est passée à 24 m<sup>2</sup>/ha et le diamètre moyen à 23 cm.

Avant l'éclaircie de 1997, le peuplement avait un nombre de tiges équivalant au précédent inventaire, la surface terrière a continué d'augmenter pour atteindre à 27 m<sup>2</sup>/ha et un diamètre moyen de 24 cm. L'accroissement global pour la période 1992-1997 est de 1,6 m<sup>2</sup>/ha/an pour la surface terrière et de 0,8 cm/an pour le diamètre.

Après l'exploitation de 1997, la densité passe à 470 tiges/ha (prélèvement de 110 tiges/ha soit ≈ 20 %). La surface terrière totale est réduite à 23 m<sup>2</sup>/ha (prélèvement de 4 m<sup>2</sup>/ha soit ≈ 15 %). Le diamètre moyen a augmenté faiblement (25 cm). Ceci s'explique par le fait que cette coupe a surtout concerné les arbres de diamètre 20 et 25 cm.

<sup>3</sup> = quantité de cations basiques échangeables (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> et K<sup>+</sup>) contenus dans le sol

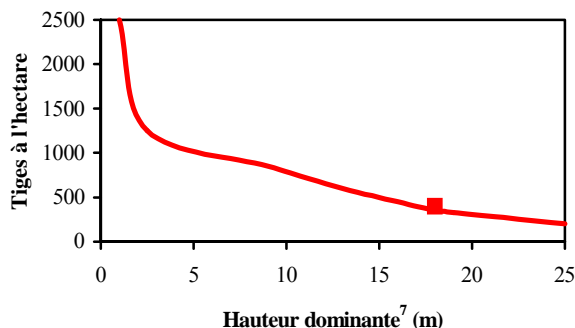
<sup>4</sup> = capacité du sol à retenir des cations (Ca, Mg, K, H, AL, Mn)

<sup>5</sup> = rapport entre la somme des bases échangeables (Ca, Mg, K) et la capacité d'échange cationique (en %)

En 2000, nous pouvons noter que le nombre de tiges (400 tiges/ha) a diminué par rapport à celui après l'éclaircie de 1997. Cela provient de la tempête du 27 et 28 décembre 1999 qui a touché ce peuplement. Cela s'accompagne d'une augmentation du diamètre moyen (27 cm) et d'une stagnation de la surface terrière (23 m<sup>2</sup>/ha).

En 2000, l'arbre moyen<sup>6</sup> possède un diamètre (Dg) de 27 cm et une hauteur (Hg) de 17 m. Nous obtenons un coefficient d'élancement (Hg/Dg) de 63 qui indique une bonne stabilité vis à vis des risques de chablis.

### Comparaison avec le guide sylvicole

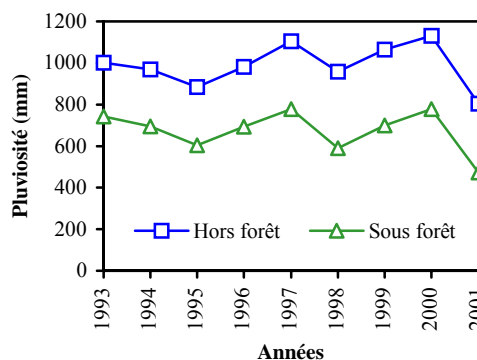


En comparant le peuplement ( $Ho^7 = 18$  m et 400 tiges/ha) à la norme pin maritime du Bulletin technique n° 31 concernant des Landes Aquitaine classe de fertilité 1, nous observons que la densité est proche de la norme.

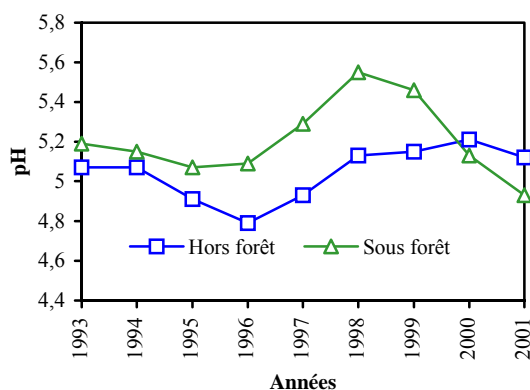
## 5. Les retombées atmosphériques entre 1993 et 2001

La **pluviosité** moyenne hors couvert forestier représente 989 mm, celle sous couvert 672 mm. Les cimes des arbres jouent le rôle d'un filtre, en raison de leur surface réceptrice sur laquelle les faibles pluies restent et s'évaporent. L'interception moyenne des houppiers de ce peuplement avoisine donc les 30 %. Le maximum de pluviosité hors couvert forestier est atteint en 2000 avec 1130 mm et 778 mm sous forêt. En 2001, la pluviosité est la plus faible de la période avec 804 mm hors couvert forestier et 473 mm sous forêt.

### Pluviosité hors et sous couvert forestier de 1993 à 2001



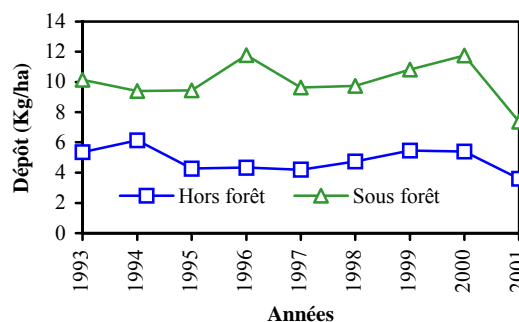
### Evolution du pH de 1993 à 2001



En absence de toute pollution, l'eau de pluie a un **pH** proche de 5,5. Les différents pH mesurés dans les précipitations sont légèrement acides. Dans les précipitations proprement dites<sup>8</sup> et dans les précipitations totales<sup>9</sup> hors couvert forestier ils s'élèvent en moyenne à 5. Sous couvert forestier, il passe à 5,2. Cette augmentation est due au fait que l'eau s'enrichit au contact des houppiers d'ions de nature basique, sauf pour 2000 et 2001 où le pH sous forêt est plus acide que celui hors forêt.

Parmi les cations basiques, le **calcium** est l'élément phare, car il domine dans la majorité des sols forestiers et joue un rôle essentiel dans leur capacité à compenser l'acidification. Les apports par les précipitations sont donc importants à considérer, en particulier pour les sites sensibles à l'acidification. L'apport en calcium dans les précipitations proprement dites hors forêt représente en moyenne 3,9 kg/ha/an. Les dépôts totaux hors forêt s'enrichissent des retombées sèches pour atteindre en moyenne 4,8 kg/ha/an. Le rôle de filtre joué par les houppiers explique les teneurs plus élevées pour les dépôts sous forêt avec 10 kg/ha/an. Les dépôts plus faibles de 2001 sont dus à une pluviosité plus réduite, car les concentrations restent dans la gamme des autres années.

### Dépôts annuels en calcium de 1993 à 2001



<sup>6</sup> = arbre qui possède la surface terrière moyenne

<sup>7</sup> = hauteur moyenne des 100 plus gros arbres sur un hectare

<sup>8</sup> = eau de pluie sans les dépôts secs (poussières, etc)

<sup>9</sup> = pluies proprement dites et dépôts secs (poussières, etc)

**Moyenne des dépôts de 1993 à 2001**

	Dépôts hors couvert	Dépôts sous couvert
Potassium (kg/ha/an)	1,5	16,1
Magnésium (kg/ha/an)	1,6	5,5
Chlorure (kg/ha/an)	20,4	40,5
Sodium (kg/ha/an)	12,5	21,3
Aluminium (g/ha/an)	-	211
Fer (g/ha/an)	-	37
Manganèse (g/ha/an)	-	82

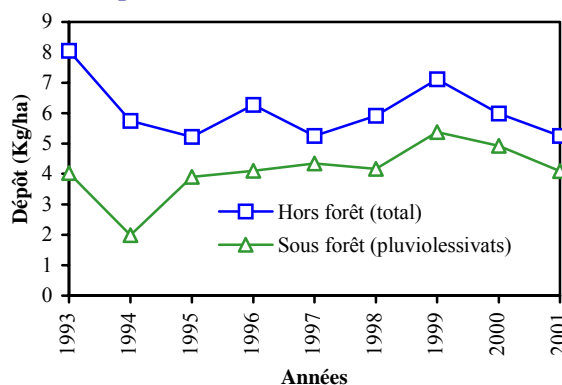
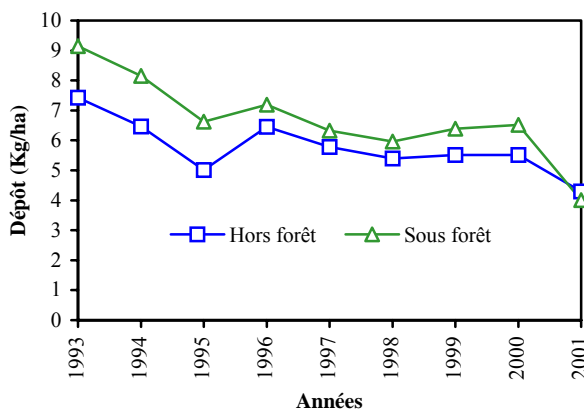
Les dépôts sous forêt de **potassium** et de **magnésium**, sont supérieurs à ceux hors forêt. Cet enrichissement est essentiellement dû au lessivage naturel du feuillage. Ce processus fait partie du cycle nutritif interne des arbres.

Les **chlorures** et le **sodium** proviennent surtout des apports marins. Le chlorure d'origine marine associé généralement au sodium ou au potassium n'a pas d'effet acidifiant. Par contre, s'il est émis seul (incinération de PVC par exemple) il se combine avec l'eau pour donner de l'acide chlorhydrique.

L'**aluminium** (parmi les plus faibles dépôts du réseau), le **manganèse** et le **fer** (les plus faibles dépôts du réseau) sont exclusivement analysés dans les précipitations sous couvert forestier.

Les dépôts en **azote** sous forme d'ammonium ( $N-NH_4^+$ ) (essentiellement produit par l'élevage) sont supérieurs à ceux sous forme de nitrate ( $N-NO_3^-$ ) (essentiellement produit par les émissions automobiles) hors forêt ( $N-NH_4^+ = 3,4$  kg/ha/an,  $N-NO_3^- = 2,7$  kg/ha/an), mais ils sont inférieurs sous forêt ( $N-NH_4^+ = 1,9$  kg/ha/an,  $N-NO_3^- = 2,2$  kg/ha/an). Les dépôts des pluies proprement dites hors forêt, d'azote minéral total<sup>10</sup> atteignent 5,2 kg/ha/an (les plus faibles du réseau) et les dépôts totaux hors forêt représentent 6,1 kg/ha/an. Les dépôts sous forêt se réduisent à 4,1 kg/ha/an, ces valeurs sont des minimums car il faut ajouter l'ammonium absorbé par le feuillage. Ce phénomène d'absorption peut expliquer en partie les dépôts plus élevés hors forêt que sous forêt pour l'ammonium. Ces dépôts sous forêt sont apportés pour 60 % durant la période de végétation. Ils sont donc disponibles pour les végétaux et risquent moins d'être lessivés par le drainage.

Les valeurs définissant les limites des dépôts azotés, au-dessus desquelles il existe des risques d'eutrophisation<sup>11</sup> ou de déséquilibre nutritif sont de 2,8 et 14 kg/ha/an, en fonction de la richesse des sols. Les apports mesurés en forêt de Losse (4,1 kg/ha/an) sont compris dans cette gamme, il y a donc un risque d'eutrophisation.

**Dépôts annuels en azote de 1993 à 2001****Dépôts annuels en soufre de 1993 à 2001**

Les dépôts de **soufre** sous forme de sulfate proviennent essentiellement de sources industrielles et contribuent à l'acidification des milieux. Il existe deux seuils, qui correspondent aux limites haute et basse des charges critiques<sup>12</sup> pour le soufre en France, selon la sensibilité de l'écosystème (3,2 kg/ha/an et 16 kg/ha/an). Les dépôts hors (5,8 kg/ha/an) et sous forêt (6,7 kg/ha/an) sont compris entre ces valeurs seuils. Il y a donc un risque d'acidification. Nous observons une diminution quasi constante des dépôts et des concentrations de soufre de 1993 (9,2 kg/ha/an et 1,2 mg/l, sous forêt) à 2000 (4 kg/ha/an et 0,9 mg/l, sous forêt).

**6. Les concentrations en ozone**

Au sujet de l'**ozone**, il faut bien différencier celui contenu dans la stratosphère (entre 12 et 50 km d'altitude) et celui présent dans la troposphère (entre le sol et 12 km). La limite entre ces deux couches s'appelle la tropopause. Il y circule des vents violents qui limitent très fortement les échanges entre couches. L'ozone stratosphérique protège la vie sur la terre en filtrant une partie des rayons ultraviolets. L'ozone de la troposphère devrait être naturellement faible. Mais il s'en forme dans l'air chargé en polluants dit « primaires » tels que les oxydes d'azote qui sont produits par la combustion des carburants fossiles (automobiles, chauffage, etc) et les composés organiques volatils provenant des émissions naturelles et humaines (automobiles, raffineries, combustion des déchets, etc). Ces réactions sont actionnées par le rayonnement solaire. L'ozone a un effet néfaste sur la végétation car il peut causer des nécroses foliaires et entraîner des diminutions de croissance, même sans symptômes visibles.

Les concentrations d'ozone mesurées durant la période de végétation (mi-avril à mi-octobre) à l'aide de capteurs passifs, représentent en moyenne 58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2000 et en 2001 (calculé à partir de 13 périodes d'échantillonnage de 15 jours).

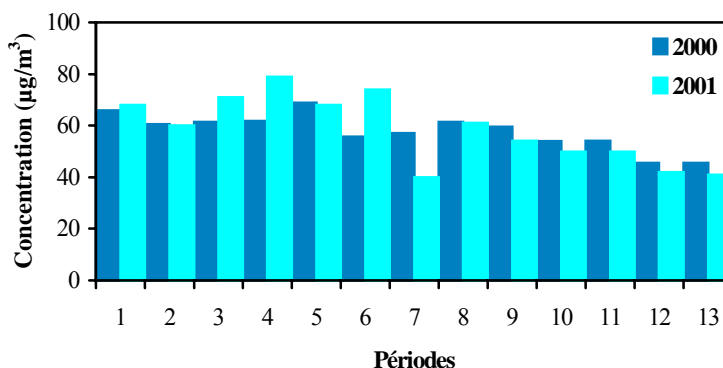
<sup>10</sup> azote sous forme ammoniacale + azote sous forme de nitrate

<sup>11</sup> enrichissement des milieux en éléments nutritifs (phosphate, nitrate, etc) pouvant entraîner un dysfonctionnement de l'écosystème en cas d'excès

<sup>12</sup> si ces charges sont dépassées, il y a un risque de dysfonctionnement dans les écosystèmes

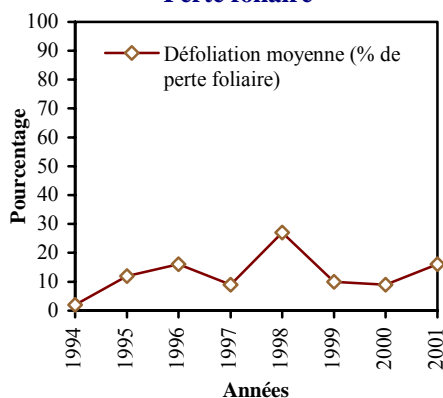
**Concentration d'ozone dans l'air durant la période de végétation**

Aucun seuil sur 15 jours n'est disponible pour le moment. Mais il existe des seuils limites de toxicité pour la végétation qui, selon le conseil européen, sont de 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 1 heure et de 65 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 24 heures.



**7. L'état sanitaire, les chutes de litière et les teneurs foliaires en nutriments**

**Perte foliaire**



Les défoliations observées sur les 36 arbres « observations » de 1994 à 2001 restent faibles (≤ 15 %) sauf en 1998 (≈ 25 %), cette même année des décolorations anormales ont été observées. Les fortes températures du mois de juillet seraient à l'origine de ce phénomène.

La pyrale du tronc (*Dioryctria sylvestrella*) est présente sur quelques arbres du peuplement, de 1995 à 2001, ainsi que la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), de 1995 à 1999.

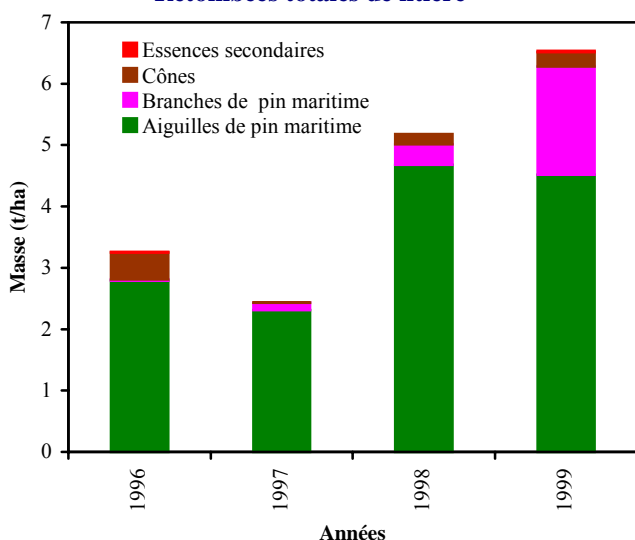
La pyrale du tronc est un insecte dont les adultes volent de mi-juin à fin juillet. Les femelles déposent leurs œufs isolément dans les crevasses de l'écorce. Après éclosion, la chenille s'introduit dans les zones internes du liber et fore une galerie dans laquelle elle s'alimente jusqu'à l'automne. Cette pénétration s'accompagne d'une abondante sécrétion de résine formant une praline. La chenille hiverne généralement dans la galerie. Son développement reprend au printemps jusqu'à la nymphose qui intervient en début d'été. Une seconde génération partielle peut parfois s'observer dans le Sud-Ouest jusqu'en

septembre. Ces attaques peuvent créer des zones de moindre résistance ou entraîner (rarement) la mort de l'arbre par annélation.

Les adultes de la processionnaire du pin sont des papillons de nuit qui émergent entre fin juin et début août et qui pondent des œufs groupés en manchons entourant plusieurs aiguilles. Les chenilles qui éclosent 4 à 6 semaines plus tard gardent un comportement grégaire pendant leurs cinq stades larvaires. La nuit, elles s'alimentent d'aiguilles et tissent des nids soyeux qu'elles abandonnent lors de leurs déplacements successifs. Dans la journée ces nids leur servent de radiateur. Entre février et mai, elles quittent les arbres en procession pour aller s'enfouir dans le sol où elles se nymphosent dans un cocon. Le phénomène de diapause qui peut se prolonger sur un à trois ans bloque l'évolution au stade nymphe. Il est responsable de l'émergence, une année donnée en un même lieu, de plusieurs générations dont le développement respectif peut être décalé. La consommation des feuilles peut être sévère si les populations sont importantes et peut occasionner une baisse de croissance ou une mortalité chez les jeunes arbres.

Les teneurs foliaires moyennes entre 1993 et 1997 en calcium (2,7 mg/g) et magnésium (1,3 mg/g) sont proches du seuil optimum. Pour l'azote (10,2 mg/g) et le soufre (0,8 mg/g), les teneurs se situent entre les seuils d'alimentation critique et optimal. Enfin le phosphore (0,7 mg/g) et le potassium (3,8 mg/g) sont compris entre les seuils de carence et critique.

**Retombées totales de litière**



Les retombées totales de litière varient de 1996 à 1999 entre 2,4 t/ha et 6,5 t/ha. Les aiguilles de pin maritime représentent 2,3 à 4,5 t/ha, soit en moyenne 85 % des retombées totales. La masse restante est composée des branches de pin maritime (24 kg/ha à 1,8 t/ha), des cônes pin maritime (4 kg/ha à 436 kg/ha) et des autres éléments (0 à 22 kg/ha). C'est en 1999 que les retombées de litière furent les plus abondantes, en raison des fortes chutes de branches lors de la tempête du 27 et 28 décembre 1999.

## Conclusion

Ce peuplement régulier de pin maritime âgé de vingt deux ans est installé sur une station à sol pauvre. Mais le pin maritime supporte les sols acides et pauvres, cela ne limite donc pas la croissance et la santé du peuplement.

Les apports en azote par les précipitations peuvent poser des problèmes d'eutrophisation du milieu, car c'est un élément facilement lessivable. Une partie de cet azote est absorbé durant la période de végétation, mais le reste risque d'être lessivé.

Le soufre, qui intervient dans les mécanismes d'acidification des sols, est présent dans les pluies. En raison de la baisse des émissions industrielles, les dépôts soufrés devraient dans l'avenir continuer à diminuer et peut être passer sous la limite des charges critiques.

Actuellement le nombre d'années de suivi est encore trop faible pour évaluer une tendance réelle.

## Comment se situe la placette par rapport au reste du réseau ?

Caractéristiques	Périodes	Unités	Placette de Losse	Valeur minimum RENECOFOR	Valeur maximum RENECOFOR
<b>Végétation (pin maritime)</b>	94-95				
Nombre d'espèces			49	23	51
<b>Stocks dans le sol (0-40cm)</b>	93-95				
Carbone organique		t/ha	142,6	7,8	188,9
Azote		t/ha	5,8	0,6	15,7
Calcium		kg/ha	716	18	21085
<b>Pluviosité annuelle moyenne</b>	93-01	mm/an			
Hors forêt			989	796	2597
Sous forêt			672	524	2273
<b>pH des précipitations</b>	93-01				
Proprement dites hors forêt			5	4,8	5,4
Totales hors forêt			5	4,8	5,8
Sous forêt			5,2	4,1	6,2
<b>Apport en calcium dans les précipitations</b>	93-01	kg/ha/an			
Proprement dites hors forêt			3,9	2	9,6
Totales hors forêt			4,8	3	14,9
Sous forêt			10	5,9	20,5
<b>Apport en azote dans les précipitations</b>	93-01	kg/ha/an			
Proprement dites hors forêt			5,2	5,2	9,0
Totales hors forêt			6,1	4	16
Sous forêt			4,1	0,9	22,7
<b>Apport en soufre dans les précipitations</b>	93-01	kg/ha/an			
Proprement dites hors forêt			4,9	3,2	8,9
Totales hors forêt			5,8	3,8	14,8
Sous forêt			6,7	4,3	30
<b>Concentration en ozone</b>		µg/m <sup>3</sup>			
	2000		58	42	92
	2001		58	43	88
<b>Teneurs foliaires (pin maritime)</b>	93-97	mg/g			
Azote (N)			10,2	6,7	11,5
Potassium (K)			3,8	3,8	6,1
Phosphore (P)			0,7	0,6	1
Magnésium (Mg)			1,3	1,2	1,7
Soufre (S)			0,8	0,8	1
Calcium (Ca)			2,7	2	2,7

## Mesures réalisées et périodicité

Type de mesures	Périodicité	Réalisation	Nombre de données recueillies sur la placette de Losse
Analyses foliaires	Années impaires	STIR + INRA	680
Pédologie et Chimie des sols	10 ans	Pédologue + STIR + INRA	1 208
Santé des arbres	Annuel	DSF	2 774
Dendrométrie	5 ans	STIR	5 692
Inventaire floristique	10 ans	Botaniste	1 551
Mesure des dépôts atmosphériques	Mensuel	Responsable + Labo	9 209
Récolte des chutes de litières	3 fois par an	Responsable + STIR	342
Evolution de la grande faune	Annuel	Responsable	78
Phénologie	Annuel	Responsable	6
Météorologie	Semi-horaire	Station météo	599 505