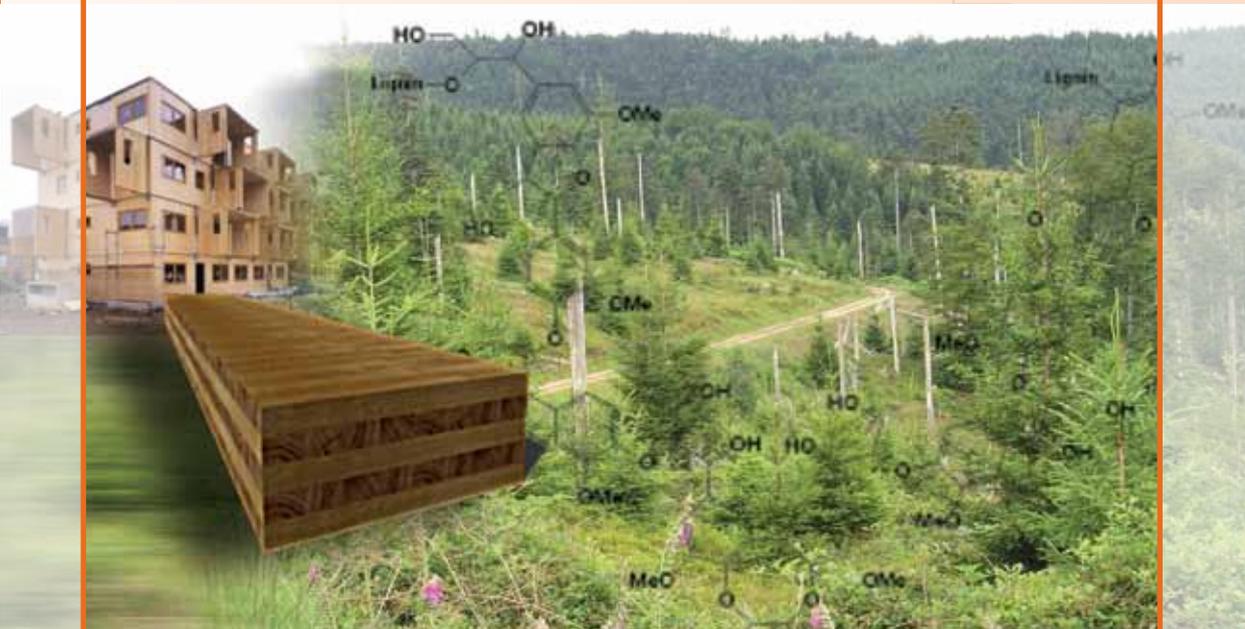


t

# RenDez-Vous echniques

n° 38 - automne 2012

Colloque ONF des 19-20 juin 2012 à Paris



**Changement climatique**  
et **évolution des usages du bois**,  
quelles incidences sur nos orientations sylvicoles ?

patrimoine

sylviculture

progrès

connaissances

économie

forêts et société

environnement

biodiversité

gestion durable

# Rendez-Vous techniques

## **Directeur de la publication**

Bernard Gamblin

## **Rédactrice en chef**

Christine Micheneau

## **Comité éditorial**

Léo Castex, Benoît Cuillier, Jean-François Dhôte,  
Alain Castan, Didier François, Alain Macaire,  
Brigitte Pilard-Landeau, Véronique Vinot

## **Maquette, impression et routage**

Imprimerie ONF - Fontainebleau

## **Conception graphique**

NAP (Nature Art Planète)

## **Crédit photographique**

Page de couverture :

Jean-Michel Leban, ENSTIB ; Thierry Sardin, ONF

Autres pages : Gwenaëlle Gibaud, ONF

**Périodicité** : 4 numéros ordinaires par an  
(possibilité d'éditions resserrées en numéros doubles)

## **Accès en ligne**

[http://www.onf.fr/\(rubrique Lire, voir, écouter/  
Publications ONF/ Périodiques\)](http://www.onf.fr/(rubrique Lire, voir, écouter/ Publications ONF/ Périodiques))

Disponibilité au numéro, abonnement

## **Renseignements**

ONF - cellule de documentation technique,  
boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau

Contact : [documentalistes@onf.fr](mailto:documentalistes@onf.fr)

ou par fax : 01 64 22 49 73

**Dépôt légal** : avril 2013

## sommaire

### n° 38 - automne 2012

- 2 — **Changement climatique et évolution des usages du bois, quelles incidences sur nos orientations sylvicoles ?**  
*allocution de Pascal Viné*
- 3 — **Usages du bois, leurs évolutions**
- 9 — **Évolution du prix des bois**  
*par Benoît Cuillier*
- 9 — **Cycle de vie des produits, panorama des filières de valorisation, construction bois**  
*par Jean-Michel Leban*
- **Évolution du goût des consommateurs dans l'ameublement**  
*par Gérard Laizé*
- 57 — **Production de biocarburants à partir de biomasses lignocellulosiques**  
*par Jean Tayeb*
- **Production de fibres et de molécules à partir du bois et de ses constituants**  
*par Michel Petit-conil*
- **Changement climatique, adaptation, gestion sylvicole...**
- 64 — **État de l'art actualisé sur le changement climatique, les scénarios, les impacts, la vulnérabilité**  
*par Myriam Legay*
- **Gestion des ressources génétiques pour l'adaptation, migration assistée, introduction d'essences**  
*(pour mémoire)*
- 69 — **Intérêt des mélanges pour limiter la vulnérabilité vis-à-vis des crises biotiques**  
*par Patrick Vallet*
- **Un regard international sur les stratégies d'adaptation au changement climatique**  
*par Jean-Luc Peyron*
- **Prise en compte des risques dans la stratégie sylvicole de la Société Forestière de la Caisse des Dépôts et Consignations**  
*par Max Penneroux*
- **Adaptation, atténuation et services écosystémiques**  
*par Jean-François Dhôte*
- **Table ronde et conclusion**
- **Table ronde « Quelles orientations sylvicoles (mix-produits, essences, diamètres) ? »**  
*animée par Jean-Luc Peyron*
- **Clôture du colloque**  
*par Pascal Viné*

---

## Avant-propos

---

Ce numéro 38 des Rendez-vous techniques de l'ONF est entièrement dédié à la restitution du colloque interne ONF « Changement climatique et évolution des usages du bois, quelles incidences sur nos orientations sylvicoles ? » des 19 et 20 juin 2012.

Pour restituer fidèlement l'événement, les supports des présentations (diaporamas) et le discours des orateurs sont disposés en vis-à-vis, en veillant autant que possible à conserver la lisibilité des images et la correspondance avec le commentaire. Les propos ne sont pas retranscrits verbatim mais presque, moyennant le nécessaire polissage qu'exige le passage de l'oral à l'écrit, et après vérification par les principaux intervenants. Suivent les questions de la salle et discussions, reproduites sur fond coloré.

Selon le vœu de Pascal Viné, l'idée est que chacun(e) à l'ONF puisse prendre connaissance des éléments présentés et des propos échangés lors du colloque, à défaut d'avoir pu y participer. Car il est important pour nous d'affronter les questions complexes, d'en appréhender les enjeux, d'ouvrir largement la discussion et de partager les réflexions. À n'en pas douter, le thème du colloque ouvre des questions difficiles et donne matière à réflexion, pour l'ensemble de nos métiers.

Le Directeur technique et commercial bois,  
Bernard Gamblin

# Changement climatique et évolution des usages du bois, quelles incidences sur nos orientations sylvicoles ?



**Pascal Viné**

*Directeur général de l'Office national des forêts*

Bonjour à tous et bienvenue

Bienvenue à ce deuxième colloque technique interne à l'ONF. En mars 2011, dans la perspective du contrat État - ONF-FNCOFOR, nous avons parlé des volumes prélevables en forêts domaniales et communales ; aujourd'hui nous avons souhaité aborder deux autres sujets au cœur de nos problématiques, le changement climatique et l'évolution des usages du bois, pour en analyser les conséquences sur nos pratiques sylvicoles. Nous les abordons en interne, mais dans un esprit d'ouverture envers nos partenaires : partenaires de la recherche, qui interviendront très largement dans ce programme, partenaires de l'environnement (France Nature Environnement) ainsi que les collègues des communes forestières, qui vont se joindre à nous, et ceux de l'État puisque les ministères de l'Écologie et de l'Agriculture seront représentés dans ces travaux. Ouvrir, c'est partager nos réflexions, travailler en confiance pour répondre à un certain nombre d'interrogations. Il ne s'agit pas d'être définitif dans les conclusions : nos réflexions ont vocation à se poursuivre.

Après des décennies de certitudes qui ont permis des choix sylvicoles sur le long et le très long terme, nous sommes confrontés aujourd'hui à des aléas qui impactent nos pratiques : le changement climatique, bien sûr, qui va nous obliger à conduire des itinéraires plus dynamiques, sur des cycles plus courts nécessitant peut-être de changer d'essences, mais aussi les réactions du consommateur vis-à-vis du bois... Globalement, il délaisse le bois massif et le placage pour les bois reconstitués, ce qui affecte évidemment les produits « nobles », moins valorisés financièrement (je pense en particulier au chêne), ainsi que notre façon d'envisager les produits de demain vis-à-vis de la filière.

Nous avons donc à nous interroger sur ces deux phénomènes pour y faire face, et il nous faut pour cela des informations émanant de la recherche et de la société. Parce que, si légitime que soit notre lecture de techniciens et de spécialistes, les choix que nous allons faire ne sont pas totalement autonomes. Parce que les préférences du citoyen en tant que consommateur et ses attentes en tant qu'utilisateur de la forêt peuvent être divergentes ou même contradictoires. Parce que nous sommes à une période charnière en matière de prise de conscience du changement climatique, mais aussi en matière d'utilisations du bois. Une forte réflexion internationale s'engage sur les usages du bois à propos des enjeux énergétiques et des enjeux de matières renouvelables, même si pour l'énergie on entend surtout parler de solaire ou d'éolien ; le bois est souvent oublié, mais c'est une composante essentielle du bouquet des énergies renouvelables.

La forêt sera-t-elle capable de fournir durablement les ressources en bois escomptées pour ces nouveaux produits et marchés compte tenu du changement climatique ? C'est la question de fond, qui en contient bien d'autres : comment va-t-on solliciter les importations par opposition aux ressources locales ? La propriété de neutralité carbone associée au bois énergie est-elle justifiée ? ... Les sujets de réflexion sont nombreux. Lors du colloque interne de 2011, nous avons essayé de répondre en terme de volumes mobilisables en forêt publique, en donnant des chiffres qui servent aujourd'hui de référence dans notre contrat, mais aussi dans nos débats avec la société. Depuis, Myriam Legay a conduit une série de séminaires réunissant les chargés de sylviculture dans les différentes directions

territoriales, l'idée étant de présenter les impacts attendus du changement climatique, d'exposer les orientations d'adaptation qui sont initiées et d'engager des échanges sur les questions sylvicoles et sur le rôle des chargés de sylviculture et des chefs des services forêts.

Nous avons donc un travail à l'échelle des directions territoriales et, à l'échelle nationale, une réflexion ouverte – modestement - à nos partenaires. Je suis convaincu que c'est pour l'ONF une bonne méthode de travail que de mobiliser ces différents niveaux, d'animer entre eux un dialogue interne et de parler technique. Nous sommes des techniciens et c'est un mot noble, nous avons un savoir-faire. Or, en France, le savoir technique forestier est relativement concentré. Si les compétences environnementales sont plutôt mieux diffusées que par le passé, la compétence sylvicole et forestière est de plus en plus concentrée sur quelques « foyers », en particulier l'ONF : il est donc important pour nous de structurer sur ces sujets une pensée qui puisse être débattue et conduire en matière de pratiques sylvicoles à des décisions publiques, partagées avec l'ensemble de la société. Faire c'est bien, mais il faut aussi le faire savoir.

D'où l'importance que j'accorde à ces colloques, que nous allons essayer de faire annuellement. Avant de laisser à Bernard Gamblin et Jean-François Dhôte le soin d'animer les travaux, je veux encore vous remercier tous d'avoir libéré un peu de votre temps pour y participer.



**Benoît Cuillier**  
ONF, DTCB  
chef du département  
Commercial Bois

# Évolution du prix des bois

Bonjour à tous,  
On m'a demandé d'introduire ce colloque avec quelques flashes sur l'évolution des prix du bois. Je vais vous présenter, à l'appui de mon propos, un ensemble de courbes dont certaines remontent à la création de l'ONF (1966) tandis que d'autres donnent des précisions sur les 20 dernières années.  
Cette présentation pourra paraître sévère et pessimiste. C'est donc une bonne chose qu'elle se place en début de session : les intervenants suivants, en particulier sur les nouveaux usages du bois, nous regonfleront le moral !



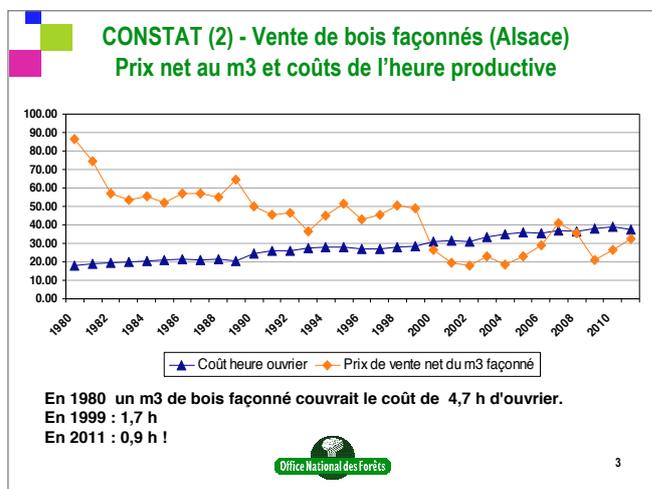
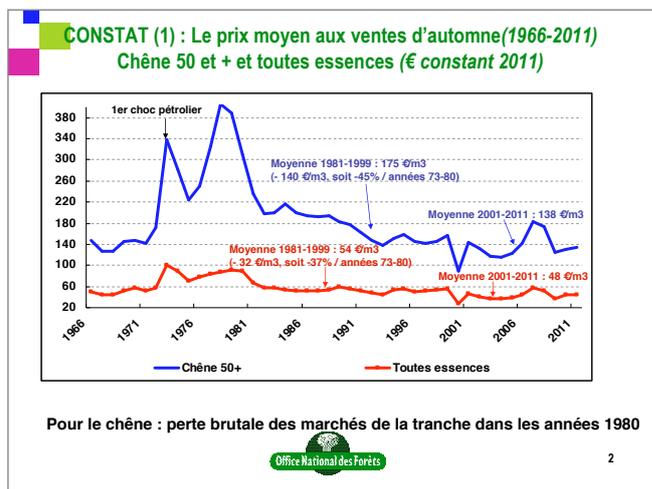
Commençons par l'évolution des prix moyens des bois aux ventes d'automne depuis 1966, en euros constants. Les ventes d'automne restent un très bon indicateur pour l'ONF même si, avec l'évolution des modes de ventes vers le bois façonné et la contractualisation, elles ne représentent plus actuellement que 30 à 40 % du chiffre d'affaires.

L'impact du prix du chêne (courbe bleue) sur l'évolution du prix moyen toutes essences confondues (courbe rouge) est manifeste : le chêne représentait classiquement 40 % des recettes domaniales.

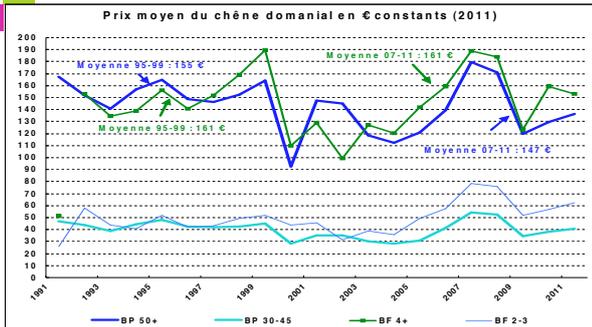
Le prix du chêne a atteint des records dans les années 70, mais il a été divisé pratiquement par 1,5 en euros constants depuis une dizaine d'années. À partir des années 80 on a constaté une perte brutale des marchés les plus rémunérateurs : la tranche, qui « tirait » fortement les prix du chêne, est devenue anecdotique sur des marchés de niche. Cette perte a eu un fort impact malgré le développement des usages en merrain.

On constate aussi depuis les années 80 un effet de ciseau inquiétant, illustré ici d'après un suivi que j'ai réalisé pour l'Alsace : on voit en orange l'évolution à la baisse du prix net du m<sup>3</sup> vendu façonné (recette brute moins charges d'exploitation au m<sup>3</sup>) et en bleu l'évolution à la hausse du coût de l'heure productive des ouvriers (masse salariale divisée par le nombre d'heures chantier). En 1980, un m<sup>3</sup> vendu permettait de payer près de 5 heures d'ouvrier, pour faire de la sylviculture ; en 2011, on en est à peine à 1 heure. Cela ne veut pas dire que les ouvriers sont trop payés ! Les salaires ont été légitimement revalorisés ; cet effet de ciseau est principalement dû à l'évolution des prix des bois et à celle des charges.

Nous allons maintenant regarder de plus près ce qui s'est passé sur les 20 dernières années par grande essence, d'après les prix de vente moyens (en euros constants) des bois sur pied (BP) et des bois façonnés (BF).



## 1991-2011 : Les prix de vente (Le chêne)



Une relative stabilité depuis 20 ans soutenue par le marché du merrain, mais :

- une accélération de la réduction des usages en plot au bénéfice des avivés
- une vente des qualités secondaires dépendante des exports de grume

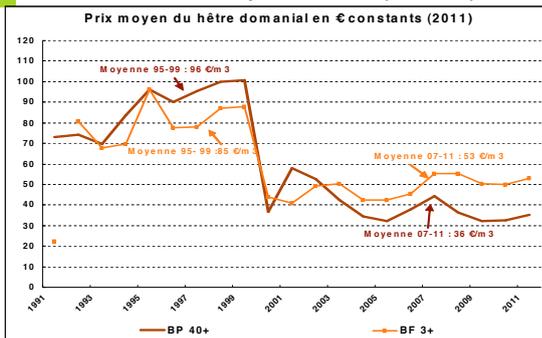


4

**Le chêne** a fait preuve d'une relative stabilité sur les 20 dernières années, malgré l'effet tempête, qu'on retrouvera pour les autres essences. Prenons les courbes du haut, qui correspondent aux gros bois : BP de 50 cm et + (en bleu) et BF de classe 4 et + (en vert). Si on compare la moyenne des prix sur les périodes 1995-1999 d'une part et 2007-2011 d'autre part, on a exactement le même chiffre (161 €) pour le BF et on passe pour le BP de 155 à 147 € l'érosion n'est pas significative.

Le marché du merrain a en quelque sorte stabilisé les prix du chêne. La France est le 1er producteur de merrains, tonneaux et barriques avec une forte part à l'export. Par contre, il y a une forte réduction des usages en plot au bénéfice des avivés (débités au carré, délinés). Les grands utilisateurs industriels veulent des planches qui rentrent dans des processus automatisés, et les scieurs baissent leur prix d'achat de 20 % environ pour compenser la différence de rendement au sciage. Quant à la commercialisation des qualités secondaires, elle est bien plus aléatoire, car très dépendante de marchés extérieurs. La France exporte 100 à 200 000 m<sup>3</sup> de grumes de chêne par an.

## 1991-2011 : Les prix de vente (Le hêtre)



Une très forte hausse des cours avant la tempête Lothar

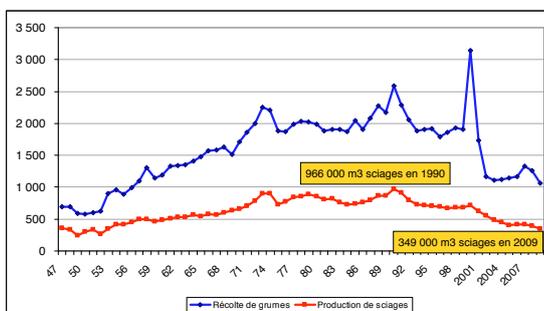
- ⇒ « bulle » spéculative pour des marchés à l'export
- ⇒ effondrement de l'utilisation en Europe de l'Ouest (substitution de matériaux)



5

**Le hêtre** (c'est ce qui fait le plus mal !) a connu avant la tempête Lothar une très forte hausse des prix, un effet de bulle spéculative : il y avait une forte demande à l'export et les prix ont flambé sans aucune correspondance avec les usages dans l'Hexagone (meubles et ossature de canapés, lits, etc.)... Avec les effets conjugués de Lothar et de la crise économique, on ne s'en est pas remis. Si on compare les moyennes 1995-1999 et 2007-2011, on est passé pour le BP de 96 à 36 €/m<sup>3</sup>. C'est une chute très brutale.

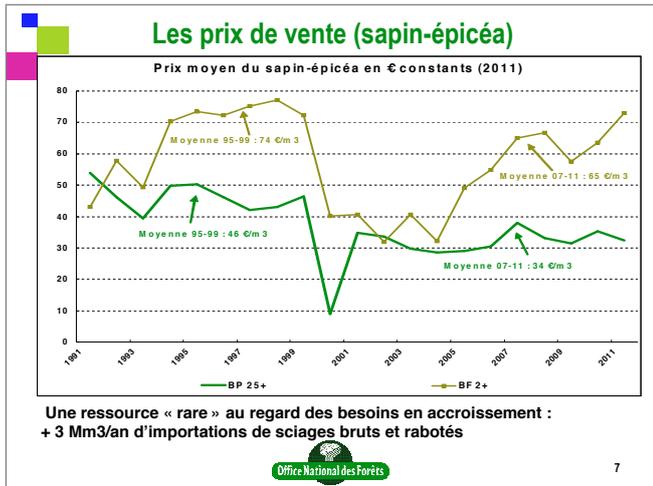
## La filière hêtre française aujourd'hui : la récolte de grumes et la production de sciages : 1947-2009



6

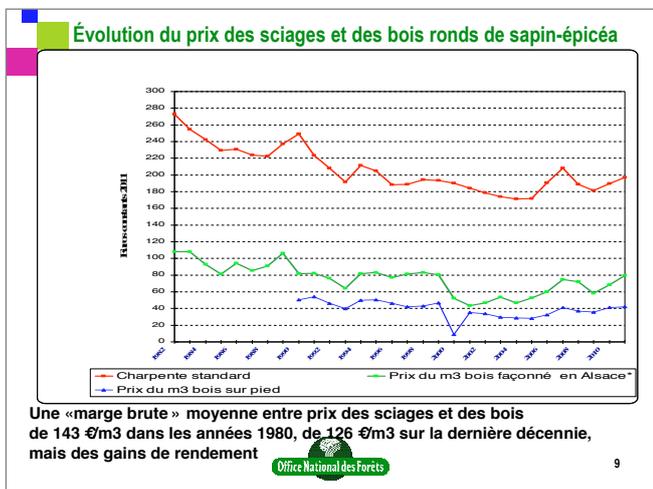
En voici une autre illustration d'après les statistiques Agreste (1947-2009). En bleu, la récolte de grumes bois d'œuvre hêtre en France (toutes forêts, sachant que la forêt publique contribue pour 90 %) et en rouge la production de sciages : on est passé de près de 1 million de m<sup>3</sup> de sciages en 1990 à 350 000 m<sup>3</sup> en 2009.

C'est à partir des années 90 que le prix du hêtre a flambé et que la production de sciages français a commencé à diminuer. Il y a plusieurs raisons à cela, mais l'essentiel c'est que la filière hêtre française a été complètement déstructurée : on n'a plus trouvé d'usages des sciages de hêtre en France. Du fait de la flambée des prix, la filière meuble française s'est tournée vers des matériaux de substitution (métal, autres essences, autres ossatures). Désormais 46 % des sciages produits en France sont exportés.



Les résineux ont globalement connu un peu plus de stabilité que les feuillus sur les 20 dernières années. Les besoins en résineux sont croissants (bois construction) et la ressource disponible est contingentée, elle n'augmente pas. En forêt publique on a perdu avec les effets tempête 1 million de m<sup>3</sup> de production bois d'œuvre : dans les années 90 on en commercialisait 5 Mm<sup>3</sup>/an contre 4 Mm<sup>3</sup>/an actuellement.

Il est très important d'optimiser notre récolte. La demande en sciages résineux est forte : la consommation est en gros de 10 Mm<sup>3</sup>, la production française est de 7 Mm<sup>3</sup> et on importe 3 Mm<sup>3</sup> de sciages bruts ou rabotés. Par ailleurs la filière résineuse s'est modernisée : il y a un phénomène de concentration, mais surtout une modernisation de l'outil de transformation, qui a pour nous des conséquences en termes d'exigence de nos clients vis-à-vis des produits.

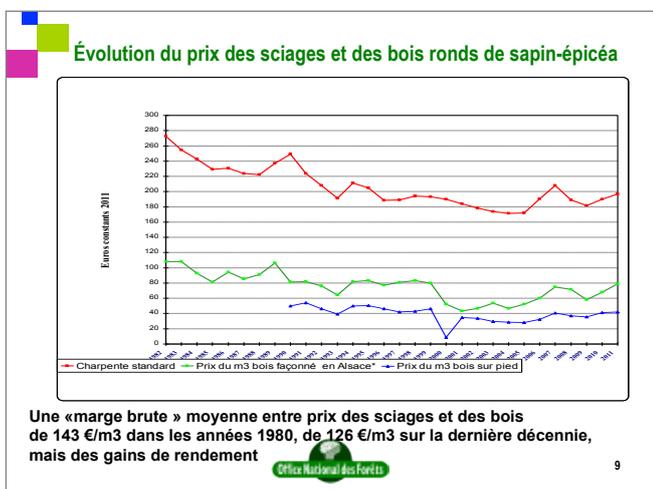


Pour illustrer cela, voici un graphique sur l'évolution du prix des bois façonnés de sapin, de qualité BC (charpente), qui sont contractualisés sur le massif vosgien : ce n'est donc qu'une illustration locale mais ça permet de comprendre ce qui se passe. J'ai distingué les prix pour 3 classes de diamètre :

- en vert, la classe 2b, c'est-à-dire les grumes qui font entre 25 et 29 cm de diamètre milieu : les bois moyens (BM)
- en rouge, la classe 3-4 (entre 30 et 49 cm de diamètre milieu) qui représente environ 50 % volume produit ;
- en bleu, la classe 5 et + (plus de 50 cm de diamètre milieu) qui équivaut sur pied à 65 cm et + à 1,30 m, autrement dit des très gros bois (TGB).

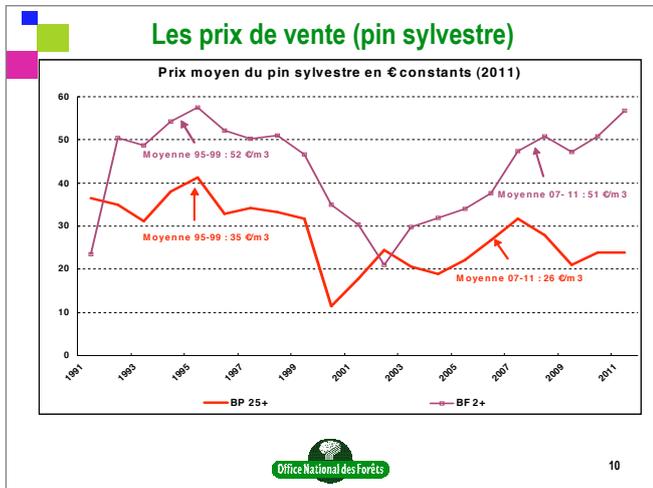
Jusqu'en 2007, en période de demande croissante et de montée des cours, le prix des TGB était au niveau du prix des classes 3-4 et celui des BM était un peu inférieur. En situation de difficulté (2009), la demande est moindre, le marché se contracte, le prix des TGB décroche nettement et plus vite que celui des autres produits, notamment les BM, parce que nos clients se concentrent sur les produits qui leur permettent d'optimiser leur outil de transformation et limiter le coût du sciage. Il faut savoir que sur des lignes canter, le sciage des BM est 2 à 3 fois moins cher qu'avec des scies à ruban.

Au global, sur toute la période (avril 2006 – juillet 2012), le prix moyen des TGB qualité charpente est équivalent à celui des BM de classe 2b, ce qui fait un prix moyen de vente sur pied inférieur à celui des BM parce que, ne l'oublions pas, il y a dans les TGB une plus forte proportion de qualité D (palette). On voit bien ici qu'en période de difficulté, l'effet sur le prix des produits les moins recherchés est bien plus sévère que sur les produits plus « industriels ».



Autre illustration, la comparaison entre l'évolution du prix des sciages celle du prix des bois façonnés de **sapin-épicéa** en Alsace (depuis 1982, en euros constants) :

- en rouge : prix des sciages (selon l'indice CEB = prix des sciages pour la charpente standard)
- en vert : prix moyen/m<sup>3</sup> de bois façonné
- en bleu : prix moyen/m<sup>3</sup> de bois sur pied



Le remarquable parallélisme des courbes montre que le prix des grumes a suivi le prix des sciages et qu'actuellement on a même une « marge brute » entre prix des sciages et prix de la grume qui est moindre que dans les années 80, mais cela a été compensé par des gains de rendement.

**Pour le pin sylvestre**, un bois « rouge », on retrouve ce qu'on a vu pour les résineux en général : le choc de la tempête de 1999, puis une remontée sensible des cours ces dernières années pour retrouver un niveau proche de ce qu'il était avant tempête, notamment en ce qui concerne les bois façonnés (violet) : prix moyen de 52 €/m<sup>3</sup> sur la période 1995-1999) contre 51 €/m<sup>3</sup> en 2007-2011.

### Conclusions

- Des marchés mondialisés y compris pour les bois ronds des zones tempérées
- Les usages « traditionnels » les plus valorisés cantonnés à des marchés de niche
- Une valorisation des bois d'œuvre feuillus fortement tributaire des marchés à l'export pour les grumes, mais également pour les sciages :  
(en 2010 : 31% de la production exportée pour le chêne – 46% pour le hêtre)
- Des besoins industriels en « produits » standardisés à rapport qualité/prix compétitif
- Une concentration dans la distribution des sciages : négoce spécialisés à destination des professionnels, GSB pour la clientèle particulière => pression sur les prix

Mais un accroissement attendu des besoins mondiaux en bois et une compétition certaine entre les usages =>

Office National des Forêts

### En conclusion,

- les marchés sont de plus en plus mondialisés pour les sciages, bien sûr, mais aussi pour les grumes ; c'était habituel pour les bois tropicaux, mais depuis une vingtaine d'années cela concerne aussi les bois ronds tempérés d'Europe de l'Ouest, massivement exportés vers le Sud-est asiatique : le hêtre d'abord, mais aussi le chêne et maintenant même les résineux, ce qui est assez inquiétant ;
- les usages les plus valorisés (tranche, menuiserie pour les TGB résineux) sont maintenant des marchés de niche ;
- pour la valorisation des feuillus, la France (on a 2/3 de feuillus) est particulièrement tributaire des marchés à l'export ; quand pour diverses raisons il y a un arrêt à l'export, l'impact est immédiat sur nos ventes : les prix chutent fortement comme on le constate actuellement pour le chêne (- 20 à 30 % sur les qualités secondaires par rapport au printemps dernier) ; cela vaut aussi pour les sciages, dont les prix dépendent des cours fixés sur le marché mondial ; quand on exporte du chêne en Asie, on est directement en concurrence avec les USA, 1<sup>er</sup> producteur mondial de sciages de chêne (chênes rouges et chênes blancs) ; le hêtre est en concurrence avec des bois tropicaux, les résineux avec Pinus radiata (cf. tempête Landes : l'export des grumes de pin maritime s'est arrêté au bout de 2 mois : les Néo-Zélandais ont revu à la baisse le prix de Pinus radiata pour conserver leur marché en Chine).
- les besoins sont de type industriel (on en a parlé pour les bois résineux) ;
- on observe enfin une concentration dans la distribution des sciages : grandes centrales d'achat pour les professionnels, grandes surfaces de bricolage (GSB) pour les particuliers ; d'où une grosse pression sur les prix des sciages et par conséquent sur les grumes.



Mais il ne faut pas désespérer : vu l'accroissement attendu des besoins en bois... un jour on sera de nouveau riche !

## Questions/Réponses

**Jean-Luc Peyron, Ecofor :** Deux remarques sur l'effet de ciseau.

1 – Sur l'aspect diminution des prix du bois : les prix ont été très influencés (à la hausse) pendant les 30 dernières années par les chocs pétroliers ; il y a donc un effet de retour à la normale par rapport à une anomalie liée aux chocs pétroliers. Dans les évolutions plus récentes, on voit encore sur les courbes un petit effet positif lié à l'augmentation du prix du pétrole en 2008. Cette sensibilité des prix du bois aux cours du pétrole est un point important pour l'avenir.

2 - Sur le coût de main-d'œuvre, la même analyse vaut pour tous les secteurs de l'économie : des salariés mieux payés, mais beaucoup plus productifs. La comparaison brute entre prix du bois et coût horaire de la main-d'œuvre est insuffisante : il faut aussi prendre en compte l'augmentation de la productivité du travail qui fait qu'aujourd'hui, on produit plus en une heure qu'autrefois ; cette rectification n'annule pas forcément l'effet de ciseau, mais en diminue fortement l'ampleur.

**Benoît Cuillier :** Il y a eu des gains de productivité en récolte de bois, c'est certain ; en sylviculture aussi, mais pas dans les mêmes proportions. Sur le premier point, l'influence du bois énergie, on peut revenir sur les courbes d'évolution des prix de vente du chêne, en s'intéressant aux bois moyens (BP 30-45, BF 2-3) où il y a une forte proportion à usage bois énergie : le prix moyen des dernières années est nettement supérieur à ce qu'il était avant 2000.

**Jean-Luc Peyron :** J'ai fait dans le passé des calculs de productivité et j'ai effectivement constaté qu'en exploitation les gains de productivité compensaient la hausse des coûts de main-d'œuvre, mais pas en sylviculture (en tout cas pas en reboisement). Par ailleurs je voudrais préciser le lien entre prix de l'énergie et prix du bois : il s'agit d'un effet du prix de l'énergie, mais pas forcément du prix du bois énergie. Si on revient à la courbe des GB de chêne, elle est très sensible au choc pétrolier de 1980 ; il peut y avoir en partie un effet de décalage (bois énergie plus cher donc les qualités supérieures se vendent aussi plus cher), mais il y a surtout le fait que le bois est un matériau qui demande peu d'énergie pour sa mise en œuvre et devient compétitif par rapport au plastique, à l'acier et l'aluminium quand le prix de l'énergie augmente. Donc ça concerne aussi le prix du bois d'œuvre.

**Benoît Cuillier :** Cette remarque sur l'énergie en amène une autre à propos du hêtre, qui nous pose de grosses interrogations : va-t-on en arriver, suite à la déstructuration de la filière, à ce qu'on voit en Allemagne, où 75 % du volume récolté en hêtraie part en BI/BE (bois d'industrie/bois énergie), les usages bois d'œuvre ne concernant plus que quelques billes de pied de qualité ?

**Bernard Gamblin, DTCB :** Les prix du BE en Allemagne ne sont pas les mêmes que les nôtres : entre 50 et 60 €/m<sup>3</sup> pour le bois bûche bord de route selon qu'on est plus ou moins

proche d'une grande ville ; c'est le prix du bois d'œuvre en France ! C'est une question à creuser. Actuellement le prix du BE ne pousse pas vraiment les propriétaires à vendre : dans une région où on vend de grandes quantités de BE suite à la fermeture d'une usine BI, le BE se vend actuellement 32 € bord de route quand le BI était payé 42 : le propriétaire forestier n'a rien gagné à la substitution ! La demande croissante en BE n'a pas encore créé la dynamique attendue sur les prix.

**Bernard Gamblin :** Par ailleurs, Les prix des résineux ne sont pas aussi stables qu'il a été dit : les bois sur pied sont passés de 46 à 34 €/m<sup>3</sup> entre les deux périodes de comparaison, avant et après tempête ; ils ont donc perdu plus de 25 %.

**Benoît Cuillier :** Il aurait fallu préciser : pourquoi une telle différence d'évolution entre bois façonnés (BF) et sur pied (BP) ? Le BF correspond à des contrats d'approvisionnement essentiellement développés dans le grand quart nord-est, là où la matière est la plus chère ; le BP est majoritaire dans la moitié sud, avec une filière peu structurée, voire absente dans certaines régions très forestières.

**Bernard Gamblin :** Autrement dit, le marché français des résineux est cloisonné en marchés régionaux, et le fait qu'il manque environ 5 à 6 Mm<sup>3</sup> de grumes n'a pas tout l'effet qu'on pourrait attendre sur le prix des grumes : l'effet est sensible dans les Vosges, mais il est bien moindre dans le sud.

**Benoît Cuillier :** Et il ne faut pas oublier que les 3 Mm<sup>3</sup> de sciages et produits rabotés importés ont un prix (de marché mondial) qui forcément influe sur le prix des sciages produits en France.

**Jacques Valeix, inspection générale :** Je souligne les différences qu'il y a entre les marchés des grandes essences. C'est vrai qu'il y a de gros problèmes sur le hêtre. Mais pour ce qui est des résineux blancs (sapin-épicéa), une enquête présentée récemment au Carrefour international du bois dit que les maisons en bois ont représenté 11 % du marché des maisons individuelles en 2011, alors qu'on en était auparavant à 8 % et même il n'y a pas si longtemps à 4 % : il y a donc une tendance forte à introduire du bois dans la construction individuelle (on ne parle pas des bureaux et immeubles) et, en plus, le bois représente 20 % du marché des extensions et surélévations. Cette tendance ne profite pas qu'à l'importation : c'est un moteur qui se met en place, intéressant pour la modernisation de la filière bois d'œuvre résineux. Pour autant que le tissu industriel se structure, il y a là une vraie demande qui peut faire bouger les lignes ; il n'y a pas que le bois énergie.

**Benoît Cuillier :** L'enjeu pour les forestiers est aussi de remettre en production les zones qui sont sorties de la récolte (régions de montagne, avec les problèmes induits de desserte, etc.) : c'est là-dessus qu'on a perdu pas mal de production.



**Jean-Michel Leban**  
directeur de l'École nationale  
supérieure des technologies  
du bois  
(ENSTIB, Université de  
Lorraine)

**Jean-Michel Leban est docteur en sciences du bois. Avant de rejoindre l'ENSTIB, il était directeur de recherche à l'INRA, spécialisé dans la qualification et la modélisation des propriétés du bois, surtout les résineux ; il s'intéresse beaucoup à la valorisation, au travers de logiciels comme SIMQUA qui est un simulateur de qualité. Avec une équipe de chercheurs de Lorraine, de Suisse et de Mulhouse, il a reçu en 2005 en Autriche le prix Schweighofer de l'innovation technologique pour ses travaux sur le soudage du bois.**

## Cycle de vie des produits, panorama des filières de valorisation, construction bois

On m'a demandé un panorama général sur les produits bois. J'ai donc réuni des éléments que je vais exposer en trois parties :

1/ une présentation rapide du contexte bois construction tel qu'il a été évoqué au travers des résultats de l'enquête France Bois Forêt/ Agence économique de Bretagne présentée à l'Observatoire du bois construction,  
2/ une deuxième partie sur ma vision de la ressource forestière, du point de vue de l'adéquation entre ressource disponible et types produits valorisés,  
3/ enfin une partie sur les innovations : perspectives nouvelles d'utilisations des bois, exemples d'usages à partir desquels on pourra tirer éventuellement des conséquences sur ce qu'il faut faire pour les ressources futures.

Je précise qu'il faut bien distinguer :

- les observations sur la ressource d'aujourd'hui, pour laquelle on ne peut plus rien ou presque en terme de sylviculture,
- les questions qu'on peut se poser en termes de quantités, prix, qualité pour la ressource future à des horizons de 10, 20 ou 30 ans et +.

**En préambule,** rappelons le Grenelle de l'Environnement et les objectifs affichés :

- d'amélioration de l'efficacité énergétique,
- de réduction des émissions de gaz à effet de serre,
- d'augmentation de la part des énergies renouvelables.

Dans ce contexte le matériau bois a un rôle central à jouer, avec une forte pression attendue sur la ressource bois et de possibles conflits d'usage du matériau. J'ajoute, d'après les résultats d'une enquête réalisée en 2011 auprès des professionnels qui participaient au salon Expobois, que ce secteur est en pleine évolution et qu'il a besoin de compétences : les entreprises recrutent pour faire face à un surcroît d'activité (encore actuel malgré la crise), pour développer le volume d'affaires et surtout pour acquérir de nouvelles compétences. C'est un point très important.



Le secteur du bâtiment est le premier consommateur de bois en France

La construction Bois

La construction bois désigne toutes les techniques constructives à base de bois permettant de réaliser un bâtiment neuf

**Ossature bois (75%)**

Système poteaux poutres (12%)

Panneaux massifs contrecollés ou contre cloués (4%)

Colombage (3%)

Bois massif empilé (5%)

Source, Observatoire national de la construction Bois, juin 2012

## 1 - Le contexte du secteur bois Construction

Comme on le sait, le secteur du bâtiment est le premier consommateur bois en France et, dans ce secteur, la construction bois tient une place grandissante.

Je rappelle ici en quoi consiste la construction bois ; il s'agit des différentes techniques constructives mises en œuvre, illustrées dans la diapositive suivante, qui correspondent à des choix technologiques, des modes de produits, des niveaux de reconstitution assez différents. Ce qu'il faut retenir ici, c'est que la technique de l'ossature bois domine très largement dans la construction bois.

L'ossature bois est un système constructif dans lequel les éléments de paroi contribuent à la résistance mécanique de l'ensemble tandis que dans le système poteau-poutre, comme son nom l'indique, ce sont les poteaux et poutres qui assurent la stabilité et le dimensionnement mécanique des structures et les parois n'ont qu'une fonction de remplissage, délimitation des volumes, isolation thermique... Les autres techniques ne sont utilisées qu'en proportions très faibles.

Le choix du système constructif conduit à des modes d'élaboration et de mise en œuvre très différents qui vont d'un faible niveau de transformation pour les plus traditionnels (et les moins représentatifs en volume) à des niveaux très élaborés pour les produits très industrialisés de l'ossature bois, qui domine très largement. Cette transformation élaborée associe des types de produits divers, mais qui ont tous comme caractéristique commune d'être élaborés à partir de petites sections comparativement aux dimensions des arbres. C'est vrai pour les panneaux constitutifs de l'ossature, pour les panneaux de bois reconstitué utilisés pour le contreventement, pour les panneaux isolants de fibre de bois...

Pour se faire une idée plus précise des volumes de bois concernés par type de construction bois, le CNDB a développé une méthodologie qui définit des catégories de construction (logements individuels, collectifs, etc.) et, pour chaque catégorie, trois classes correspondant aux différentes options techniques et d'équipement... Il a ainsi pu calculer le volume de bois utilisé pour 100 m<sup>2</sup> de chaque catégorie de construction et pour chacune des classes. Ce sont les logements individuels qui utilisent le plus de bois avec 6 à 12 m<sup>3</sup> pour 100 m<sup>2</sup> tandis qu'à l'opposé ce sont les bâtiments industriels et de stockage qui en utilisent le moins (1,5 à 3 m<sup>3</sup> pour 100 m<sup>2</sup>).

Au-delà de l'illustration, ces données peuvent être reliées au nombre de bâtiments mis en chantier, ainsi qu'à l'évolution de la construction bois qui est passée en dix ans de 4 à 11 % avec de grandes variations régionales puisque la proportion de construction bois varie de 4 % en région parisienne à 16 % en Lorraine et Bretagne, par exemple.

### Ossature Bois



### Poteau poutre



### Panneaux contrecollés



### Madriers empilés (dont fuste)



Nombre de m3 de bois par type de construction (100 m<sup>2</sup>)

Réf	Catégorie	Classe 1	Classe 2	Classe 3
1	Logements individuels	6	7,5	12
2	Logements collectifs	3,5	4,5	7
3	Bureaux	2	2,5	4
4	Commerces	3,5	4,5	7
5	Garages, parkings, transports	1	1,5	2
6	Bâtiments à caractère hôtelier	3,5	4,5	7
7	Bâtiments résidentiels pour collectivités	2,5	3	5
8	Bâtiments pour enseignement et recherche	3	4	6
9	Bâtiments sanitaires et sociaux	2,5	3	5
10	Bâtiments sportifs, de loisirs, culturels et religieux	2,5	3	5
11	Bâtiments agricoles	1,5	2	3
12	Bâtiments industriels et de stockage	1,5	2	3

Source, CNDB

## D'où viennent les bois utilisés dans la construction ?

- 23 % des entreprises utilisent exclusivement des bois français
- 58% des entreprises utilisent des bois français et importés
- 8% des entreprises ne connaissent pas l'origine des bois utilisés
- **Au total, 56% du bois utilisé provient des forêts françaises**

Source, Observatoire national de la construction Bois, juin 2012

Les bois utilisés dans la construction bois viennent en moyenne à 56 % de la forêt française. Ce chiffre est intéressant et il nous indique que le potentiel d'amélioration de l'utilisation des bois de notre ressource est très important.

Les entreprises qui agissent dans le domaine de la construction bois utilisent une proportion variable de bois français comme le montrent les résultats de la première enquête conduite par l'Observatoire de la construction bois dans le cadre du Carrefour international du bois à Nantes (étude FBF/agence économique de Bretagne).

Cette étude montre également que l'entreprise moyenne de construction bois a un chiffre d'affaires annuel de 1,5 M€, emploie environ 13 personnes et travaille essentiellement au niveau de son département ; la moitié font de la R&D. Ce sont donc de petites entreprises qui utilisent une bonne part de bois français, mais la part importée reste considérable et se traduit dans le fameux déficit de la balance commerciale.

## La balance commerciale, un déficit chronique

	Premier semestre 2010	Premier semestre 2011
Grumes, sciages, plaquettes...	-292	-211
Placages-Panneaux-Produits du travail mécanique du bois...	-1765	-1887
Meubles et sièges en bois	-1189	-701
Tannins-lièges...	-99	-134
<b>Total</b>	<b>-3345</b>	<b>-2932</b>

Source, Agreste Conjoncture, Bois et dérivés, octobre 2011, n°22

millions d'Euros

Il reste à un niveau annuel d'environ 6 milliards d'euros et porte pour l'essentiel sur les produits à forte valeur ajoutée utilisés dans le domaine de la construction

Pourquoi ce déficit ?

Ce déficit de la balance commerciale bois est connu, chronique, et concerne en particulier les produits de construction (ainsi que les meubles et sièges). L'enjeu est donc de réduire ce déficit, ce qui pose la question : pourquoi un tel déficit, alors que le contexte est devenu très favorable au bois et que l'augmentation de la construction bois est une tendance forte et durable ?

Pour tenter de répondre, j'ai retracé l'évolution de la production de grumes et sciages en France entre 2002 et 2010. On peut voir que cette évolution ne reflète pas l'augmentation de la construction bois.

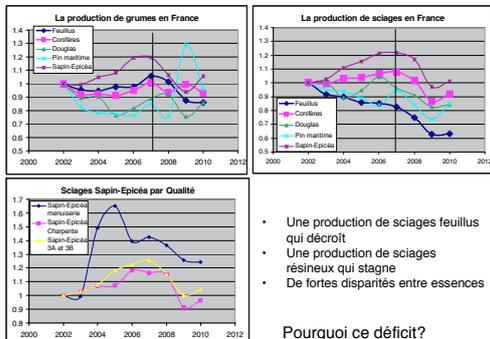
Les graphes représentent le niveau relatif de la production par rapport à la production de 2002, ramenée à 1. Pour les graphes du haut (production de grumes à gauche, de sciages à droite), on voit en bleu foncé les feuillus, en rose les résineux, et on observe que :

- en 2010, la production de grumes n'atteint que 85 % de ce qu'elle était en 2002 pour les feuillus, et un peu plus de 90 % pour les résineux ;
- pour les sciages feuillus, le niveau 2010 est à 60 % de ce qu'il était en 2002 et pour les résineux il est à 90 % du niveau de 2002

Il y a donc une tendance générale à la baisse, particulièrement accusée pour la production de sciages feuillus. Faisons maintenant un zoom sur l'épicéa, essence particulièrement importante dans la construction. En ventilant la production par classes de qualité on observe qu'en 2010, la production a augmenté de 20 % en menuiserie, mais elle est stable dans les autres classes.

Les tendances générales sur les résineux sont donc à nuancer par qualité de produits, ce qui illustre la question de l'adéquation entre les qualités disponibles et les besoins pour construction bois. Le sylviculteur doit-il viser la production de bois pour la menuiserie ? Il y a aussi de fortes disparités entre essences, disparités que je ne détaille pas ; voir par exemple l'effet de la tempête Klaus sur le pin maritime (bleu clair) et noter le comportement particulier du douglas (vert).

## L'évolution de la production de grumes et de sciages ne reflète pas l'augmentation de l'utilisation du bois



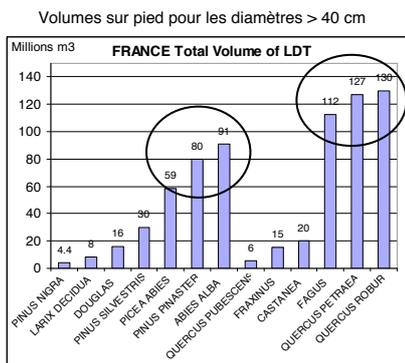
- Une production de sciages feuillus qui décroît
- Une production de sciages résineux qui stagne
- De fortes disparités entre essences

Pourquoi ce déficit ?

## Notre ressource n'est pas homogène

### Le capital sur pied

- Chênes  
257 millions de m<sup>3</sup>
- Sapin et Epicéa  
150 millions de m<sup>3</sup>
- Hêtre  
112 millions de m<sup>3</sup>



## 2 – Quelques caractéristiques de la ressource forestière

Autre élément de réponse à la question du déficit : les spécificités de la ressource (volumes sur pied, restreints ici aux bois de D130 > 40 cm). Cette ressource se caractérise en France par le nombre des essences qui la composent. Composition spécifique riche et particulière, dominée par des volumes importants pour les 3 principales essences feuillues (chênes sessile et pédonculé, hêtre) et résineuses (sapin, pin maritime, épicéa).

NB : les illustrations de cette partie sont tirées d'une analyse réalisée sur les gros bois dans le cadre du Cost E40 (chiffres de 2004) : *Large dimension Timber in the French Forest Resource*. Jean-Michel Leban, Catherine Cluzeaux, Michael Lecourt, Jean-Denis Lanvin, March 2006

Disparité des essences, donc, mais aussi hétérogénéité spatiale des volumes sur pied.

En outre, si on compare la répartition de la ressource sur pied avec celle des volumes de sciages produits (au grain du département), on a des résultats contrastés. Ces cartes montrent, à gauche, les volumes sur pied et, à droite, les volumes sciés, avec des gris d'autant plus foncés que le volume est important (en vert, les départements ne produisant quasiment pas de sciages) :

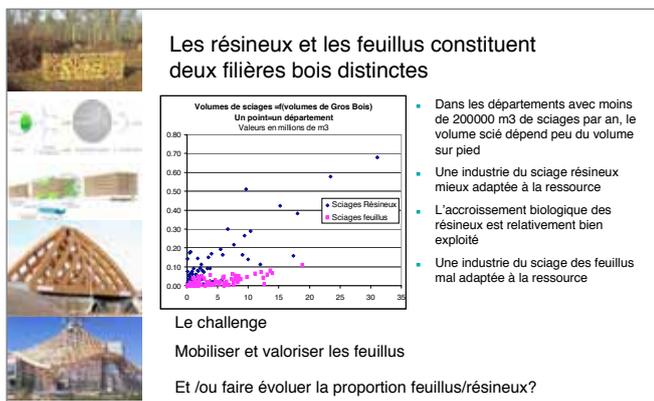
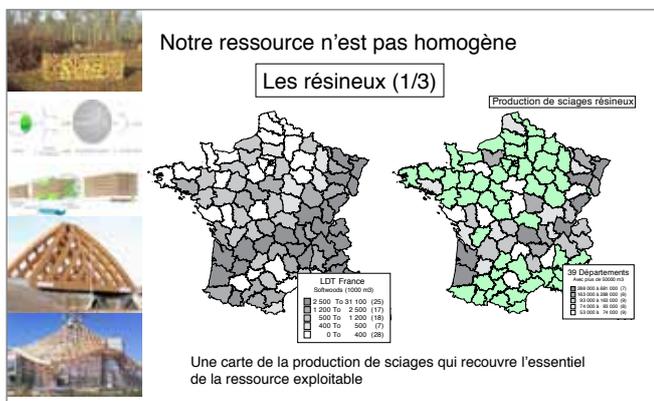
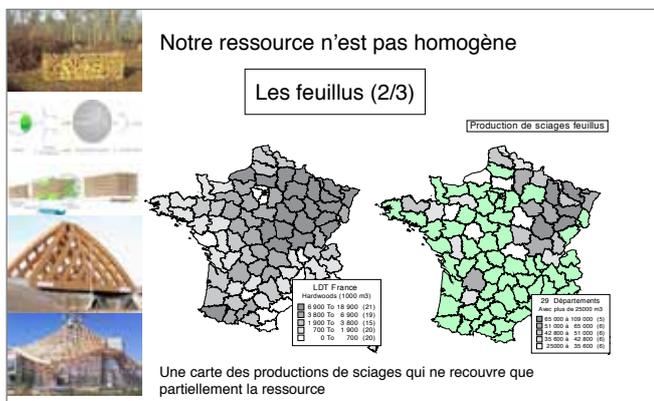
- pour les feuillus (soit 2/3 de la ressource), on observe une sorte de découplage entre la carte de la ressource et celle des sciages : le recouvrement n'est que très partiel ;
- pour les résineux (1/3 de la ressource), on a une meilleure adéquation qualitative puisque la carte de production des sciages recouvre bien l'essentiel de la ressource en résineux.

Quand on reporte ces données sur un graphique, avec en ordonnée les volumes de sciages commercialisés et en abscisse les volumes de bois sur pied, chaque point représentant un département, on voit bien que :

- pour la filière résineuse, plus la ressource est importante, plus il y a de sciages produits ;
- mais pour les feuillus, les volumes de sciages sont relativement indépendants de la ressource sur pied.

Autrement dit, les sciages résineux sont liés à la ressource disponible par département ce qui n'est pas le cas pour les feuillus.

On peut s'interroger sur les stratégies qui ont conduit à cette situation, mais la question qui nous préoccupe aujourd'hui c'est la valorisation de la ressource en feuillus, ressource pour laquelle il faudra innover. Ce qui m'amène à ma 3<sup>e</sup> partie.



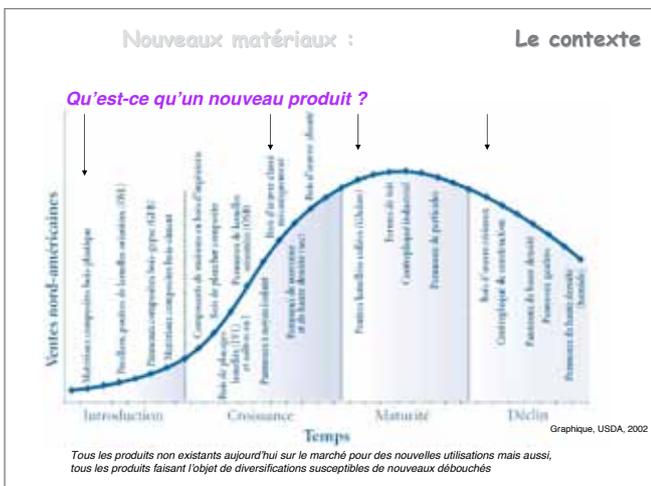
**Nouveaux matériaux :** **Le contexte**

**Les nouveaux produits du bois**

Dans quels secteurs et sous quelles formes?

<p><b>Bois énergie</b></p> <p><b>Bioénergie</b> Granulés et nouvelles formes de biocombustibles</p> <p><b>Optimisation, valorisation maximale</b> Cogénération dans le secteur collectif et industriel</p>	<p><b>Bois massif</b></p> <p><b>Innovations constructives</b> Poutre en I Ossature bois Bâtiment R+2 Mixité des matériaux</p> <p><b>Bois reconstitué</b> Panneaux à base de bois Bois contrecollé</p>	<p><b>Bois fibre</b></p> <p><b>Matériaux composites</b> Bois plastique Bois béton</p> <p><b>Nouvelles fonctionnalités</b> Electronique imprimée Isolant fibre de bois</p>	<p><b>Bois chimie</b></p> <p><b>Substitution aux matières premières fossiles</b> Chimie ligno-cellulosique</p> <p><b>Nouvelles voies de valorisation</b> Chimie des terpènes Chimie des alcalins Gazéification du bois</p> <p><b>Chimie pour le bois</b> Colles et résines</p>
--	---	---	--

Source: Alcomed, Pioame, 2011



### 3 – Nouveaux produits et perspectives d'innovation : quelques exemples

Les nouveaux produits qu'on peut envisager concernent le bois massif, le bois énergie le bois fibre et le bois chimie ; je vais parler principalement du bois massif et essayer de donner un exemple sur la partie bois chimie qui convient particulièrement aux feuillus et qui représente un marché important pour l'ONF.

Pour le bois massif il y a des innovations constructives grâce à toute une série de nouveaux produits qui visent aussi l'industrialisation des composants de construction bois ; poutres avec des propriétés constantes, en bois massif reconstitué (BMR), poutres à propriété structure dites poutres en « I »...

Les nouveaux produits résultent d'innovation de différentes natures :

- innovations de rupture : on invente des produits qui n'existent pas, par exemple des mousses isolantes à base de tanins, qui sont encore au stade de prototype ;
- innovations incrémentales : amélioration de techniques ou utilisations existantes. L'usage des sciages résineux en structure existe traditionnellement depuis longtemps, mais on doit désormais s'assurer précisément de leurs propriétés mécaniques : en ce sens, les bois classés mécaniquement sont des nouveaux produits. De même, chez les feuillus, on va pouvoir mesurer la composition en tanins du bois pour affiner l'utilisation en tonnellerie.

Ce graphe, tiré d'une étude américaine, représente le volume commercialisé d'un produit en fonction de son stade de développement. Tous les produits passent par une phase d'introduction, puis de croissance, maturité et enfin déclin. Il est important de situer le stade de développement des produits bois correspondant à notre ressource. Les bois de structure classés visuellement sont en phase de déclin. Sans changer le type de produit, l'utilisation ni les outils de transformation, l'ajout de capteurs pour classer mécaniquement les sciages est une innovation incrémentale qui fait de ces sciages un « nouveau produit ». Ce nouveau produit est en phase d'introduction en France : il n'y pas encore de marché, au sens où on ne met pas d'euro supplémentaire pour du bois classé mécaniquement. Mais désormais la réglementation l'impose ; si on n'est pas capable de classer mécaniquement notre ressource, elle sera handicapée face au pin radiata néo-zélandais toujours classé mécaniquement, sur pied ou en sortie de scierie.

Voici quelques exemples de nouveaux produits concernant le bois massif, matériau de structure.

Les illustrations de gauche montrent des produits standardisés, des poutres soit à base de bois exclusivement soit en association avec d'autres matériaux, ici des âmes en acier : dans les deux cas on utilise de petites sections.

Sur la photo de droite un autre exemple d'innovation, celui des bois traités thermiquement : c'est un procédé qui confère au bois (ici du hêtre) une durabilité importante qui permet dans cet exemple un usage en structure.

**Nouveaux matériaux :** **Matériaux de structure**

**Nouveaux matériaux à base de bois : quelques exemples**

Standardisation  
Temps de montage  
Association avec d'autres matériaux  
Durabilité, recyclage

Nouveaux matériaux : **Matériaux de structure**

**Quelques innovations dans la construction bois**

★ Deux exemples d'innovation incrémentale

Standardisation  
Temps de montage  
Association avec d'autres matériaux  
Durabilité, recyclage

Ici, en haut, c'est un autre exemple d'innovation incrémentale : du contreplaqué qui peut être mis en forme (thermoformé) sur chantier selon les prescriptions de l'architecte.

En bas ce sont des exemples d'éléments tridimensionnels de structure : produits standardisés qui permettent de faire de la poutre caisson. Ces exemples illustrent la nécessité de déporter le maximum de valeur ajoutée sur la fabrication en atelier pour contrôler la qualité des produits et réduire temps de montage sur chantier (à droite un exemple d'innovation de type architectural utilisant ces matériaux standardisés).

Ci-dessous, enfin un exemple de procédé innovant qu'on n'a pas encore réussi à industrialiser, mais qui permet d'assembler des pièces de bois sans colle, en utilisant la friction mécanique seulement : on appelle ce procédé le soudage du bois.

Ce procédé permet de constituer des éléments de structure (ici un plancher) pour lesquels on a validé la tenue mécanique, ou bien ou des meubles ; cela permet aussi d'assembler différentes essences de bois entre elles.

Nouveaux matériaux : **Matériaux de structure**

★ Le soudage du bois

Effort appliqué  
Rotation du boulon  
Support avec trou percé  
Fricton linéaire alternée

Nouveaux matériaux : **Matériaux de structure**

★ Le soudage du bois

Nouveaux matériaux : **Matériaux de fonction**

**Nouveaux matériaux fonctionnels non cellulodiques**

prétraitement

extractibles  
lignine  
cellulose  
hémicellulose

MATERIAUX

Quittons le domaine des matériaux de structure pour aborder un autre axe en plein développement, qui va aller crescendo et qui porte sur les matériaux de fonction. Le principe repose sur la déstructuration plus ou moins poussée du bois, dont on va extraire des constituants fibreux cellulodiques ou des constituants non cellulodiques pour construire des produits extrêmement variés : des isolants à base de tanins ou des matériaux composites à base de cristallites de cellulose, par exemple.

(Référence : De nouveaux matériaux à base de bois : un contexte, des exemples. Alain Celzard, Jean-Michel Leban, 2012, CIAG - Volume 18 /mars 2012.)

Je ne vais pas détailler ces nouveaux matériaux de fonction (voir la présentation de Michel Petit-Conil). Je vais plutôt évoquer le cas des tanins, et de l'élaboration des vins : c'est un élément important pour l'ONF, car je crois que les bois de tonnellerie représentent 250 à 260 000 m<sup>3</sup>/an et 100 à 110 M€ de recettes.

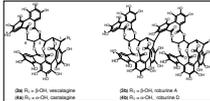
Nouveaux matériaux : Matériaux de fonction

Les tanins : un sujet crucial dans l'échange bois-vin

les **tanins hydrolysables** du bois de **chêne**, ou **ellagitanins**, sont extraits au cours de l'**élevage en barriques**.

Leur **incidence qualitative** est reconnue (cf. travaux universitaires):

- Amélioration de la **stabilité de la couleur**.
- **Réduction de l'astringence** par les réactions tanins-anthocyanes.
- **Activité antioxydante et antiradicalaire**: diminution de la disponibilité de l'oxygène pour d'autres réactions (base des tanins œnologiques).



Ainsi:

- **Utilisation systématique** de ce critère dans tous les essais R&D vins de la tonnellerie Radoux.

- **Millésime 2006**: Premier essais R&D vins spécifiques orientés sur la sélection du bois en fonction du potentiel polyphénolique.

En fait, dans les échanges bois/vin, il y a au moins deux fonctions importantes du bois qui sont requises :

- les propriétés physiques de porosité et diffusion liées à l'anatomie,
  - la composante chimique (tanins),
- et bien sûr les interactions entre les deux aspects.

Les tanins tiennent un rôle important dans l'élaboration du vin pour la réduction de l'astringence, l'activité antioxydante et anti-radicaux libres, la stabilité des couleurs... et le goût.

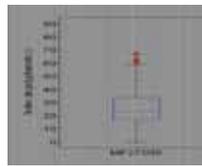
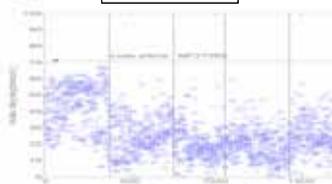
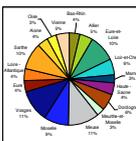
Le contrôle des tanins peut conduire à l'élaboration de goûts très typés. Pour progresser dans ce domaine, un programme de recherche, associant la tonnellerie Radoux avec notamment l'INRA Orléans, a abouti à la conception d'un appareil (Oakscan®) mesurant douelle par douelle un index de tanin.

(Source : Développement du procédé de mesure OakScan® : Outil d'évaluation rapide et non destructif de la qualité du bois de chêne pour l'œnologie, Thomas Giordanengo et Nicolas Mourey- 2009- In « Le contrôle non destructif dans l'industrie du bois, de l'arbre sur pied jusqu'au produit fini », Mont-de-Marsan.)

Nouveaux matériaux : Matériaux de fonction



Conception d'un **capteur proche infrarouge spécifique** pour la ligne d'usinage des merrains en douelles à la tonnellerie Radoux.



Source, Thomas Giordanengo et Nicolas Mourey- R&D Tonnellerie Radoux, 2009

À partir d'un échantillon représentatif de la ressource forestière, 400 grumes provenant de différentes forêts, on a analysé toutes les douelles avec cet appareil. On voit sur le graphique de gauche le résultat des mesures d'une journée avec en ordonnée l'index de tanin et en abscisse le numéro d'ordre des pièces de bois qui passent ; à partir de cet index on peut constituer des lots homogènes en composition tannique pour composer des goûts particuliers.

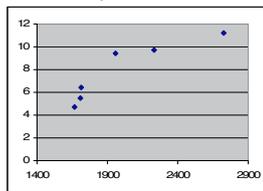
On pourrait imaginer que l'industriel établisse une carte des index de tanins disponibles dans notre ressource et qu'il relie ces index au prix du bois comme on le fait déjà pour la qualité d'aspect. En extrapolant, cela pourrait aboutir à long terme à se passer des chênes [protestations catastrophées dans la salle !]. Je dis ça parce que j'ai rencontré récemment Brad Boswell, patron du groupe américain Merrain International qui possède l'unité de Monthureux (88) et l'un de ses axes de travail porte sur la réduction du coût du bois dans l'élevage du Whisky ; il n'est pas exclu que cette démarche concerne un jour la production du vin.

Quoi faire?

Former des cadres pour la filière Forêt Bois qui recrute

augmenter la valeur ajoutée dans les scieries et la fabrication d'articles en bois et de meubles

Domaine d'activité	Brut mensuel	% Cadres
Sciage et rabotage du bois	1669	5
Fabrication articles en bois	1710	5
Fabrication de meubles	1712	6
Construction de Bâtiments	1957	9
Articles en papier ou en carton	2231	10
Pâte à Papier, papier et cartons	2727	11



Salaire brut mensuel en Euros

Articles en bois: bois de charpente, panneaux de bois, placages, emballages en bois, parquets en bois, armatures en bois et bâtiments en bois préfabriqués.

L'ensemble des acteurs de la filière bois recrute pour faire face à un **surcroît d'activité** (41%), **développer le volume d'affaire** (35%), **acquérir de nouvelles compétences bois** (23%) (Enquête EXPOBOIS, Octobre 2011, entreprises sur le secteur du bâtiment (44,2%) et de l'ameublement (29,4%))

Que faire pour mieux utiliser la ressource ?

Revenons à la question : pourquoi n'utilise-t-on que 56 % de bois français dans la construction bois ? Nous avons des contraintes spécifiques à la ressource, mais aussi des lacunes en innovation et un déficit de valeur ajoutée comme l'illustrent les chiffres suivants : en France, 30 emplois pour 1 000 ha de forêt contre 120 en Allemagne

Pour augmenter notre part de valeur ajoutée, il faut former plus de cadres pour la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> transformation.

**Quoi faire?**  
**Remplacer les feuillus par des résineux!**

La substitution d'essence conduit, à un stockage supplémentaire de carbone de 1,6 tonne/ha/an, en faveur d'un résineux de plantation

**Hêtre**

**Douglas long**

Vallet P., Meredieu C., Seynave I. et al., 2009 Species substitution for carbon storage: Sessile oak versus Corsican pine in France as a case study. Forest Ecology and management, 257(4), 1314-1323

Avant de poursuivre sur l'utilisation de la ressource, je voudrais insister sur un autre aspect : l'intérêt du bois pour le stockage du carbone, aussi bien en forêt qu'en aval, dans les produits bois. C'est la question des propriétés environnementales.

Si on veut progresser dans ce domaine, examinons l'efficacité du stockage pour les différentes essences sur l'ensemble du cycle sylvicole, y compris la part de stockage dans les produits bois. Dans les graphiques ci-contre on a en bleu foncé le stockage assuré par les racines, en bleu moyen celui la partie aérienne et en bleu clair celui des produits bois, sur l'ensemble d'une révolution et on voit que :

- la quantité de carbone dans les produits est assez faible par rapport à l'ensemble : pour l'augmenter, il faut mobiliser plus de bois dans les produits à longue durée de vie ;
- substituer les feuillus par des résineux conduit à un stockage de carbone plus important.

C'est important d'avoir ça en tête face à l'ensemble des enjeux forêt-bois.

Dans l'immédiat, pour fournir des produits en adéquation avec les besoins de l'industrie il faut progresser dans les outils et méthodes d'évaluation quantitative et qualitative des ressources forestières et cela aux différentes échelles que sont le peuplement, la forêt et la ressource à l'échelle régionale et nationale. Un des nouveaux outils en cours de développement est le LIDAR terrestre.

**Quoi faire?**  
**Innover, des approvisionnements sur mesure**

Quantifier et qualifier à des résolutions spatiales plus fines que celles qui sont actuellement disponibles

Outils d'aide à la gestion, quantifier les propriétés en forêt, évaluer, contractualiser les approvisionnements arbitrer bois énergie/bois construction

À l'aval, la tomographie à haut débit est une innovation qui va permettre de progresser dans le domaine du sciage. Le scanner tomographique à rayons X permet de voir à l'intérieur des grumes avant le sciage et donc de maximiser la valeur des produits par un choix approprié de débit qui prend en compte la qualité interne .

**Quoi faire?**  
**Innover, voir à l'intérieur avant de scier, la tomographie**

**Quoi faire?**  
**Augmenter la part du bois dans la construction et expliquer les effets positifs**

**L'effet de la substitution**

Substituer le béton par du bois constitue un moyen de diminuer les émissions de carbone de 1,1 tonne de CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> de bois utilisé (**important**)

L'utilisation du bois en construction permet de constituer un réservoir de carbone pour la durée de vie du bâtiment de 0,9 tonne de CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> de bois utilisé (**impact positif mais faible**)

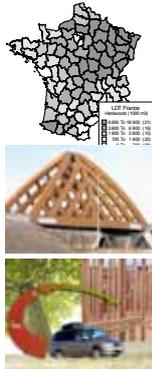
Consommer du bois pour produire de l'énergie, soit au terme du cycle de vie des bâtiments ou d'autres sources, par substitution de combustibles fossiles, est une utilisation clé à développer (**impact systémique positif, cumulatif, d'importance majeure**)

Perez Garcia J., Lippke B., Connick J., Manriquez C. 2005. An assessment of carbon pools, storage, and wood products market substitution using life-cycle analysis results. Wood and Fiber Science, 37 Corim Special Issue, 2005, pp. 140 - 148

Enfin, en termes de communication, il faut bien expliquer que, au-delà de l'augmentation de la part du bois dans la construction, c'est bien l'**action de substitution** qui a un effet majeur y compris pour l'utilisation du bois comme source d'énergie.

### Pour conclure

- Expliquer que l'intensification de la sylviculture est utile pour l'environnement!
- Récolter plus de bois, mobiliser et mieux valoriser les feuillus pour la construction
- Pour demain planter des résineux par substitution aux feuillus
- Innover dans les approvisionnements et dans la première transformation
- Former des cadres à l'interface forêt-bois, pour la construction bois, pour la production et pour l'innovation
- Expliquer le bénéfice de l'effet de substitution qui est majeur par comparaison à celui du stockage
- Favoriser la construction BOIS: standardiser, innover, former



**En conclusion**, face aux nouveaux usages du bois et aux enjeux du changement climatique, il faut :

- intensifier la sylviculture (et faire connaître les avantages environnementaux de l'intensification) ;
- récolter plus (vendre mieux !) et mieux valoriser les feuillus dans la construction (améliorer la rentabilité économique) ;
- substituer pour demain des résineux aux feuillus ;
- promouvoir la construction bois, en tant que telle pour le développement de la filière, mais aussi pour l'effet majeur de la substitution bois/béton bois/métal, bois/pétrole sur le bilan carbone ;
- innover, former...

Je vous remercie de votre attention.

## Questions/Réponses

**Joseph Behaghel, inspection générale** : Je voudrais faire quelques remarques complémentaires.

Sur la balance extérieure négative du bois : le secteur du panneau est globalement excédentaire (mais c'est le seul).

Sur l'évolution de la construction : les entreprises de petite taille correspondent au marché de la maison individuelle, mais il y a une montée en puissance des grandes entreprises. Les grands du BTP investissent dans le bois : Bouygues a racheté Ossabois, par exemple.

Mais le bois massif classique (planche) a du souci à se faire : l'optimisation de la fabrication en atelier exige des machines de taille de charpente à commande numérique, qui elles-mêmes exigent des bois stabilisés, c'est-à-dire des bois massifs reconstitués plutôt que des sciages bruts. En France, on a du retard.

**Hervé Le Bouler, FNE** : J'entends bien le mot d'ordre « substituer des feuillus » par des résineux, mais on ne plante pas des résineux, on plante une essence. Or quelle essence résineuse peut-on bien planter en dessous de 800 m d'altitude au 21<sup>e</sup> siècle compte tenu des incertitudes climatiques : épicéa commun, sapin pectiné, Douglas, épicéa de Sitka, Abies grandis ou quoi d'autre ? Il faut que ça tienne...

**Jean-Michel Leban** : Je ne suis pas compétent sur cette question, mais effectivement l'adaptation des essences au changement climatique est une question importante

**Bernard Gamblin, DTCB** : On ne peut pas répondre tout de suite à cette question : on y reviendra après les exposés sur les effets du changement climatique.

**Jacques Fendorf, UT Haute-Normandie** : La question de la transformation résineuse et de l'évolution de la structure bois ne date pas d'aujourd'hui, mais je m'étonne qu'on parle beaucoup de sapin-épicéa et pas de Douglas. C'est pourtant une essence bien meilleure que les bois blancs pour la charpente et le bardage. Et par ailleurs dès lors qu'on s'est lancé dans la

transformation [de la hêtraie] en chêne dans un premier temps et pourquoi pas en résineux (encore que les perspectives climatiques ne soient pas favorables aux résineux en plaine), comment être sûr que la filière de transformation sera là ? Et de quels produits vaudra-t-elle ?

**Jean-Michel Leban** : Pourquoi des bois blancs plutôt que Douglas ? Il est vrai que le douglas a potentiellement de meilleures propriétés que l'épicéa, mais à partir d'un certain âge : sur de courtes révolutions, il n'a pas de bonnes propriétés mécaniques. Il faut des révolutions de longueur suffisante. Actuellement, si on fait un échantillonnage en scierie, on n'atteint pas encore le seuil de 10 % de sciages C30 (la classe de qualité la plus élevée) pour faire exister cette classe dans les normes. La ressource est encore jeune.

La raison pour laquelle on utilise beaucoup l'épicéa, c'est donc sa disponibilité. Ceci dit, il faut noter qu'en Allemagne la gestion forestière conduit à une ressource en épicéa plus homogène que la nôtre. Pour illustrer ce point, il faut savoir que le parc à grumes de nos scieries nécessite 2 fois plus de boxes qu'en Allemagne, c'est un investissement supplémentaire qui pénalise nos scieurs.

**Bernard Gamblin** : L'important ici c'est qu'on est sur des marchés internationaux, que les industriels s'approvisionnent en produits transformés français, mais aussi étrangers, et qu'il y a des coûts de transformation supplémentaires si les bois ne sont pas homogènes, ce qui réduit les prix d'achat du bois. La ressource feuillue n'est pas assez valorisée, mais pour la valoriser il y a un problème de rendement donc un problème de coût du feuillu sur pied : inutile de rêver à une remontée importante du cours du hêtre. C'est justement ce constat qu'il est important de partager.

Par contre, au final, s'il y a plus de hêtre transformé en France et utilisé dans la construction en substitution des résineux, il y aura plus de valeur ajoutée créée en France et moins d'importation puisque nous manquons - et manquerons longtemps encore - de résineux.



**Gérard Laizé,**  
 Directeur général  
 de l'association VIA  
 (valorisation de l'innovation  
 dans l'ameublement)

**Économiste de formation, Gérard Laizé a exercé les fonctions de directeur marketing dans l'industrie et la distribution, en France et à l'étranger pendant 20 ans : Habitat, Matra Horlogerie, Opticiens Krys.**

**La restitution de la présentation de Gérard Laizé fait exception à la règle commune, en ce sens que nous avons dû (avec son accord) condenser son diaporama : l'abondance des illustrations dépassait les possibilités de notre revue, et posait un problème de droits de reproduction. Par ailleurs, nos contraintes de présentation ne rendent pas justice à l'originalité ou la qualité technique des travaux qu'il commente, mais elles permettent de s'en faire une idée...**

## Évolution des goûts des consommateurs dans l'ameublement

Merci de m'avoir invité pour plonger sur ce beau sujet qu'est le bois...

Vous avez l'impression m'a-t-on dit que le secteur de l'ameublement n'utilise pas assez de bois, que ce n'est pas dans l'air du temps... Je vais essayer de vous prouver le contraire. Quant à savoir si les bois produits sont adaptés à la demande... on pourra en discuter. Je vais procéder en deux temps : présenter d'abord le VIA, à quoi ça sert, en quoi ça peut vous être utile, et ensuite je traiterai le sujet pour lequel vous m'avez sollicité.

**VIA existe depuis 32 ans,** à l'initiative du ministère de l'Industrie et des Industries françaises de l'Ameublement. À l'époque, on considérait les entreprises de ce secteur comme passésistes, par rapport notamment aux Italiens. C'était la période du Centre Pompidou, les débuts de l'École nationale supérieure de la création industrielle... La France rentrait enfin dans l'ère contemporaine après toute une période de copies de « Louis... » et l'explosion du « Louis Philippe » qui n'a jamais existé en de telles quantités à l'époque du roi en question. Nous avons perdu 30 ans, mais nous n'avons plus de complexes à avoir désormais en termes de qualité du design : grâce au VIA, beaucoup de designers s'exportent (plus que nos produits, hélas) : le patron de Kenwood design à Tokyo est français, de multiples agences françaises existent à Canton ou Shanghai, et actuellement une soixantaine d'entreprises italiennes utilisent des designers français.

Nous couvrons l'ensemble du cadre de vie : domestique, professionnel, de loisirs (cafés, hôtels, restaurants), écoles, hôpitaux, maisons de retraite et funéraires... gros utilisateurs de bois [rires]... en pleine croissance !

Nous avons 3 axes de travail principaux, dont le premier (historique) est la révélation des talents.



VIA / Révélateur de talents : Aide à projets




François AZAMBOURG, chaise "Pack"    Adrien ROVERO, "Particule"

François BRUMENT & Ammar ELOUEINI "Chaise #71"    Itamar BURSTEIN "Flex", collection

La commission Aides à Projets VIA analyse plus de **1000 dossiers de création** reçus spontanément chaque année et **finance les prototypes** des meilleurs projets sélectionnés. Depuis 32 ans, quelques 457 projets Appels Permanents ont été financés

## VIA, révélateur de talents

Nous faisons la sortie des écoles, comme j'aime à dire : nous sommes impliqués dans une trentaine d'écoles en France et une dizaine à l'étranger, l'objectif étant de repérer les talents potentiels afin de les inviter à travailler pour notre secteur d'activité. Notre particularité, unique en son genre au plan mondial, est de financer des projets d'étudiants en fin d'études ou jeunes professionnels qui apparaissent sur le marché après avoir été diplômés.

Nous avons toute une série d'aides à la création, à commencer par l'**aide à projets** : nous recevons 800 à 1 000 projets par an, nous en sélectionnons une vingtaine par an dont nous assurons le prototypage à l'échelle 1 et que nous présentons dans les rendez-vous professionnels (salons de Paris, Milan, Cologne, etc.) de façon qu'ils puissent émerger rapidement et se mettre en relation avec les industriels ou les éditeurs.

Cela permet d'expérimenter des choses étonnantes, comme cette chaise constituée d'un tissu tridimensionnel, distribuée sous packaging plat très réduit et qui se « gonfle » grâce à une mousse polyuréthane expansive. Ou bien de nouvelles technologies telles que la stéréolithographie (une révolution dans la production), qui permet d'éditer un produit à partir d'un ordinateur sans passer par un outil industriel, par un procédé sophistiqué qu'on appelle prototypage rapide (ou plus vulgairement impression 3D) et grâce auquel on peut personnaliser chaque produit comme on le voit sur la série de chaises blanches. On travaille aussi beaucoup sur les nouvelles générations de matières écologiques ou biodégradables ; les designers sont très intéressés par ces problématiques, mais aussi par des techniques plus traditionnelles, comme ici l'assemblage sophistiqué de différentes essences avec des techniques de formage assez particulières.

VIA / Révélateur de talents : Carte blanche




Frédéric RUYANT "Mobil.home"    Olivier PEYRICOT "Wear your seat"

Par ailleurs, la commission Carte Blanche attribue chaque année plusieurs **bourses de recherche à des designers** dont l'originalité et la maturité de la démarche créative sont notables dans l'époque. Depuis 32 ans, **67 Cartes Blanches** ont été attribuées.

VIA / Révélateur de talents : Carte blanche




Philippe RAHM "Terroirs déterritorialisés"

FALTAZI "Ekokook" (assisté Céline Bécu, Arthur Senant & Danielle Wielezyski)

\* Aération douce par renouvellement d'air double flux \*

Par ailleurs, nous explorons de nouveaux concepts avec la **carte blanche** attribuée à des designers d'une certaine maturité. Il s'agit par exemple de l'intégration des nouvelles technologies dans l'habitat, puisque ça va nous concerner tous demain, mais aussi de nouvelles formulations d'aménagement intérieur et de mobilier qui posent les questions sur la configuration de nos habitats d'aujourd'hui et de demain.

Sans oublier les problématiques comme la qualité de l'air intérieur (qu'on sait plus pollué que l'air extérieur), la réduction et le tri des déchets, etc. Toutes ces questions qui concernent notre futur préoccupent les designers, et la « carte blanche » leur permet de s'exprimer par anticipation.

**VIA / Révélateur de talents : Projet partenarial**




Philippe Nigro & Les Compagnons du Devoir




Elise GABRIEL & TheGreenFactory  
"L'Étreinte du Zelfo®"



Vincent POUJARDIEU / Euroschelker

**Le Projet Partenarial** offre la possibilité de développer un projet innovant en partenariat avec des producteurs et se donne pour ambition de préserver et valoriser les savoir-faire, de favoriser les transferts de technologies et de compétences ou encore d'expérimenter de nouveaux matériaux ou procédés de mise en œuvre.

**VIA / Révélateur de talents depuis 32 ans**



Au cours des 32 dernières années, **VIA** a acquis une incontestable notoriété à travers le monde en permettant à **de nombreux créateurs**, aujourd'hui **reconnus sur le plan international**, de créer pour le secteur de l'**ameublement**.

Andreas AAS (Ole), Christian ASTUGUEVIELLE, François AZAMBOURG, François BAUCHET, Marline BEDIN, Marc BERTHIER, Christian BIECHER, René BOUCHARA, Roman BOURULLEC, Stéphane BUREAUX, Michel CADESTIN, René-Jean CAILLETTE, Jean-Charles de CASTELBAJAC, Pierre CHARPIN, Alain CHAUVEL, Paul CEMOTOV & Borja HUIDOBRO, Matali CRASSET, DELO-LINDO, Thibault DESOMBRE, Sylvain DUBUISSON, Christian DUC, Réna DUMAS, Bernard FRIC, Elizabeth GAROUSTE & Mattia BONETTI, FALTAZI, Jean-Louis FRECHIN, Olivier GAGNÈRE, Jean-Paul GAULTIER, Kristian GAVOILLE, Christian GERMANAZ, Jean-Louis GODVIER, Jean-Louis GUINOCHET, HÄBERLI & MARCHAND, Patrice HARDY, Marc HELD, Hans HOPPE, Patrick JOUIN, Eric JOURDAN, L Design (Arik LEVY & Pippo LIONNI), Mathieu LEHANNEUR, Christian LIAIGRE, Jean-Marie MASSAUD, Olivier MOURGUE, Pascal MOURGUE, Jean NOUVEL, Joon Sik OH, Patrick PAGNON & Claude PELHAÏTRE, Gaetano PESCE, Olivier PEYRICOT, Daniel PIGEON, Christophe PILLET, Jean-Michel POLICAR, Andrée PUTMAN, RADI DESIGNERS, Eric RAFFY, Philippe Rahm, Iréna ROSINSKI, Frédéric RUYANT, Inga SEMPÉ, Matt SINDALL, Philippe STARCK, Martin SZEKELY, Tsé & Tsé, Emmanuelle TORCK & Emmanuelle NOIROT, Jean-Michel WILMOTTE, YAMO.

**VIA / Détecteur de tendances**




VIA diagnostique les **facteurs d'évolution** de notre société (mœurs et mode de vie, comportement de l'homme face aux nouveaux outils technologiques, structure de la famille, morphologie humaine, ergonomie, ...) et **anticipe leurs conséquences** sur l'adaptation des produits et la conception des **biens d'équipement de la maison** futurs. Ces analyses font l'objet de publications et de conférences.



Qualité de vie au travail



Confort & multimedia



Autonomie à domicile

Nous soutenons aussi des **projets en partenariat** avec des fabricants ou laboratoires amont qui permettent de travailler comme ici sur l'ergonomie de la jeune génération vauréenne utilisatrice de multimédia, sur l'expérimentation de nouvelles matières composites (par exemple à base de lin, sans résine ni colle) ou de nouvelles techniques comme cet assemblage de cellulose qui par rétractation est plus solide que l'acier ce qui définit de facto un nouveau registre formel original. Cela permet aussi des transferts de technologie : celle d'une entreprise spécialisée dans les planchers d'hélicoptère et d'avion, par exemple, que nous transférons dans l'ameublement pour créer une table de 6,80 m de long sans traverse et qui peut être facilement déplacée par deux personnes fluettes.

Et il y a enfin un **programme ameublement** que nous avons engagé cette année pour imaginer l'ensemble du mobilier d'une pièce. Cela nous réconcilie avec la démarche des arts décoratifs, propre à l'esprit français jusqu'au siècle dernier, qui nous caractérise depuis le 17<sup>e</sup> siècle et dont on peut revendiquer une vraie légitimité par rapport à d'autres pays comme l'Italie, la Suède ou l'Allemagne qui sont sur des registres différents.

**Tous les grands noms** connus aujourd'hui sont passés un jour ou l'autre par le VIA : nous avons des compliments de Philippe Starck (2<sup>e</sup> carte blanche en 1982), qui dit avoir gagné 10 ans de sa vie professionnelle grâce à notre appui ou de Gaetano Pesce qui signale que nous avons cru en ses travaux de recherche avant tout le monde... C'est plutôt gratifiant. Effectivement, la plupart de ces projets n'auraient jamais vu le jour sans l'appui financier du VIA.

## VIA Détecteur de tendances

Pour transformer plus opérationnellement les choses, j'ai instauré au sein du VIA, en tant qu'analyste prospectiviste, un observatoire qui consiste à réfléchir aux facteurs d'influence de notre société sur l'adaptation des produits ou la création de nouveaux produits.

Il faut partir du principe que penser l'habitat de demain n'est pas du seul ressort des créatifs, architectes et designers : vous-mêmes vous avez des idées, et il faut tenir compte de l'apport des sciences humaines (sociologues, philosophes). Les maisons d'aujourd'hui sont assez mal configurées par rapport aux structures de famille : cherchez donc un appartement adapté à un foyer monoparental, aux familles recomposées à géométrie variable... Idem pour les équipements : où trouver ce qui conviendrait à un couple âgé qui se réinstalle après avoir vécu dans une grande maison ? ou à un célibataire ?

Or on sait que le nombre des foyers monoparentaux, des familles recomposées, etc. augmente fortement en France. Un principe immuable sur le plan sociétal : autant de chiens autant de niches [éclats de rire]. Comme pour la chasse à courre : si on laisse la meute dans le même local, les chiens se bouffent la gueule. Eh bien c'est pareil pour les Trappistes ou les moniales [nouveaux rires] : pour garantir une vie équilibrée dans un couvent, il faut à chacun(e) sa cellule et de grands espaces collectifs. C'est aussi la limite de l'open space, pour le travail de bureau : on voudrait tout le monde dans le même local, mais ça ne marche pas...

**VIA / Détecteur de tendances : Domovision**

Mis à jour chaque année, **Domovision** est un outil tendanciel d'aide à la réflexion prospective et à la décision stratégique destiné à accompagner les professionnels (designers, fabricants, distributeurs) tant dans l'élaboration de leur stratégie marketing que dans l'adaptation et le développement de leur offre produits.

**2008 :** Focus sur le marché des cafés hôtels restaurants (CHR)  
Actualisation des mensurations  
Méthodologie d'élaboration d'une gamme chromatique

**2009 :** Focus sur le marché des seniors  
et des influences intergénérationnelles

**2010 :** Se nourrir : de la nécessité à la convivialité

**2012 :** Au bain : design et architecture



**VIA / Détecteur de tendances : missions d'observation**

**VIA visite et analyse** près de 25 salons et événements liés au design et à l'aménagement des espaces de vie dans le monde. Les informations récoltées permettent l'actualisation de la base documentaire du VIA et sont disponibles sur [www.via.fr](http://www.via.fr).

Londres Cologne  
Shanghai Francfort  
Copenhague  
Tokyo New York  
Milan Paris  
Stockholm

**VIA / Accompagnateur de progrès : les entreprises**

VIA conseille les entreprises en matière de stratégie et de management de la création qu'il s'agisse de structurer ou d'optimiser une collection, de réactualiser des produits existants, de définir des gammes chromatiques ou de valoriser la présentation des produits dans les salons ou les catalogues. VIA constitue une plate-forme d'échanges privilégiés entre le monde de la création, les secteurs industriels et la distribution.



Les Labels VIA distinguent un produit ou une ligne de produits fruit d'une collaboration réussie entre un industriel français et un designer.

Ils sont décernés par la commission VIA sur des critères d'innovation en termes de matériaux, technologies, procédés de fabrication mais aussi originalité stylistique.

Autrement dit sur l'adaptation de l'habitat à la façon de vivre, on est loin du compte, et ça pose plein de questions. Prenons les usages du bois : une grande campagne de pub incite à construire en bois ; j'essaie de le faire à Carnac en Bretagne, mais l'architecte des bâtiments de France refuse. Il faudrait d'abord faire bouger la réglementation pour aboutir à un résultat... L'objectif est donc de poser les vraies questions, et je m'y emploie en publiant chaque année (collection Domovision) des ouvrages de réflexion prospective sur des sujets très divers. L'évolution des seniors et la relation intergénérationnelle, par exemple : vous savez qu'il faut s'attendre à un racisme anti vieux... Quand vous êtes dans une file d'attente à la caisse du supermarché le samedi matin et que vous voyez une vieille dame doubler tout le monde du seul fait de l'âge, vous avez envie de mordre : elle ne pourrait pas venir le mercredi ? Ben non, au moins le samedi elle voit du monde ! La société vieillit, il faut réfléchir à son organisation intergénérationnelle.

Nous pratiquons aussi une veille internationale sur tout ce qui se fait dans nos domaines d'activité, et que je restitue sous forme de grille d'analyse en fonction de typologies de produits, d'essences, matériaux, genre stylistique, etc. Si ça vous intéresse, la base documentaire du VIA est libre d'accès. Cela nourrit un benchmark pour les entreprises que nous accompagnons ensuite sur le plan opérationnel : nous facilitons la relation du monde créatif avec le monde industriel qui n'est pas toujours capable de s'adapter ou qui fait un complexe par rapport à l'innovation ou à la création, et qui souvent n'a pas la taille critique pour aborder ce genre de sujet.

### VIA, accompagnateur de progrès

C'est d'ailleurs la raison de vivre du VIA : pallier les faiblesses des entreprises qui, du fait de leur taille (ce sont surtout des PME voire TPE), ne peuvent pas s'offrir un centre de recherche et de développement comme Renault ou Seb. Nous avons donc aussi une activité de conseil direct aux entreprises (100 à 150 chaque année) pour mettre à plat et toiletter leurs collections, adapter les produits en termes de dimensionnement ou fonctionnalités, introduire la nouveauté et coller à la réalité pour développer l'économie. C'est lent, car nous sommes confrontés à une rythmique de consommation : actuellement, un canapé n'est pas un achat prioritaire, ça peut toujours attendre... Le problème est à la fois que les gens ont moins d'argent et le consacrent aux dépenses prioritaires (logement, nourriture, santé, transport, téléphonie et autres connexions), et que ceux qui en ont assez pour traverser calmement la crise font des bas de laine. On espère avec le programme prochain qu'une fenêtre va s'ouvrir pour apporter un peu d'air frais et que tout ce monde va pouvoir dégraffer la ceinture et dépenser un peu l'argent thésaurisé depuis des années (la France a le plus fort taux d'épargne : 18 %, c'est énorme) ; il y a de l'argent, mais il ne circule pas.

Chaque année nous délivrons des labels à des entreprises françaises exemplaires en matière d'innovation. Cette année 49 entreprises en ont bénéficié.

## VIA / Promoteur de la créativité Française : Les expositions



VIA organise des expositions sur la création contemporaine française, dans sa galerie à Paris et dans différents salons en France, ainsi que dans le monde entier.



Salon du Meuble de Paris 2005



« Matière à cultiver »  
Lausanne 2008, Besançon, Nantes 2009

## Via, promoteur de la créativité française en France et à l'étranger

Enfin comme nous sommes dans un contexte de communication, nous avons un espace dans le Viaduc des Arts à Paris, où nous montons des expositions, et nous sommes présents dans les salons professionnels (Paris, Milan) pour présenter la créativité et les talents français, suivant des thématiques. À Lausanne, par exemple, nous avons fait une très belle installation de 11 m de haut pour l'exposition sur le thème « Matières à cultiver », qui mettait en avant tous les matériaux recyclables avec des exemples en provenance du monde entier (+ de 350 produits). Et d'autres opérations, à Milan ou Paris, pour porter haut la bannière française en matière de créativité.

Par ailleurs je donne une quarantaine de conférences chaque année un peu partout dans le monde dans les écoles de design, les écoles de commerce, les universités ou lors de congrès professionnels. Si vous voulez en savoir plus, je vous invite à visiter notre site ([www.via.fr](http://www.via.fr)) qui a la particularité de présenter plus de 800 dossiers de designers et architectes d'intérieur : présentation de leur CV, réalisations et connexion sur leurs sites respectifs. L'Agora des créateurs VIA constitue la première base de référencement des talents créatifs qui exercent en France et en Europe dans le domaine des arts appliqués au cadre de vie.

Je termine cette présentation du VIA avec l'opération que nous avons montée pour nos 30 ans avec le Centre Pompidou, l'occasion d'offrir au musée une cinquantaine de pièces de notre collection puisque nous gardons la propriété des prototypes que nous finançons ; la collection VIA comporte quelque 468 pièces, 65 cartes blanches et de nombreux documents, soit une collection unique en son genre.

## VIA / 30 ans – Centre Pompidou



## ... Et j'en viens maintenant à mon sujet

### Un contexte sociétal favorable, mais....

Il ne faut pas s'inquiéter pour l'avenir du bois dans l'ameublement. Pourquoi ? D'abord parce que la sensibilisation à l'écologie et au développement durable relance l'intérêt du public pour le matériau bois. Et aussi parce que la recommandation première qu'on fait aux entreprises de consommer moins de matière (comme on dirait d'économiser l'énergie)... ne s'applique pas au bois. Puisque le bois stocke le CO2, c'est par excellence la matière à privilégier dans le contexte du changement climatique et du développement durable.

Cela dit on ne sait pas trop où ça commence... Des meubles en bois, soit, mais quel bois ? Il paraît qu'il y a 130 essences en France dont 60 utilisées en ébénisterie, mais avez-vous vu les étiquettes sur les meubles des distributeurs de mobilier ? C'est en bois... en bois d'arbre, et qui vient d'où ? Sur une chemise, il y a une étiquette avec un code d'entretien, qui donne la composition et parfois l'origine : coton d'Égypte, par exemple (made in China, bonjour le bilan carbone !).



Révéléateur de talents  
Détecteur de tendances  
Accompagnateur de progrès

Office National des Forêts

### Les courants de création mondiaux et le bois



Gérard LAIZÉ

VIA, Directeur Général  
Membre du Conseil scientifique et culturel de l'Institut National des Métiers d'Art  
Membre du Conseil académique de l'IFM  
Président du Cercle « Design & Marques »



### Un contexte sociétal favorable Une méconnaissance du champ des possibles



- ⇒ La prise de conscience collective d'un développement durable favorise l'intérêt du public pour les matières naturelles dont le bois;
- ⇒ Si au niveau de la production le mot d'ordre est d'utiliser moins de matière, le bois n'est pas concerné compte-tenu de sa qualité de stockage du CO<sup>2</sup>;
- ⇒ La réémergence du bois dans la création contemporaine s'affirme depuis 5 ans sans que la France en profite pleinement alors que son outil de production est l'un des mieux adaptés.
- ⇒ Le bois n'est pas exonéré d'innovation notamment en ce qui concerne les techniques de transformation.



### Un contexte sociétal favorable Une méconnaissance du champ des possibles



- ⇒ Les utilisateurs potentiels méconnaissent les qualités intrinsèques des essences disponibles et le champ potentiel de leur usage en terme de technique de transformation, de produits et de composants d'aménagement intérieur?
- ⇒ Les champs d'application concernent le mobilier et l'agencement de tous les espaces de vie : domestiques, les points de vente, le CHRD (Cafés, Hôtels, Restaurants, Discothèques, les bureaux, les écoles et internats, les hôpitaux, le mobilier urbain, le mobilier de jardin, les funéraires, etc..., de la naissance à la fin de vie.
- ⇒ Cela implique une offre pour tous ces espaces : les parquets, les lambris, les plafonds, les cloisons, les portes intérieures, le mobilier, le luminaire, etc.
- ⇒ L'appétence du public est fonction de la compréhension de l'offre en ce qui concerne l'intérêt de chaque essence, sa provenance,...



### Les enjeux



- ⇒ Il appartient aux producteurs de démontrer le champ des possibles en termes d'usage des matériaux.
- ⇒ Et si on racontait l'origine des bois?  
Pour une AOC des bois?
- ⇒ Et si on choisissait des applications en fonction de la corrélation : durée de vie du produit et durée de renouvellement de l'arbre?



On cherche à valoriser les feuillus : quels feuillus ? Quand on explique les choses, ça intéresse le public : quand vous parlez à un Américain d'un chêne de la forêt de Tronçais planté par Colbert, ça lui parle, et c'est bien autre chose qu'un simple tonneau en bois. Pour commencer, il faut bien parler de ce qu'on fait bien : vos produits ne sont pas assez bavards !

Même les professionnels qui utilisent vos bois ne connaissent pas les qualités intrinsèques de chacune des essences, qu'elles soient mécaniques, structurelles, ou d'aspect. Or il faut coller à la réalité : Promouvoir le hêtre, d'accord, mais il se trouve que le public aime les bois veinés. Que fait-on : on crée du veinage sur le hêtre ou on trouve une autre solution ? Un meuble d'aspect sycomore ou noyer d'Amérique, par exemple, séduit plus les gens parce qu'on est dans une ère où on apprécie la nature pour ses qualités intrinsèques : non seulement on respecte la matière, mais on sublime la nature par l'intervention de l'homme sur cette matière (émergence des assemblages, etc.). Voyez ces détails, ce degré de sophistication... On n'est plus dans le meuble charpenté sortant de menuiserie, encore moins dans le trip ringard des années 60 où on vieillissait artificiellement les choses ; on est dans une autre ère.

La première chose qui compte, c'est d'avoir une documentation qui permette d'utiliser chaque essence pour ce qu'elle a d'avantageux par rapport à une autre et pour ce qu'elle peut exprimer auprès du public (de façon à la valoriser). Plus on explique les choses, plus on génère de valeur ajoutée et moins on vous parle de prix. Moi qui suis un homme de marketing, je peux vous le dire : quand on parle de prix, c'est qu'on n'a plus rien à vendre... Le prix c'est le dernier argument !

### Enjeux

C'est au producteur de **démontrer le champ des possibles**, ce qu'on peut faire avec la matière, quelle qu'elle soit... Un centre de recherche normand, qui travaille sur le SELUN®, un matériau nouveau complètement éco-conçu (projet Comp'line), me demande de solliciter les designers pour faire la démonstration de ses potentialités... Pourquoi pas ? C'est un matériau malléable (on peut faire de la courbe), selon un procédé par injection, donc un transfert des techniques de plasturgie dans le bois. Mais on ne sollicite pas les designers n'importe comment : il faut un cahier des charges pour comprendre en quoi cette matière est intéressante pour l'utiliser, à la place d'un médium ou d'un matériau de synthèse comme le corian®... Parce que si c'est pour faire une nème expo comme on peut voir à Milan où justement la marque Corian sollicite tous les grands créateurs pour faire une table basse... quel intérêt ? La table basse étant déjà un concept has been (on en a tous, mais ça sert à quoi ? à poser ses pieds !), pour quoi en faire en corian ? C'est ça la responsabilité du producteur ; ce n'est pas seulement au transformateur d'avoir des idées, d'autant qu'il a bien du mal à bouger de ses lignes parce qu'il a la préoccupation quotidienne de vendre et qu'il fait donc ce qui se vend.

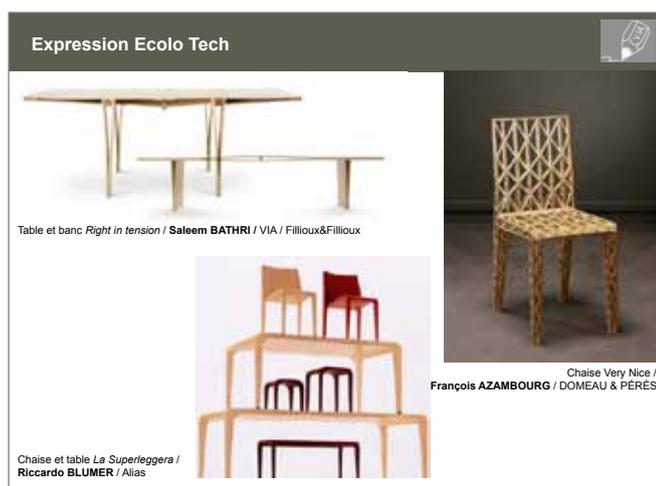


Le producteur amont doit faire des suggestions : on peut faire ça sur la base de propriétés structurelles ou parce que les qualités de ce matériau le permettent et qu'il est plus avantageux que tel autre ou que, combiné à tel autre matériau c'est encore mieux, etc. Sinon, il ne remplit pas son rôle.

Par ailleurs, je vous parlais d'origine des bois, et j'insiste beaucoup là-dessus. Il y a 10 ans, je me suis fait rabrouer dans un congrès de la filière bois à Dijon en parlant d'AOC, d'**afficher une origine contrôlée des bois**. D'après le préfet de région qui intervenait le lendemain, toute la réglementation française pour le faire existe, alors qu'attend-on ? On me dit que c'est difficile de les tracer entre la sylviculture, le sciage, etc. Mais qu'est-ce qui n'est pas difficile aujourd'hui ? Nous sommes dans une civilisation complexe, donc nous avons affaire à des solutions complexes, mais ce n'est pas pour cela qu'on ne peut pas faire. Faisons ! À moins que vous ne soyez pas d'accord... En tout cas ça me serait très utile. Un châtaignier d'Auvergne, c'est intéressant ; un pin des Landes, ça parle... même quand il est bleu ! On a fait des créations spécifiques pour lui.

Enfin je rebondis sur un propos que j'ai entendu dernièrement : Frédéric Anquetil (FCBA) a parlé de mettre en rapport le choix des usages d'une essence, en termes de durée des produits correspondants, avec le temps qu'il faut pour replanter et rendre mature un arbre de cette même essence. Peut-être ne l'entendez-vous pas de la même oreille pour une question de rotations, mais j'ai trouvé ça très intéressant : corrélér cette idée du nombre d'années par essence (plus d'un siècle pour un chêne, environ 40 ans pour un douglas...) avec l'usage qu'on en fait.

Je pense que le public serait sensible à ce qu'on l'informe sur l'usage de la matière d'origine en fonction de son cycle de renouvellement... Je pense que ça serait intéressant même dans le choix des essences. Et ça profite aussi à la localisation des productions.



## Quelques exemples d'applications créatives

J'ai la chance de visiter annuellement 20 à 25 événements du design sur le plan international, dont je restitue les observations comme je vous l'ai dit par typologie de produits ou registres créatifs... J'ai fait pour vous un panégyrique sur la base du bois pour illustrer combien la créativité est fertile pour ce matériau et montrer qu'il y a une multitude d'utilisations.

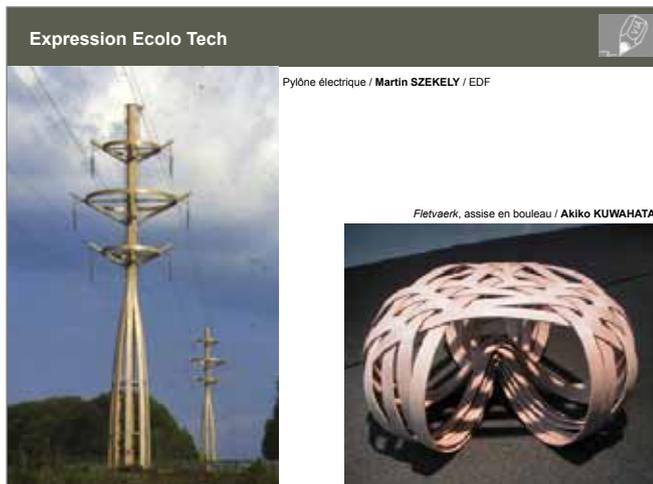
La 1<sup>re</sup> veine d'analyse concerne la **haute technologie**. On voit que des designers s'intéressent aussi bien à l'aspect structurant de la matière qu'à ses qualités mécaniques. C'est le cas d'un jeune designer (et architecte) indien qui travaille sur la mise en tension par un refend de planche : cela permet de consolider le meuble (table ou banc) rien qu'en le mettant en tension sans traverse. Il est intéressant de voir que certaines techniques architecturales sont proches de cela. D'autres s'intéressent à la technique du petit bois, comme pour cette chaise en balsa qui pèse moins de 500 g et qui pourtant est très solide. Voyez encore cet ensemble de tables et sièges qui relève de techniques très abouties : ils sont composés de feuilles de bois déroulé à l'intérieur desquelles on injecte de la mousse de polyuréthane expansé de sorte que la table peut peser environ 1 kg et la

chaise à peine 500 g tout en restant très rigides et solides. Ça peut paraître archétypal comme forme, mais le principe de construction est extrêmement sophistiqué.

D'autres exemples : vous connaissez sans doute ce projet de pylône en multiplis pour EDF, testé par FCBA, qui reverra peut-être le jour puisqu'il s'avère techniquement viable. Mais je voudrais insister sur le travail du bois déroulé, qui se fait beaucoup dans les pays scandinaves. En préparant cette intervention, je me suis étonné de ce qu'on n'en produise pas plus en France. C'est dans l'air du temps vous savez : tout ce qui est forme arrondie moulée sur piètements métalliques est vraiment dans le sens de l'Histoire... et je trouve peu de producteurs. Il y en a deux en France à ma connaissance : eh bien rattrapons ce retard, il faut y aller ! Ce n'est pas normal d'importer ça de Scandinavie, d'Italie ou d'ailleurs, il y a une filière à défendre.

Et il y a aussi les techniques dont le mot d'ordre est plutôt l'écologie. M. Leban a parlé d'assemblages sans colle. C'est une idée que nous avons développée avec des entreprises de Bourgogne : on a travaillé sur des assemblages avec un frittage de la sève qui donne un résultat tout à fait solide (chaise du haut). À remarquer aussi le travail de mise en forme de pièces assez importantes (bureau, en bas), ainsi que les possibilités de combinaison avec d'autres matières comme le bois sandwich de cette table en haut à droite (feuilles de bois avec une mousse dense à l'intérieur) ou, dans cette chaise que vous voyez en bas, l'association du bois (hêtre) avec une matière de synthèse : il ne faut pas penser que c'est incompatible, bien au contraire.

Autre tendance forte, **l'esprit scandinave**, très développé par la jeune génération de designers qui a grandi avec la crise. C'est là où apparaît tout ce travail en bois déroulé. Ici une des plus belles chaises de l'époque, qui s'empile par surcroît, faite par formage d'une feuille de bois multiplis. Cet esprit scandinave correspond parfaitement à la mentalité des jeunes générations qui ne veulent pas forcément acheter Ikea, mais rien de ce que vous voyez là n'est produit en France (dommage). Ikea fait maintenant figure d'antiquité : le principe du kit, ça date des années 70, on peut faire autre chose. Voyez cette étagère (en haut, au centre) imaginée par jeune designer de Glasgow : un multiplis qu'on met en tension avec les étagères. Et ça concerne tous les pays du monde : en bas, l'étagère de droite est l'œuvre d'un groupe berlinois, au milieu c'est un Autrichien, à gauche des New-Yorkais...





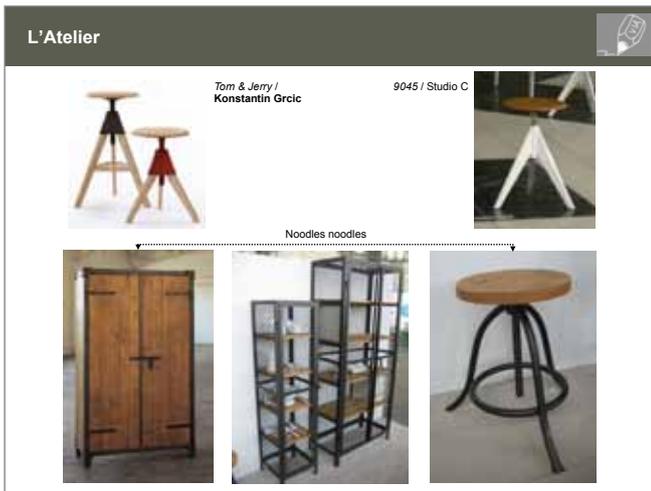
Esprit scandinave, toujours, avec un très beau travail là aussi sur l'aspect structurant du bois : le tréteau que vous voyez à gauche est sans colle et c'est le poids du plateau qui stabilise l'ensemble ; au milieu, un remarquable piètement escamotable qui se replie sous le plateau. Regardez encore la qualité de cette chaise : designer française avec un fabricant suédois, et une technique d'assemblage parfaite. À droite, un travail japonais : du bois sandwich avec une âme d'aluminium entre deux feuilles de bois déroulé : remarquez la délicatesse des assemblages, une pure merveille.

Ce design light s'exprime de même au niveau du bureau, mais pas un fabricant français n'utilise le bois dans ce domaine alors qu'un fabricant italien propose un ensemble de bureaux et rangements en bois ; ensuite, les essences, on peut en jouer comme on veut...

Tout ça enfin peut donner lieu à des déclinaisons : quand je vous dis que c'est dans l'époque, vous voyez...

En France, on s'enorgueillit de pouvoir afficher 21 styles historiques, 14 styles régionaux et 12 courants de création ; il n'y a pas un autre pays au monde qui puisse afficher cette diversité. La particularité de notre secteur d'activité par rapport à la technologie c'est qu'on ne fonctionne pas par substitution, mais par addition. Ça ne vous viendrait pas à l'idée d'acheter un téléphone d'il y a 2 générations ; en revanche, il y a bien chez chacun d'entre vous une trace de « Louis » ou de « Napoléon » : on est bien patrimonial, et le bois ça dure... J'aime bien taquiner les marchands de meubles à propos de leurs clients potentiels : dans deux générations ? C'est le dernier métier qui n'a pas muté depuis l'après-guerre : ils pensent toujours équipement alors que le public raisonne décoration.

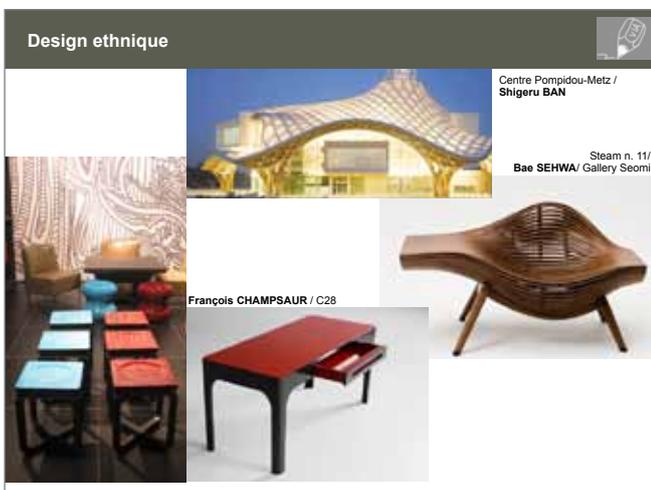
**Les styles**, donc : la commode ne vous plaît pas ? Je vous rassure, ça n'a jamais existé à l'époque de la Pompadour, mais pour un nouveau riche, ça le fait. Il faut savoir sur un plan psychosociologique que tout nouveau riche moscovite, chinois ou moyen oriental doit passer inmanquablement par le Siècle des lumières et le style 18<sup>e</sup> français, ce qu'on appelle le mythe aristocratique, pour asseoir son statut social. C'est pour ça que ça résiste. Ce qui n'empêche pas de le revisiter : ça n'a jamais existé autrefois sous cette formulation, encore que... Imaginez-vous invité à l'inauguration de la galerie des Glaces par le grand Louis : plus bling-bling il n'y a pas. Le plus bling-bling des palais arabes d'aujourd'hui n'est rien à côté de ce qu'était la galerie des Glaces. Avec le temps on soupire sur le classicisme du 18<sup>e</sup> siècle, mais le temps a bien décanté tout ça. Quoi qu'il en soit, ça marche très bien pour l'étranger. Et puis on peut avoir des réinterprétations, comme pour cette armoire (on peut ne pas aimer le thème !) dont la marqueterie compte 16 essences différentes ; on peut même s'inspirer de ces styles de manière industrielle comme on le voit pour la table.



Je passe rapidement sur **l'atelier**, veine actuelle un peu à la mode : retour à l'esprit loft, on utilise encore du bois, plutôt le chêne ou des bois recyclés.



Ne pas mésestimer **le courant néoclassique**, très bon chic bon genre, que l'on voit dans beaucoup d'hôtels internationaux et de restaurants parce que c'est intemporel et qu'on peut combiner avec toutes sortes d'œuvres d'art. Ça a été initialisé il y a 25 ans par Christian Liaigre avec le fameux wengé ; maintenant c'est l'esprit wengé mais on utilise du chêne ou d'autres essences traitées. C'est un style très architectural, très tiré et très représentatif de l'élégance à la française en matière d'Arts décoratifs.

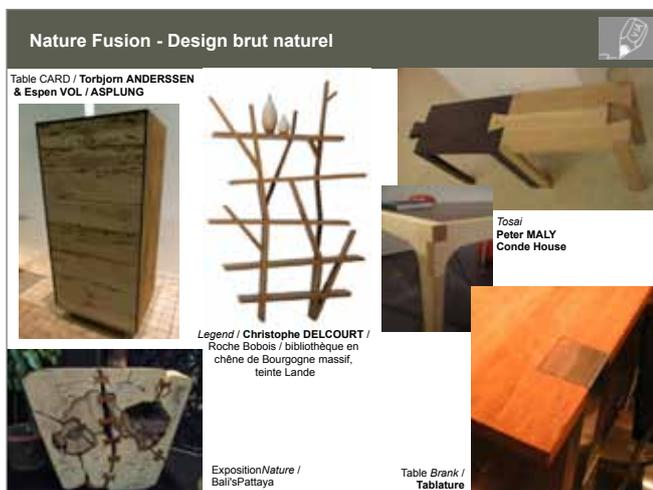


N'oublions pas **l'exotisme**, qui utilise aussi le bois. D'ailleurs le Centre Pompidou de Metz, qui peut illustrer ce courant, en a utilisé beaucoup.

Suivant les registres exotiques il y a des bois qui peuvent être traités de façons diverses et variées, laqués par exemple : ici il s'agit d'une création française et non pas chinoise comme on pourrait croire.



Et puis il y a ce **courant très fusionnel avec la nature** : on peut voir des expressions extrêmement évocatrices comme ce meuble présenté l'an dernier à Milan par Edra (dessiné par Binfare). Mais il y a bien d'autres exemples, qui utilisent des essences comme le chêne ou des bois qui peuvent être traités. Je veux parler des techniques de réтификаction ou autre qui permettent d'utiliser des essences locales à l'extérieur et de freiner les importations de teck ou d'ipé et autres bois exotiques qui déforêtent certaines contrées. Ça concerne tous les domaines : cuisine, salle de bain, etc. ; il y a une profusion d'utilisations. Évidemment ce n'est pas les mêmes quantités que pour la construction d'une maison ou d'un immeuble, mais c'est pour vous prouver qu'il y a un véritable intérêt du public pour ces bois, croisés avec un savoir-faire extraordinaire.



On peut aussi sublimer les défauts. Tout à l'heure j'entendais « attention, il ne faut pas de nœuds pas de singularités... ». Eh bien là on a pris le contre-pied en sublimant le travail des vers : ça ne fera évidemment pas 50 % du marché, mais c'est intéressant. On peut aussi sublimer la nature par le geste : cette petite étagère est une des meilleures ventes de Roche Bobois et pourtant elle coûte 2 600 euros ; elle vient d'un projet que nous avons développé il y a 3 ans avec le Bois de Bourgogne.

Mais attention aux dérives. On voit dans beaucoup de salons des présentations affligeantes, comme une immense table, une planche d'un bois quasi fossilisé qui a traversé toutes les glaciations et autres feux de forêt : ça fait 12 m de long, ça pèse une tonne et demie, et ça vient de Nouvelle-Zélande ou d'Australie (bilan carbone !?). En revanche en bas à gauche c'est plus intéressant parce qu'il y a une vraie prise en considération d'un bloc de matière avec une intervention subtile, respectueuse de la forme naturelle.

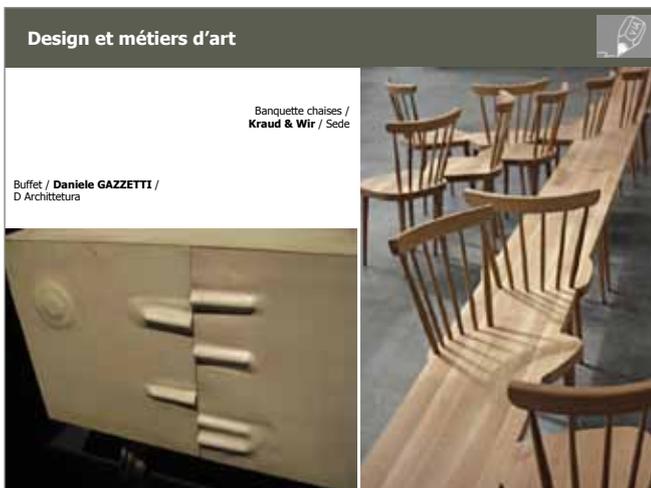


Ne pas négliger enfin le **courant de récupération** qui se développe de plus en plus : pas uniquement des produits de chez Emmaüs ; cela concerne aussi la matière. Ici des architectes norvégiens réutilisent le bois des cabanes burinées par les vents et le froid dans le Grand Nord et ne travaillent que la partie en contact avec l'usage en laissant tout le reste naturel, avec les traces des lichens et du vieillissement naturel de la matière.

On peut y mettre aussi l'engouement pour le bois flotté, mais je pense que ça va passer très vite parce que c'est copié partout.



N'oublions pas **le travail fait par des ébénistes** qui subliment la matière, que ce soit en terme de placage, de travail de la matière, d'assemblage comme ici ce petit cabinet dessiné par une jeune fille polonaise ou à droite ce travail fait par des Japonais qui, comme on le sait, ont le souci du détail. Cela va jusqu'à des installations là encore très évocatrices (à gauche), ou des créations humoristiques, témoin ce fauteuil de Philippe Starck que j'ai placé dans l'hôtel de France à Kyoto (à la grande surprise des Japonais qui n'osaient pas s'asseoir).



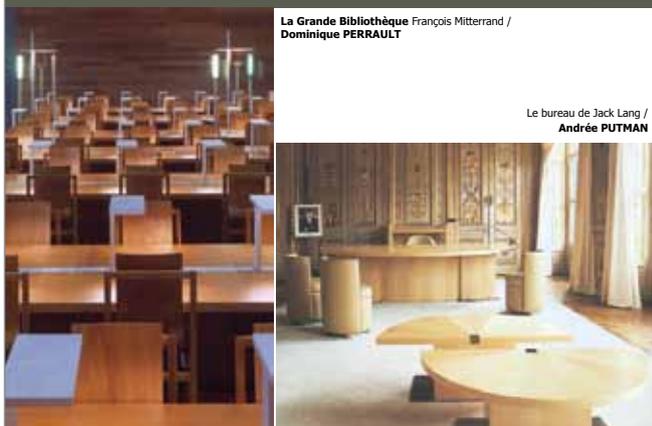
Voyez encore ce travail subtil sur le placage qui sert de prise en main, ou cette installation plus spectaculaire (banquette chaises) ; et enfin un superbe travail de Frank Gehry pour le hall d'entrée d'un immeuble de bureaux à Tokyo qui fait 15 m de long.



## Autres applications



## Autres applications



## Autres applications



Je voudrais terminer en évoquant d'autres applications. Ne pas négliger **la facture instrumentale** qui a besoin d'essences très particulières, **les escaliers** qui permettent un champ d'expression extraordinaire, **le mobilier de jardin** dont la France est singulièrement absente (aujourd'hui c'est pris en main par des stylistes belges ou hollandais qui font fabriquer en Indonésie ou aux Philippines et c'est bien dommage ; il faut vraiment reprendre la main sur ce champ).

Penser aussi aux **architectures de loisir** qui permettent de goûter la nature ou encore au **mobilier urbain** : soyez très vigilants sur les appels d'offres locaux qui peuvent vous intéresser en travaillant avec des designers. C'est dans l'air du temps : je travaille avec le réseau Villes et Métiers d'Art, et il y a en ce moment une volonté de se distinguer par le mobilier urbain en faisant émerger les productions locales et de se défaire d'une certaine hégémonie de JC Decaux.

Penser de même aux **lieux institutionnels** parce que là, il y a du volume : quand on refait la salle de lecture de la bibliothèque François Mitterrand, c'est du volume. Et on oublie souvent que ce sont des lieux publics, par conséquent ils doivent être la première vitrine de nos expressions créatives et de nos particularismes en termes de production : il y a eu (en 1985) l'exemple du bureau de Jack Lang, ministre de la culture ou celui du premier ministre dessiné par Andrée Putmann, en bois naturellement, et dont le parti pris créatif contemporain se marie parfaitement avec les lambris du 18<sup>e</sup> siècle.

Et puis il y a **les parquets** où il y a une vraie innovation dans tous les domaines que ce soit par l'inclusion de matière (en bas à gauche) ou par la sublimation de la matière (en haut à gauche), la combinaison entre la matière bois et les machines 5 axes qui permettent de faire des **panneaux défoncés avec des décors extraordinaires** et un champ d'expression d'une liberté incroyable.

## En conclusion,

j'insiste : il vous appartient de valoriser vos matières pour ce qu'elles sont, au mieux de l'intérêt du public, d'en démontrer le champ d'utilisation potentiel et sur ce point je suis à votre disposition pour vous y aider, et vous confirmer l'intérêt du public français et international pour ces matières que vous produisez.



**Jean Tayeb**  
INRA

**Docteur en génie des matériaux, ingénieur de recherche à l'INRA de Reims (UMR FARE), Jean Tayeb est directeur adjoint de l'institut Carnot « Bioénergies, biomolécules, biomatériaux du carbone renouvelable » (3BCAR) ; l'ONF est associé à ses travaux dans le cadre du projet Futurol.**

# Production de biocarburants à partir de biomasses lignocellulosiques

Gérard Laizé nous a fait rêver avec les idées des designers... Mon propos va nous faire redescendre dans les besoins de base, selon la représentation de la pyramide des besoins de Maslow : la base en est évidemment celle des exigences physiologiques (nourriture, eau, etc.), mais juste après vient l'énergie (pour se chauffer, cuire les aliments...) ; ensuite, c'est la sécurité, le besoin de reconnaissance, etc.

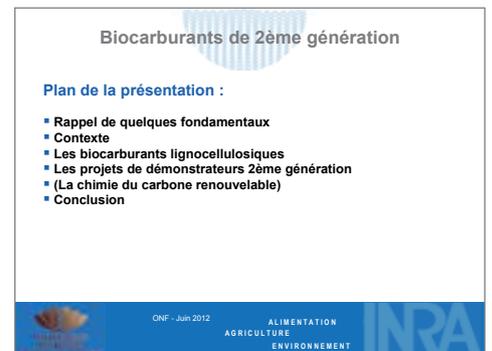
On m'a demandé de faire un point sur les biocarburants de 2<sup>e</sup> génération, qui sont produits à base de lignocellulose. Ma présentation sera très générale parce que le sujet est vaste. J'appartiens à UMR qui travaille sur la paroi lignocellulosique et je suis directeur de l'institut Carnot 3BCAR, structure mise en place par l'INRA pour faire le lien entre la demande industrielle et les compétences des chercheurs de l'INRA. À ce titre, j'assure la coordination générale pour l'INRA du programme Futurol, démonstrateur éthanol de 2<sup>e</sup> génération (j'y reviendrai).

Je rappellerai d'abord quelques fondamentaux car si on ne pose pas bien les règles sur ces questions d'énergie, on risque fort de dire des bêtises. Ensuite je présenterai le contexte avant de parler plus longuement des biocarburants lignocellulosiques et des démonstrateurs correspondants et je terminerai par quelques considérations concernant les enjeux sur la ressource végétale.

## Les fondamentaux

Il faut bien se rendre compte que presque toutes les énergies proviennent plus ou moins directement du soleil. Le soleil est à l'origine, par la photosynthèse, des formations végétales anciennes (énergies fossiles) et actuelles (biomasse), mais aussi de l'évaporation de l'eau qui permet la pluie (hydroélectricité), des différences de températures qui font les vents (énergie éolienne) et bien sûr de la lumière (photovoltaïque).

Il n'y a que 2 cas particuliers d'énergies qui ne proviennent pas du soleil : l'énergie nucléaire et la géothermie.



## Fondamentaux

### L'énergie reçue du soleil est largement suffisante

- Energie solaire reçue au sol : 120 000 TW.an
- Energie consommée au niveau mondial : 15 TW.an

### L'enjeu est de la stocker et de la rendre disponible sous une forme utilisable par nos technologies = tryptique énergie primaire / vecteur / usage

- Exemples de vecteurs :
  - Electricité, carburants liquides, (hydrogène), ...
- Exemples d'usages :
  - Statiques : Chauffage et refroidissement, utilisations domestiques et industrielles
  - Mobiles (transport) : alimentés (trains, tramways, ...) ou autonomes (véhicules, avions)



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

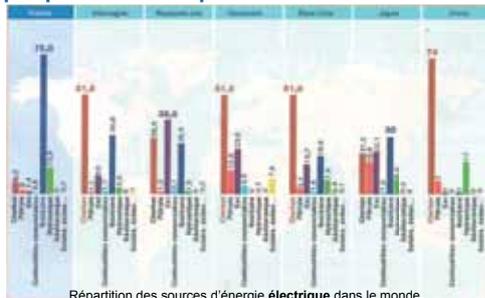


Se pose alors la question : l'énergie solaire est-elle suffisante ? Entre l'énergie solaire reçue sur terre (120 000 térawatts.an) et la consommation mondiale d'énergie (15 TW.an), il y a un facteur 104. Il y a donc de quoi faire, mais il faut la stocker et la rendre disponible sous **une forme utilisable** : un radiateur ne fonctionne pas comme un moteur de voiture, qui lui-même est différent d'un moteur d'avion.

Donc il faut considérer un triptyque : énergie primaire/vecteur/usage, le vecteur étant la forme sous laquelle l'énergie est disponible : électricité, carburants liquides et probablement l'hydrogène dans le futur. Quant aux usages, ils peuvent être statiques, mobiles alimentés (réseau de transport électrifié) ou mobiles autonomes ; les biocarburants concernent cette dernière catégorie.

## Fondamentaux

### Il n'y a pas de solution unique, compte tenu des contextes géographiques et historiques différents



Répartition des sources d'énergie électrique dans le monde



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

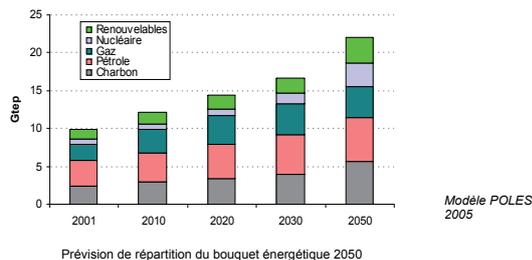


Nous avons sur cette diapo un exemple de ce qu'il n'y a pas de solution unique. Il s'agit de la répartition des **sources d'énergie électrique** (ce ne sont pas toutes les énergies) dans le monde, d'après l'Observatoire de l'Énergie (2005) : à gauche, la France avec une grande barre bleue qui représente la source nucléaire (75,8 %) ; à droite, la Chine avec une barre équivalente, mais de charbon (74 %) ; au milieu, le Danemark, « bon élève » de l'Europe du point de vue des énergies renouvelables (en jaune, 7,8 %).

Chaque pays gère donc spécifiquement son « mix » énergétique : il faut faire attention à ne pas tirer trop vite de règles générales, et regarder chaque situation en détail.

## Fondamentaux

### Chaque énergie (dont la biomasse) a un rôle à jouer dans le bouquet énergétique des 50 prochaines



Prévision de répartition du bouquet énergétique 2050

Modèle POLES 2005



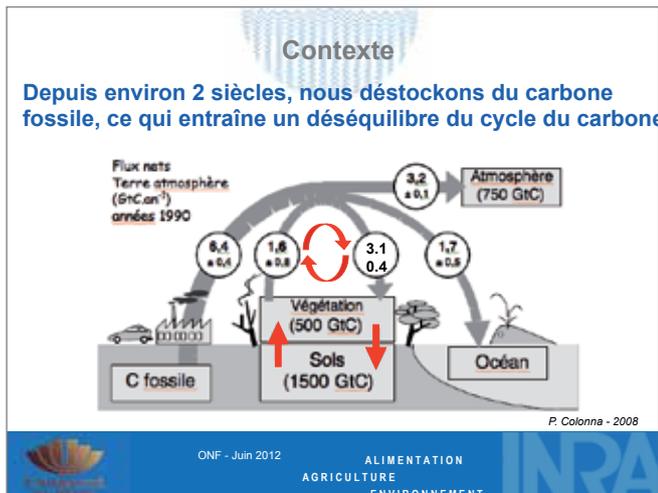
ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



Pour terminer sur les fondamentaux, l'énergie dont on a besoin globalement dans le monde se répartit dans un « bouquet » composé notamment de charbon (en gris), pétrole (rose), gaz (vert foncé), énergie nucléaire (mauve) et énergies renouvelables (vert clair).

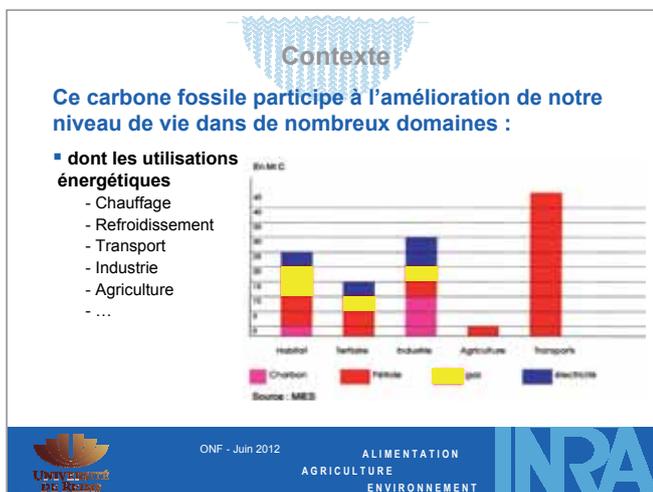
Il faut considérer l'ensemble ; ne pas faire de scénario catastrophe en imaginant par exemple produire 100 % de l'énergie à partir de la biomasse, car cela empêche de réfléchir correctement.



## Le contexte

J'aime bien ce schéma de Paul Colonna qui resitue le cycle du carbone. Il montre qu'aujourd'hui on extrait du carbone fossile (depuis le début de la révolution industrielle) à raison d'environ 6,4 gigatonnes/an et que l'on en envoie la moitié dans l'atmosphère. C'est cela qui cause le problème du changement climatique et on comprend bien qu'on est dans un système non durable.

On voit par ailleurs que le sol est un énorme réservoir de carbone (1 500 Gt par rapport à 6) et que la végétation en contient aussi beaucoup, avec en rouge un cycle qui n'absorbe que 1,5 gigatonne environ (absorption nette : 3,1 – 1,6) : en ajoutant ce qu'absorbent les océans, c'est à peu près du même ordre que ce qu'on rejette dans l'atmosphère. Quelle que soit la façon de considérer la question, il faut reboucler ce cycle.



Ce carbone fossile contribue à notre niveau de vie à travers de nombreux types d'utilisation. Sur ce graphique, par exemple, on voit en rose la consommation de charbon, en rouge le pétrole, en jaune le gaz et en bleu l'électricité, pour divers secteurs d'activité (de gauche à droite) : habitat, tertiaire, industrie, agriculture et transports.

Bien que les chiffres soient assez anciens (MIES 2007), on constate qu'en France le transport dépend pratiquement à 100 % du pétrole, alors que d'autres secteurs (comme l'industrie) ont un « mix » beaucoup plus équilibré. Et comme je le disais, il ne faut pas faire de généralité en essayant de traiter tout ensemble : il faut vraiment regarder partie par partie. Ce que je vais présenter sur les biocarburants s'applique à la partie droite (transports) : c'est la nécessité de disposer d'un carburant à haute densité énergétique à substituer dans un secteur qui n'utilise pratiquement que du pétrole.

**Contexte**

Plutôt que d'utiliser du carbone fossile, les principes du développement durable suggèrent de réutiliser le carbone contenu dans le CO<sub>2</sub> :

- La photosynthèse fabrique de la biomasse (plantes, arbres, ...) à partir du CO<sub>2</sub> et des photons provenant du soleil
  - La biomasse végétale est composée de cellulose, d'hémicelluloses et de lignine, qui contiennent du carbone dit « renouvelable » ; certaines plantes (plantes alimentaires) contiennent aussi des glucides de réserve (amidon)
  - La biomasse est ubiquiste (présente partout)
- Que faire de ce carbone renouvelable ?
  - Le transformer en énergie
  - Lui donner des fonctions d'usage (matériaux, lubrifiants, cosmétiques, etc...) grâce à la chimie

ONF - Juin 2012 ALIMENTATION AGRICULTURE ENVIRONNEMENT INRA

Comme on le voyait un peu sur le schéma du cycle du carbone, l'intérêt de la biomasse (lignocellulosique) vient de ce qu'elle permet de boucler le cycle grâce à la photosynthèse. La photosynthèse capte le carbone atmosphérique grâce à l'énergie solaire et le stocke (le mot est important) dans la biomasse. Ce carbone issu de la biomasse est donc « renouvelable » contrairement aux extractions fossiles.

L'autre intérêt est que ce stockage est assez bien réparti à la surface du globe : la biomasse est « ubiquiste » et donc proche de ses utilisations potentielles, qui sont d'une part l'énergie (dont on parle ici), et d'autre part les fonctions d'usage : construction, ameublement et autres usages dont parlera Michel Petit-Conil.

Donc la photosynthèse capte le carbone atmosphérique grâce à l'énergie solaire et stocke ce carbone dans la biomasse de façon assez bien répartie à la surface du globe.

## Les incitations ou contraintes réglementaires

### La préoccupation sociétale a été traduite à différents niveaux

- **Gaz à effet de serre : le « paquet climat » européen**
  - Directive sur l'énergie renouvelable
  - En cours de transcription dans les différents pays de la CEE
- **Les accords internationaux**
  - Kyoto (1997, applicable en 2005), Copenhague (2009), Cancun (2010)
  - Les motivations des différents Etats sont très spécifiques
- **Chimie : la directive REACH**
  - Représente un potentiel de renouvellement de certaines substances par d'autres issues de la chimie du végétal (moindre toxicité, écoconception) ; exemple : bio-huile détruite à 95% en 21 jours vs 25% pour huile minérale



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



Il faut aussi mentionner dans le contexte un aspect réglementaire qui :

- s'inscrit dans le cadre d'accords internationaux issus de toute une série de conférences environnementales (on arrive ces jours-ci à Rio + 20) ;
  - comporte des textes contraignants : la directive RED sur l'énergie renouvelable suppose une progression des performances et des pénalités si les objectifs ne sont pas atteints ; la partie chimie fait l'objet d'une directive spécifique (directive REACH) qui pousse à utiliser des matériaux renouvelables.
- Cet ensemble a des conséquences économiques en termes de prix d'achat, de partage de marge, etc. C'est un des grands drivers du fait que les choses sont en train de changer.

## Utilisation de la biomasse ligno-cellulosique

### La biomasse végétale est la seule source de carbone renouvelable

- **Contexte : accroissement de la demande alimentaire mondiale**
  - 9 milliards de personnes en 2050
  - changement des régimes alimentaires
- **Les surfaces disponibles seront un facteur limitant** (mais pas pour 2020 : 15% en Europe vs 30% export), **donc définir un panel d'usages optimaux en tenant compte :**
  - des besoins (demande substituable ou non)
  - des impacts énergétiques et gaz à effet de serre (GES)
  - de la durabilité des systèmes
  - des contraintes locales (analyse en bassins de production / de transformation / de consommation)
- **Nécessité d'une approche systémique et d'une gestion « plante entière »**
  - marchés de niche à haute valeur ajoutée dépendants des marchés de masse



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



Dernier élément du contexte, enfin, le débat nourriture vs carburant. La biomasse végétale (dont la biomasse forestière) étant la seule source de carbone renouvelable, il faut la gérer par rapport aux autres besoins, dont en premier lieu l'alimentation : il n'y a pas dans l'immédiat (d'ici 2020) de problème de surfaces disponibles, mais la question se posera pour la suite. Il faut donc y penser dès maintenant : d'où des implications en termes de productivité, accélération des rendements, etc. En conséquence, il faut effectuer une analyse du système global.

Dans le même esprit, ce que je vais dire sur la biomasse ligno-cellulosique ne s'applique qu'à une partie de ce que produit la forêt : il ne s'agit pas d'en déduire que 100 % du bois doit servir à la production de carburant, mais simplement que cette nécessité de production de carburant doit s'intégrer dans les approches de la gestion forestière.

## Usages énergétiques de la biomasse

### La biomasse participe au bouquet énergétique :

- **Combustion**
  - Aujourd'hui : 10.2 Mtep/an = 55% de l'énergie primaire renouvelable, 5.6% de la consommation totale d'énergie ; Objectif 2015 : passer à 12% de la consommation d'énergie ; utilisation forêts et résidus industrie forestière (5 Mtep/an), pailles, plantes entières
  - Pour mémoire, déchets organiques valorisables en bio-gaz : actuel 0.75 Mtep, potentiel 10 Mtep
- **Carburants**
  - Nécessité de produits liquides et à forte densité énergétique
  - En France et en Europe 80% diesel 20% essence, mais inverse ailleurs dans le monde
  - Usage principal : en mélange avec les carburants fossiles, sous forme réglementée (pourcentage, qualité environnementale)
  - 1ère génération : à partir de sucre, d'amidon et d'huile ; 2ème génération : à partir de lignocellulose (bois, cultures dédiées) pour éviter la concurrence avec l'alimentaire



ONF - Juin 2012

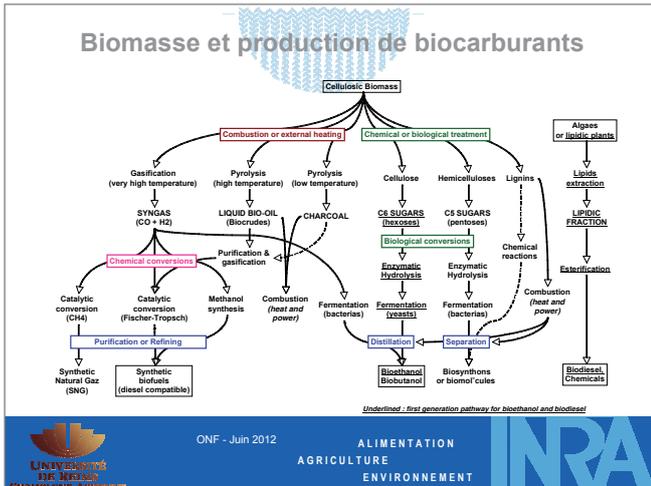
ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## Les biocarburants lignocellulosiques

Actuellement, la principale utilisation énergétique de la biomasse lignocellulosique en France, c'est la combustion : elle représente 55 % de la consommation d'énergie renouvelable (tout compris : éolien, solaire, etc.). Les objectifs à moyen terme pour cette partie combustion sont à l'augmentation, mais ils doivent être cohérents avec la partie carburant. Pour mémoire, il existe une réserve de progrès dans la part valorisable en biogaz.

L'utilisation en carburant correspond à la nécessité de disposer, pour nos moteurs, d'énergie sous forme de liquide (facile à transférer) et à forte densité énergétique. Elle se fait essentiellement en mélange avec les carburants fossiles classiques, de façon réglementée : les carburants distribués doivent inclure une part de biocarburant. En 2012 ça représente environ 7 % du PCI (pouvoir calorifique inférieur), avec un objectif de 10 % en 2020. La répartition diesel/essence est actuellement en France de 80 % contre 20 % (c'est l'inverse dans d'autres parties du monde) : cela a des incidences sur les choix technologiques de production des biocarburants, pour la compatibilité avec les moteurs diesel ou les moteurs à essence. Les biocarburants actuels (de 1<sup>re</sup> génération) sont produits à partir des organes de réserves de plantes initialement développées pour l'alimentation ; la 2<sup>e</sup> génération se fera à partir de lignocellulose (bois et cultures dédiées), c'est-à-dire de biomasse non alimentaire.

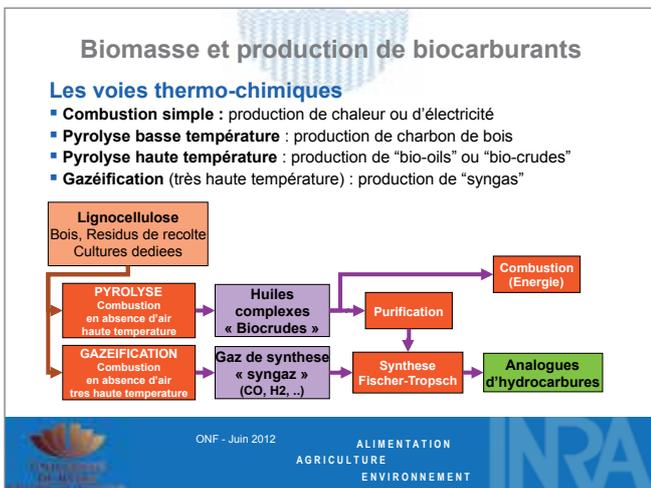


Cette figure, que je ne vais pas commenter en détail, montre qu'il y a 2 voies principales de production de carburants à partir de la biomasse végétale : la voie thermo-chimique (étape thermique en marron, chimique en rose) aboutissant en gros à des carburants compatibles avec le diesel :

- la voie dite biologique (en vert) ;
- à des alcools compatibles avec les moteurs à essence.

Pour compléter le tableau, j'ai fait figurer à droite la voie des algues, qui n'est pas encore mature.

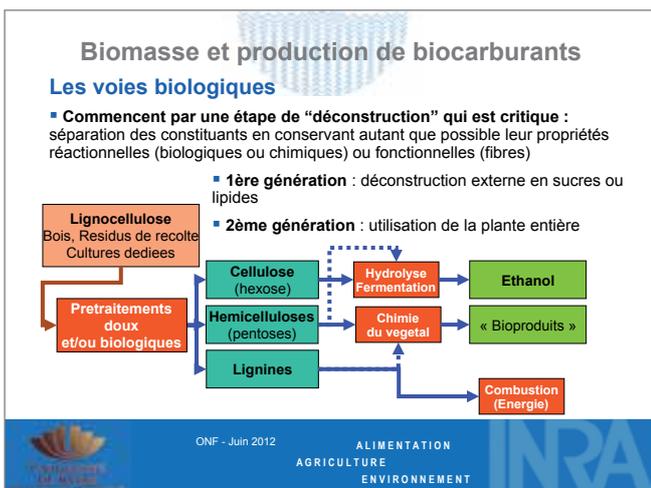
Entrons un peu plus dans le détail.



La voie thermo-chimique produit des analogues d'hydrocarbures en utilisant la décomposition de la biomasse (en C, H, O) par la température :

- soit par pyrolyse à haute température (on n'obtient pas directement des produits transformables en diesel) ;
- soit par la gazéification à très haute température (>1000 °C), qui est une technologie exigeante (pour mémoire : 1 200-1 300 °C, c'est la température de ramollissement des métaux) et qui conduit à des gaz de synthèse qu'on recombine ensuite grâce à des catalyseurs pour faire des hydrocarbures.

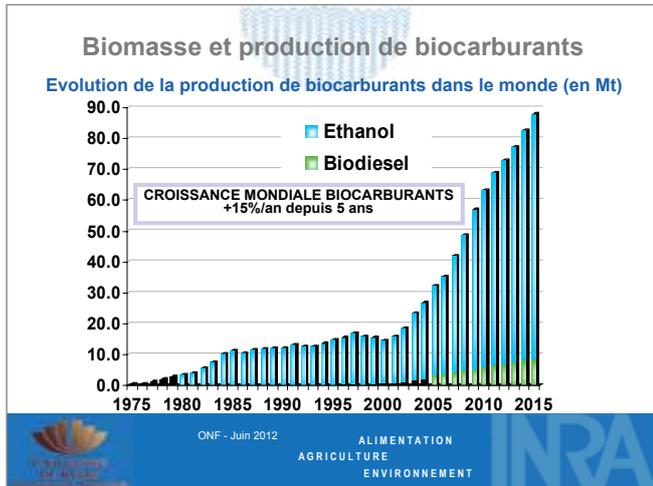
Cette voie thermo-chimique, dite aussi BTL (*biomass to liquid*), est assez bien connue parce qu'elle a été développée à partir du charbon (filière CTL : *coal to liquid*) dans des contextes d'embargo, par exemple en Afrique du Sud. La difficulté c'est de faire un gaz de synthèse qui soit « propre », car sinon les catalyseurs perdent leurs performances.



La voie biologique déconstruit la biomasse par des traitements doux chimiques et/ou biologiques pour en séparer les 3 constituants (cellulose, hémicelluloses, lignines) :

- la cellulose est la seule fraction que l'on transforme aujourd'hui sans difficulté, au laboratoire ou en pilote, en carburant : on sait la scinder en monomères de sucre (hexoses) que l'on fait fermenter (levures) pour arriver à l'éthanol
- les hémicelluloses font l'objet de recherches maintenant très abouties pour les transformer en produits fermentescibles et donc en éthanol ; sinon on peut aussi les utiliser en chimie du végétal pour faire ce qu'on appelle des « bioproduits » ;
- pour les lignines, la seule réalité technologique actuelle est de les brûler, mais il est envisagé de les utiliser en chimie du végétal (voir l'exposé de Michel Petit-Conil).

Comme je l'ai dit, la 1<sup>re</sup> génération de biocarburants s'appuie sur les organes de réserve des plantes (procédé simple). Une des difficultés des biocarburants de 2<sup>e</sup> génération, c'est cette partie prétraitement.



Pour situer les deux grandes voies technologiques, thermo-chimique/diesel et biologique/éthanol, voici une figure (source IFP) montrant l'évolution de la production de biocarburants dans le monde : en bleu l'éthanol, très largement majoritaire et en vert le biodiesel.

Si on avait la figure pour l'Europe, elle montrerait une proportion inverse.

## Biomasse et production de biocarburants

### Comparaison voies thermo-chimiques et biologiques

- **Voies thermo-chimiques :**
  - Nécessité d'une intégration énergétique très poussée (auto/allo-thermie, H<sub>2</sub>)
  - Technologies dans la tradition industrielle, mais conditions extrêmes
  - Investissements très importants, sauf pour combustion simple
- **Voies biologiques :**
  - Nouveaux outils biologiques (enzymes, micro-organismes, ...) à développer
  - Investissements moyens, technologies éco-compatibles
  - Nouveau secteur d'activité : courbe d'expérience spécifique à acquérir
- **Les deux voies se développent de façon complémentaire, dans l'attente d'une future rupture technologique qui permettra une meilleure utilisation de l'énergie solaire en une énergie stockable (3<sup>ème</sup> génération)**

ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

Comparaison schématique des deux voies :

- la voie thermo-chimique passe par une création de chaleur et suppose donc une intégration énergétique très poussée : pour chauffer, on utilise soit la biomasse (autothermie) soit une autre source d'énergie (allothermie), de sorte qu'entre l'une et l'autre solution les rendements en kg de biocarburant produit par quantité de biomasse varient fortement, et il faut faire attention dans les comparaisons ; c'est une technologie dans la tradition industrielle, de type raffinerie, qui suppose des investissements très importants ;
- inversement la voie biologique ressemble à la production de bière qu'on connaît depuis 4 000 ans : ce seront plutôt de petites usines, avec des techniques écocompatibles ; mais pour les carburants de 2<sup>e</sup> génération, il y a une courbe d'expérience à établir dans la partie transformation de la lignocellulose, que l'on ne connaît pas encore très bien.

En pratique, les deux voies sont complémentaires et le resteront jusqu'à ce qu'une rupture technologique ouvre la voie à d'autres types de carburant (3<sup>e</sup> génération).

## Usages énergétiques de la biomasse

### Le cas particulier du biogaz par fermentation anaérobie (= méthanisation ; différent de méthanation)

- **Avantages :**
  - technologie connue et robuste
  - accepte des matières premières variées
- **Facteurs limitants :**
  - optimisation du fonctionnement des communautés microbiennes
  - coût du traitement du gaz produit pour le rendre compatible avec un mélange dans le réseau de gaz naturel
- **Potentiel : utilisation locale d'énergie**
  - déchets organiques valorisables en bio-gaz : chauffage urbain, flotte de véhicules captive

ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

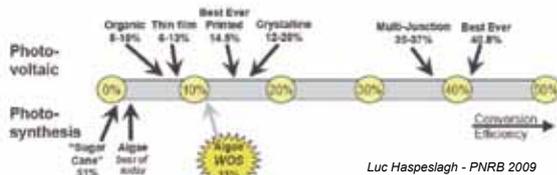
Pour être complet sur les usages énergétiques de la biomasse, en plus de la combustion et des carburants (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> génération), citons encore rapidement la possibilité de la méthanisation et le cas très particulier des algues.

NB : ne pas confondre la méthanisation, production de biogaz (méthane) par fermentation anaérobie de la biomasse, avec la méthanation (procédé catalytique de production de méthane à partir d'hydrogène et de monoxyde ou dioxyde de carbone).

## Usages énergétiques de la biomasse

### Le cas de la biomasse algale

- **Avantages** : efficacité photosynthétique, utilisation possible de CO2 capté localement, production de lipides, surfaces disponibles (selon le cas)
- **Verrous** : connaissances générales, technologie des photobioréacteurs -> applications en 2030 (?)



Luc Haspeslagh - PNRB 2009

ONF - Juin 2012

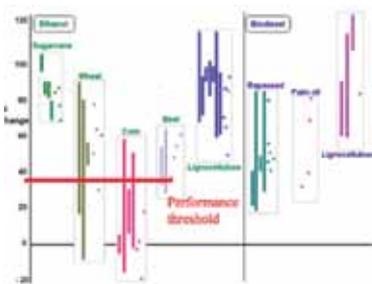
ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

## Usages énergétiques de la biomasse

### Le débat sur les bilans énergétiques et GES

(Gaz à Effet de Serre)

- De nombreuses études qui donnent des plages de valeurs, car chaque système est différent
- Toutes les études donnent des résultats positifs, sauf celles qui prennent en compte l'énergie solaire dans le bilan
- Il faudra s'habituer à manipuler des fourchettes de chiffres et à choisir des solutions adaptées



The Royal Society - 2008

ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

## Démonstrateurs Biocarburants 2eme Génération

### Prolongement des projets de recherche ANR et européens

#### ▪ Background des participants

- Travaux des années 1980-1990
- Projets ANR (en particulier PNRB et BIO-E)
- Projets européens (Nile, REX Bioenergy, ...)

#### ▪ Démonstrateur

- Structure permettant l'assemblage des acquis, la recherche sur les chaînons manquants, et l'optimisation globale d'un procédé continu gérant l'ensemble de la matière entrante et les recyclages internes
- Objectifs : dimensionnements des équipements, définition des stratégies de contrôle-commande, calculs des bilans économiques et environnementaux en conditions représentatives
- Ordre de grandeur : taille 1-25 t/jour ; projet 50-150 M€

#### ▪ Forte compétition internationale

ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

Pour évoquer le cas des algues, j'ai emprunté à Luc Haspeslagh un graphique qui compare les rendements de la photosynthèse et du photovoltaïque : le rendement de la photosynthèse (2 % maxi) reste très faible par rapport au photovoltaïque classique (6 à 10 %). On prévoit que les algues en bioréacteur, donc dans des conditions contrôlées, feront un jour 10 fois mieux que la photosynthèse.

Mais c'est compliqué à faire : ça justifie qu'on travaille dessus, mais les applications à grande échelle ne sont pas pour tout de suite.

Comment se situent les biocarburants dans le débat des bilans énergétiques ? Il s'agit sur ce graphique de comparer, pour différentes filières, le bilan exprimé par la production nette d'énergie ramenée à l'énergie utilisée pour cette production :  $([E_{\text{produite}} - E_{\text{utilisée}}] / E_{\text{utilisée}}) \times 100$ .

Toutes les études sur les bilans environnementaux des biocarburants montrent un bilan positif : il vaut mieux utiliser des biocarburants que ne rien faire. Mais les fourchettes de résultats sont assez larges, et les biocarburants de première génération ne sont pas très bien classés (à l'exception de la canne à sucre). La directive européenne RED fixe pour ce bilan un seuil glissant (barre horizontale rouge) qui est actuellement de 35 % et sera bientôt de 40 % puis 50 % en 2020 : il faudra produire deux fois plus d'énergie qu'on en consomme (tout compris) dans l'analyse du cycle de vie : les carburants de 2<sup>e</sup> génération et la filière canne à sucre se situent actuellement à ce niveau-là.

Des analyses du même type sont faites sur le bilan Gaz à Effet de Serre (GES).

## Les démonstrateurs de biocarburants de 2<sup>e</sup> génération en France

Un démonstrateur c'est une usine pilote avec tout l'ensemble R&D qui va autour. Ce sont des projets intégrés de l'ordre de 80 à 120 M€. Les premiers ont été partiellement financés dans le cadre A2I Oséo et ils sont maintenant partiellement financés par l'Ademe.

Leur objectif est de faire de la démonstration industrielle : ils permettent d'assembler la recherche et les acquis, de dimensionner les équipements et de faire des calculs économiques et des bilans en conditions « réelles ».

Il y a 4 démonstrateurs de biocarburants de 2<sup>e</sup> génération en France.

## Démonstrateurs Biocarburants 2eme Génération

### Les projets français

#### Voie Biologique

- Projet **Futurol** (2008 - Oseo) : licence de procédé de fabrication d'éthanol ; pilote 1t/jour + prototype 20-25 t/jour ; 11 partenaires ; 75 M€  
IFP, INRA, ARD, Lesaffre, ONF, Champagne Céréales, Téréos, Total, Unigrains, CGB, Credit Agricole Nord-Est

#### Voie Thermochimique

- Projet **BioTfuel** (2009 - Ademe) : licence de procédé de valorisation de biomasse ; plusieurs sous-unités correspondant aux opérations unitaires ; 6 partenaires ; 110 M€  
SOFIPROTEOL, IFP, CEA, IFP et sa filiale Axens, Total, Uhde (gazéifieur allemand)

- Projet **Gaya** (2009 - Ademe) : plateforme de démonstration de méthanation (= gaz) ; 11 partenaires  
GDF-Suez, CEA, CIRAD, CTP, FCBA, UCCF, Repotec (Autriche) et plusieurs unités mixtes du CNRS : LGC - Toulouse, LSGC - Nancy, RAPSODEE - Albi, UCCS - Lille

- Projet **Bure-Saudron** (2010) : unité pré-industrielle 25 000 t/an ; 3 partenaires  
CEA, Areva, EDF



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



Nous avons en France un démonstrateur sur la voie biologique...

- le projet **Futurol**, lancé en 2008 : son objectif est de mettre sur le marché une licence (mondiale) de procédé de fabrication d'éthanol ; il n'est donc pas uniquement fermé sur les 11 partenaires impliqués ; la licence sera commercialisée par **AXENS**, filiale de l'IFP Énergies nouvelles ; l'usine pilote est située en Champagne Ardenne, sur la plaque agro industrielle de Bazancourt.

...et trois démonstrateurs sur la voie thermochimique :

- **BioTfuel** (2009), projet « frère » de Futurol dont l'objectif est aussi une licence de procédé, pour la fabrication de biodiesel 2e génération. BioTfuel par contre ce n'est pas implanté sur un site unique puisqu'on imagine de fabriquer des biohuiles sur plusieurs parties du territoire en France, puis de les transporter dans une unité qui sera capable de les co-traiter ; le « pilote » se répartit sur Compiègne et la raffinerie Total de Dunkerque.
- **Projet Gaya** (2009) de GDF-Suez : il ne concerne pas vraiment les biocarburants liquides puisqu'il s'agit de produire un équivalent du gaz naturel par méthanation (≠méthanisation !), mais c'est presque du carburant si on fait le parallèle avec le GPL (gaz de pétrole liquéfié) ; le pilote se situerait en Rhône-Alpes.
- **Bure-Saudron** (2010), porté par CEA, Areva et EDF : c'est le plus gros, mais il n'est pas encore financé, car il n'a pas encore construit son business modèle ; il est prévu sur le site d'études d'enfouissement des déchets nucléaires ultimes à Bure (Meuse).

## Les ressources lignocellulosiques

### Les différents types de ressources lignocellulosiques

- **Coproduits de l'agro-industrie** (pailles, drèches, pulpes, ...)
- **Plantes annuelles dédiées (à vocation biomasse)**
  - Compatibilité avec les cycles économiques annuels
  - Possibilité de retour en arrière et d'arbitrage
  - Meilleur compromis entre productivité et environnement local (azote, pesticide)
- **Cultures pérennes (miscanthus, switchgrass)**
  - Plantes en C4 : meilleure efficacité en eau et en azote
  - Transfert / remobilisation de l'azote dans les rhizomes
- **Taillis à courte ou à très courte rotation**
  - Utilisations de terres non agricoles ou ex-agricoles
- **Ressources forestières co-exploitées** (de façon durable)
  - Rémanents forestiers, etc..



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



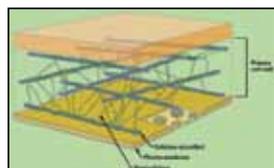
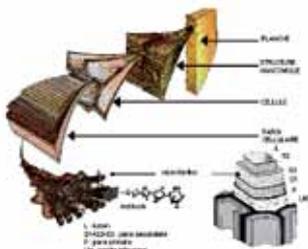
## Les enjeux pour les ressources végétales

Quand on parle de biomasse lignocellulosique, de quelles ressources s'agit-il exactement ?

- Des coproduits de l'agro-industrie dont la paille, mais la paille ne sera pas la matière première de base des biocarburants de 2<sup>e</sup> génération ;
- de plantes annuelles dédiées, actuellement à l'étude, qui devront respecter des impératifs environnementaux ;
- de cultures pérennes (miscanthus, switchgrass) que l'on installe pour un certain temps (de l'ordre de 10 ans) donc qui sortent du modèle économique agricole classique ;
- et, pour ce qui concerne plus particulièrement la foresterie, des taillis à courte ou très courte rotation (TCR ou TTCR) et de ressources forestières co-exploitées, c'est-à-dire qui ne se substituent pas aux usages bois d'œuvre ou bois d'industrie (avec cependant un réglage du curseur à trouver pour que la répartition soit intelligente).

## Utilisation de la biomasse ligno-cellulosique

### Verrou : « déconstruire » la paroi lignocellulosique



Cellulose : 35 à 50 %  
Hemicelluloses : 20 à 40 %  
Lignines : 15 à 25 %



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



Le principe de l'utilisation de la biomasse lignocellulosique, c'est la valorisation de la plante entière, ce qui impose un certain nombre de contraintes liées aux composants des plantes hors organes de réserve : cellulose, hémicellulose, lignines. Il s'agit en particulier de faire sauter le premier verrou, celui de l'assemblage très solide de la paroi lignocellulosique des cellules végétales, qu'il faut arriver à déconstruire pour en séparer les différents composants dont on vient de parler.

Les procédés doivent aussi s'attacher à recycler l'eau, à utiliser la lignine (Futurol se propose de la brûler pour produire l'énergie dont il a besoin), à utiliser les pentoses (issus des hémicelluloses) et à convertir un maximum de cellulose en éthanol.

## Les enjeux pour les ressources végétales

### Les caractéristiques de la matière première végétale (1/2)

- **Composition et/ou propriétés fonctionnelles**
  - notions multi-échelle, dont le déterminisme n'est pas toujours précisément connu
  - font en général l'objet des cahiers des charges
- **Diversité des sous-éléments**
  - par exemple les différents organes de la plante
  - nombreux sous-éléments disponibles à partir d'une plante entière ou d'un sous-élément de cette plante (imbrication des structures)
  - possibilité de piloter, notamment via la génétique, la conduite des cultures ou les différences inter-espèces, les répartitions / compositions / interactions de ses sous-éléments, ou sous-sous-éléments
- **Hétérogénéité d'un constituant**
  - par exemple les 2 types d'amidon, les 3 types de lignines, ou les différents protéines d'une couche structurale
  - est en général déterminée par la programmation génétique, à la différence de la variabilité mentionnée ci-après



## Les enjeux pour les ressources végétales

### Les caractéristiques de la matière première végétale (2/2)

- **Variabilité de la composition ou des propriétés**
  - différence de composition ou de propriétés de la matière première dans le temps et dans l'espace
  - dépend notamment des conditions de milieu ou de culture
- **Evolutivité post-récolte**
  - différence de composition ou de propriétés par rapport aux phases de stockage, et dans une moindre mesure par rapport aux opérations de récolte
  - des transformations microbiennes, enzymatiques ou structurelles (maturation) peuvent avoir lieu

*Du point de vue de la transformation, certaines caractéristiques sont positives (diversité, hétérogénéité) alors que d'autres sont négatives (variabilité, évolutivité)*



## Les enjeux pour les ressources végétales

### Caractéristiques attendues pour les biocarburants

- **Voies thermochimiques**
  - Pouvoir calorifique (lignines +), densité énergétique
  - Micro-constituants et éléments minéraux à limiter
- **Voies biologiques**
  - Dégradabilité enzymatique (lignines -) ou chimique
- **Dans les deux cas**
  - Disponibilité dans le temps et dans l'espace
  - Aptitude au pré-conditionnement logistique (broyage, conservation...)
  - Rendement en Tep/ha/an (pression sur les surfaces disponibles)
  - Durabilité de la ressource et de son exploitation



Par ailleurs la liste des constituants ne suffit pas à caractériser la biomasse cellulosique en tant que matière première d'un processus de transformation industrielle. Il y a, plus en détail, des caractéristiques qui ont des incidences importantes.

Elles ont été identifiées et définies dans le cadre de l'ARP VegA, atelier de réflexion prospective de l'ANR sur les plantes du futur (« quels végétaux pour la biomasse du futur ? ») :

- cela commence bien entendu par la composition (en cellulose, hémicellulose, lignine, etc.) et les propriétés fonctionnelles : faire des fibres ou des planches...
- mais ensuite il faut considérer la diversité (les différents organes) et, à l'intérieur de cette diversité, l'hétérogénéité des constituants (différents types d'amidon, de lignine...);
- à une autre échelle, il faut considérer la variabilité de cette matière première (composition, propriétés) dans l'espace et dans le temps, en fonction des incidents climatiques, des itinéraires techniques, etc., et enfin son évolutivité après récolte, selon par exemple les conditions de stockage et délais d'utilisation.

Cela fait donc 4 dimensions à gérer en plus de la composition, avec des aspects positifs et des aspects négatifs. La variabilité, par exemple, est ici négative, car elle oblige à modifier les réglages des usines, outils technologiques sophistiqués, en permanence.

Pour les biocarburants, les qualités qu'on attend de la biomasse dépendent des voies de transformation.

Pour les voies thermo-chimiques, il faut un pouvoir calorifique important (c'est-à-dire un fort taux de lignine, sauf si on fait de l'allothermie) et éviter les microconstituants minéraux qui empoisonnent les catalyseurs.

Pour les voies biologiques, il faut des structures qui se dégradent facilement, donc moins chargées en lignine.

Dans tous les cas, on a besoin de caractéristiques de :

- disponibilité dans le temps et dans l'espace (c'est essentiel),
- compatibilité avec les impératifs logistiques,
- rendement important en Tep/ha/an, notamment pour éviter les conflits d'utilisation des surfaces disponibles, le tout bien entendu dans un cadre de gestion durable.

## Un peu de prospective (sans garanties)

### Ce que pourrait être les « carburants » en 2050

#### Des vecteurs énergétiques adaptés aux usages

- Déplacements « de masse », y compris pour les marchandises : véhicules (électriques ?) non autonomes énergétiquement (trains, métro, tramway)
- Déplacements locaux, en particulier domicile-travail et livraison : véhicule électrique avec recharge gérée à distance et utilisation de la batterie pour effacer les pointes de consommation sur le réseau quand le véhicule est « au garage »
- Déplacements terrestres longue distance individuels : nouveau vecteur à haute densité énergétique (hydrogène ?)

#### Et pour les avions ?

- Très forte densité énergétique incontournable de même que les exigences de sécurité et de fiabilité
- Cycle de développement des moteurs et des systèmes de très longue durée (les avions achetés aujourd'hui voleront encore en 2035-2040)
- => utilisation de la biomasse via les lipides microbiens ?
- Dans ce cas, plus de compétition sur l'usage des terres car les quantités de jet fuel sont relativement faibles par rapport à l'ensemble des carburants

ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



## En conclusion

Faisons un peu de prospective, imaginons les carburants de 2050. Ce ne sera peut-être pas en 2050 et la réalité sera sans doute différente, mais il s'agit ici de situer le cadre dans lequel il faut raisonner. On peut imaginer des vecteurs énergétiques bien adaptés aux usages :

- de l'électrique « intelligent » (et produit le plus écologiquement possible) pour les transports de masse (personnes et marchandises) à énergie alimentée (train, métro, tram...) et pour les transports/déplacements locaux, dont trajet travail ; « l'intelligence » sera de coupler des systèmes répartis : il y a déjà des schémas en test qui prévoient d'échelonner dans le temps la recharge des batteries des voitures « au garage » et aussi d'utiliser ces batteries pour lisser les pointes de consommation (ne pas risquer de faire « sauter » le réseau) ;
- un nouveau vecteur pour les déplacements individuels à longue distance : peut-être l'hydrogène ; cela permettra de faire disparaître la question des biocarburants pour les usages individuels (véhicules terrestres) ;
- par contre, pour les avions on restera sur du carburant liquide, à cause de la densité énergétique et des contraintes très fortes : il y a déjà des recherches pour produire du carburant destiné aux moteurs d'avions à partir de carbone renouvelable (un nouveau biocarburant)

## Conclusion

### L'usage du carbone renouvelable issu de la biomasse contribue au développement durable, mais une approche systémique est indispensable

#### Les enjeux

- Agriculture et foresterie : pérennisation des revenus, nouvelle reconnaissance du rôle des intervenants, développement des emplois (150 000 à 200 000 emplois en 2040 ?)
- Industrie chimique : mise au point de procédés compétitifs et respectueux de l'environnement, maintien des emplois
- Surfaces disponibles : éviter la compétition avec les usages alimentaires et gérer les approvisionnements sur le très long terme

#### Les leviers

- Diminuer notre consommation énergétique
- Taille et localisation des unités industrielles, « densification énergétique », utilisation de l'ensemble des terres disponibles
- Optimisation globale du triplot (matière première x procédé x usage), notamment au niveau de la déconstruction de la biomasse
- La biomasse a d'autres applications que la transformation directe en énergie ou en synthons (ex : construction, isolation, etc...) à développer de façon cohérente

ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



Si on arrive à un schéma de ce type, on n'aura pas de compétition pour l'usage des terres car le transport aérien ne représente actuellement que 5% des carburants consommés. Tout ça pour conclure que le paysage énergétique de demain sera différent de celui d'aujourd'hui et qu'il faut garder cela à l'esprit pour réfléchir aux questions posées aujourd'hui.

Pour résumer en deux mots : l'usage des carburants issus de la biomasse peut contribuer au bouquet énergétique, mais il faut le faire dans une logique de développement durable et pour cela, une approche systémique est indispensable. D'ailleurs, si on prend le cas du bois, il y a d'autres utilisations que l'énergie à développer dans cette approche cohérente : dans la construction et l'isolation en particulier.

## Merci de votre attention



ONF - Juin 2012

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



Je vous remercie de votre attention, sur cette dernière image : elle rappelle que le programme biocarburant du Brésil, qui fait figure de modèle avec la canne à sucre, a commencé dans les années 1930 ! Il faut laisser du temps au temps...



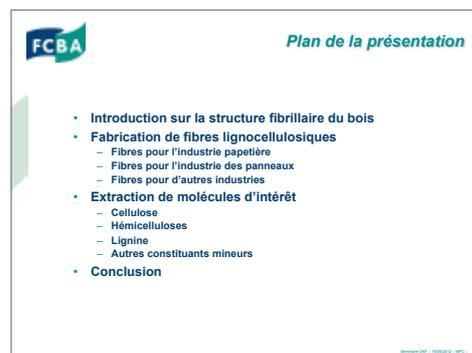
**Michel Petit-Conil**  
FCBA et CTP, Grenoble

**Ingénieur papetier, docteur en génie des procédés, Michel Petit-Conil dirige le pôle Nouveaux Matériaux de FCBA et coordonne le partenariat avec le Centre Technique du Papier ; il travaille sur les procédés de fabrication des fibres, le papier, la morphologie des fibres et l'extraction de molécules naturelles...**

# Production de fibres et de molécules à partir du bois et de ses constituants

Bonsoir à tous,  
Je vous remercie de m'avoir invité à parler des fibres, un constituant majeur du bois, matériau pour lequel plusieurs volets de valorisation peuvent être envisagés : les fibres, leurs dérivés et les molécules constitutives. Je vais vous présenter les procédés associés et les développements en cours.

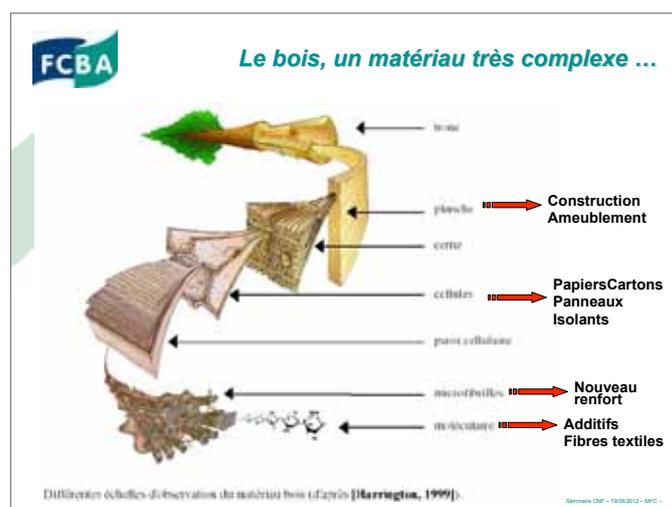
Je ferai d'abord un rappel sur la structure fibrillaire du bois, même si les forestiers la connaissent bien, parce que c'est fondamental pour les applications ; je poursuivrai sur l'utilisation des fibres lignocellulosiques dans les deux grands domaines actuels, l'industrie papetière et celle des panneaux, puis dans d'autres domaines émergents ; je finirai par la chimie verte et le contexte de la bioraffinerie qui a pour objectifs de valoriser différentes molécules du bois pour en faire de la chimie fine en substitution du pétrole.



## Introduction sur la structure fibrillaire du bois

Parlons de la structure du bois en partant de ce schéma, qu'on voit pour la 3<sup>e</sup> fois [rires dans la salle] : c'est dire s'il est important ! On distingue particulièrement les faisceaux de fibres, ces fibres qui donnent lieu à la fabrication des papiers-cartons, panneaux et isolants ; plus en détail, la paroi de ces fibres se compose de plusieurs couches dont l'une révèle une structure microscopique en microfibrilles, qui ouvre avec les nanocelluloses un champ d'application nouveau et prometteur. Enfin le niveau moléculaire est représenté par la cellulose, polymère du glucose. Cette cellulose sera également utilisée dans la fabrication d'additifs agroalimentaires ou industriels après modification chimique. Une autre des utilisations de la cellulose est la production de fibres textiles (viscose).

Rappel : on désigne sous le terme de fibre les cellules du bois (ou du liber), longues et étroites, autres que celles des vaisseaux et du parenchyme.



**FCBA** ... mais organisé en fibres lignocellulosiques

avec des caractéristiques différentes selon la période de croissance (bois de printemps/bois d'été) et l'âge du bois (bois juvénile/bois adulte)

Séminaire ONF - 10/05/2012 - MPC

Le bois est donc un matériau composite organisé, présentant des différences entre feuillus et résineux.

Les bois résineux, qui n'ont pas de vaisseaux individualisés, sont essentiellement composés de fibres trachéides (à double fonction : soutien et conduction), avec des différences entre bois d'été et bois d'automne. Ces particularités sont utilisées pour les propriétés intrinsèques des fibres, sachant que les trachéides d'été et d'automne n'ont pas les mêmes caractéristiques mécaniques.

Chez les feuillus, les fibres sont toutes identiques, beaucoup plus petites, et ce sont les vaisseaux qui font la distinction dans la structure, mais ces vaisseaux sont problématiques, notamment pour la qualité d'impression des papiers-cartons. Pour éliminer cet inconvénient, il faudrait produire du bois avec des vaisseaux plus petits...

**FCBA** ... mais organisé en fibres lignocellulosiques

**Résineux**

- Trachéide de printemps
- Trachéide d'automne
- Cellule de rayon ligneux
- Cellule de canal résineux
- Cellule parenchymateuse

**Feuillus**

- Fibre
- Vaisseau
- Cellule parenchymateuse
- Cellule de rayon ligneux
- Ponctuations simples
- Ponctuations
- Fibrilles

Séminaire ONF - 10/05/2012 - MPC

Les caractéristiques varient aussi suivant les essences. Jean Tayeb parlait de la problématique de la variabilité : c'est une richesse pour les applications fibres, car selon les essences, les zones de croissance, la période de croissance et l'âge des bois les fibres présentent des propriétés différentes. En les fractionnant selon leurs caractéristiques, l'utilisation et la valorisation seront différentes.

**FCBA** Dimensions des fibres lignocellulosiques

**Résineux**

- Trachéides de printemps : Longueur = 3-5 mm,  $\varnothing = 60-80 \mu\text{m}$ , épaisseur parois = 2-4  $\mu\text{m}$
- Trachéides d'été : longueur = 2-4 mm,  $\varnothing = 30-50 \mu\text{m}$ , épaisseur parois = 6-8  $\mu\text{m}$

**Feuillus**

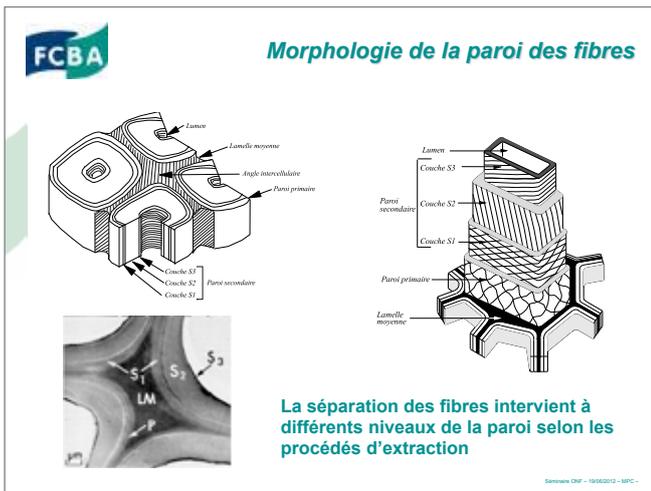
- Bois à structure poreuse marquée (vaisseaux à diamètre variable selon la période de croissance)
- Bois à structure poreuse diffuse (vaisseaux à diamètre constant) :
  - Fibres : longueur = 0,8-2 mm,  $\varnothing = 20-30 \mu\text{m}$ , épaisseur parois = 3-5  $\mu\text{m}$
  - Vaisseaux : longueur = 200-800  $\mu\text{m}$ ,  $\varnothing = 60-90 \mu\text{m}$ , épaisseur parois = 1-2  $\mu\text{m}$

Séminaire ONF - 10/05/2012 - MPC

Pour résumer : chez les résineux, les trachéides de printemps sont des fibres longues, à paroi fine et assez poreuse tandis que celles d'automne sont plus courtes, à paroi épaisse et peu perforée ; chez les feuillus les fibres ont des caractéristiques constantes et ce sont les vaisseaux qui ont des différences (il est d'ailleurs possible de déterminer au microscope les essences utilisées dans un panneau ou papier-carton par la reconnaissance des fibres et des vaisseaux).

Quelques caractéristiques dimensionnelles des fibres et des vaisseaux sont données dans le graphique à travers trois essences bien tranchées. Le bois est essentiellement constitué de fibres (surtout chez les résineux), mais aussi chez les feuillus d'une proportion importante de vaisseaux, et il y a en outre des cellules de parenchyme et épithéliales. Ce sont les fibres, soit 50 à 90 % du bois, qui sont valorisées pour les papiers et panneaux.

Voyons plus finement dans la structure des fibres.



Les fibres sont reliées entre elles par ce qu'on appelle la lamelle mitoyenne (LM) qui assure la cohésion. La paroi des fibres est relativement complexe ; elle a une structure dite à lamelles composites, avec une paroi primaire à l'extérieur doublée à l'intérieur d'une paroi secondaire composée de trois couches : S1, S2 et S3. Les qualités mécaniques des fibres proviennent des microfibrilles qui constituent la couche intermédiaire S2 de la paroi secondaire ; ce sont donc ces microfibrilles qu'on cherche à valoriser d'une façon ou d'une autre.

La préparation des bois en vue de l'extraction des fibres est illustrée ici par l'exemple du parc à bois d'une usine classique de pâte à papier. L'usine reçoit soit des grumes ou rondins provenant d'éclaircie, soit des copeaux (déchets de scierie). Les grumes sont écorcées, réduites en copeaux et stockées un certain temps sur le parc avant utilisation, ce qui permet d'avoir un tampon pour réguler l'activité. Avant utilisation, il y a encore une étape de « classage » pour éliminer les nœuds et résidus d'écorce, qui sont ordinairement brûlés dans une chaudière biomasse pour produire une partie de l'énergie de l'usine ; puis les copeaux sont lavés avant d'entrer dans le procédé de fabrication de la pâte. Ce type de préparation est commun à l'ensemble des industries qui utilisent les bois sous forme de fibres.

## Fabrication de fibres lignocellulosiques :

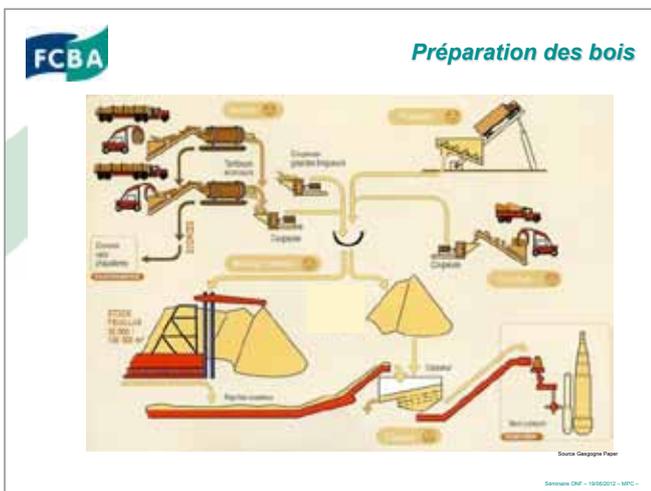
### 1 - pour l'industrie papetière

Si on s'attache à l'industrie papetière, il y a trois grands types de procédés : mécaniques, mi-chimiques, chimiques.

**Les procédés mécaniques** ont un haut rendement (> 85 % : 1 T de bois donne 850 à 950 kg de pâte selon le procédé), mais sont très énergivores : ils exigent une forte consommation électrique. Ils se déclinent en 4 grandes familles : pâtes mécaniques de meule, pâtes de raffineur (RMP), pâtes thermomécaniques (TMP) les plus utilisées dans le monde et pâtes chimico(thermo)mécaniques, qui combinent des traitements mécaniques, thermiques et chimiques. En France, il y a 1 usine RMP qui fabrique du carton plat en Rhône-Alpes, et 2 usines TMP dans le Nord-Est qui fabriquent des papiers couchés pour magazines.

**Les procédés mi-chimiques**, en vogue dans les années 1960-70, sont de moins en moins utilisés à cause des médiocres caractéristiques des fibres ; la seule usine française a fermé.

**Les procédés chimiques**, à cuisson acide ou alcaline, ont un faible rendement, mais sont autosuffisantes en électricité. Les fibres du procédé Kraft sont les plus courantes : cuisson du bois pendant 4 h à 170 °C en présence de sulfure de sodium et de soude, permettant de solubiliser la lignine pour récupérer la cellulose ; il existe 5 usines en France, pour des applications papetières. Les procédés acides au bisulfite ont été beaucoup développés en Allemagne parce qu'ils n'émettent pas de mercaptans (odeurs) : l'unique usine française, dans les Landes, produit des fibres pour des applications spéciales (textiles et agroalimentaires).



**FCBA** **Fibres pour l'industrie papetière**

- **Procédés mécaniques** (rendement 85-95%, 1500 à 3000 kWh/t)
  - Pâtes mécaniques de meule écrues ou blanchies (SGW, PGW)
  - Pâtes mécaniques de raffineur (RMP) - 1 usine en France
  - Pâtes thermomécaniques (TMP) - 2 usines en France
  - Pâtes chimicothermomécaniques ou chimicomécaniques (CTMP, CMP)
- **Procédés mi-chimiques** (rendement 70 à 80%, 200 à 400 kWh/t)
  - Procédé de moins en moins utilisé
- **Procédés chimiques** (rendement 45 à 50%, 0 kWh/t)
  - Pâtes alcalines: kraft, au sulfate, à la soude - 5 usines en France
  - Pâtes acides: au bisulfite - 1 usine en France

**En France, en 2011:**

- 5,962 MT bois résineux dont 64% rondins
- 1,485 MT bois feuillus dont 68% rondins
- 0,538 MT de pâtes mécaniques
- 1,388 MT pâtes chimiques
- 8,546 MT papiers/cartons

Séminaire ONF - 18/05/2012 - MPC

**FCBA** **Fibres pour l'industrie papetière**

- **Pâtes mécaniques de meule écorcées ou blanchies (SGW, PGW)**



- **Pâtes mécaniques de raffineur (RMP, TMP, CTMP, CMP)**



Séminaire ONF - 10/05/2012 - MPC

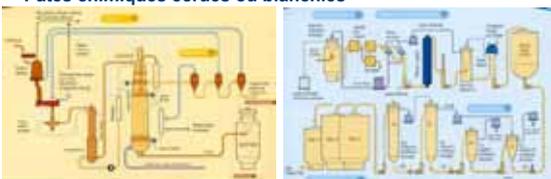
Au total en France, on utilise en gros 6 millions de tonnes de bois résineux et 1,5 MT de feuillus pour produire environ 1,9 MT de pâtes... et 8,5 MT de papiers-cartons ! Le hiatus ne vient pas de l'importation (négligeable) de pâtes, mais de la charge minérale ajoutée pour les propriétés optiques (20-30 %) et surtout du recyclage : 62 % des papiers-cartons sont recyclés, surtout pour l'emballage et un peu pour l'impression-écriture.

Le principe des pâtes mécaniques est assez simple :

- Pour les pâtes de meule, le rondin écorcé vient frotter contre une meule abrasive en rotation qui arrache les fibres et l'observation en microscopie montre des fragments de fibres ainsi que des faisceaux de fibres qui comportent encore des rayons ligneux.
- Le raffineur est un procédé un peu plus élaboré qui utilise des disques tournant à grande vitesse et munis de barres pour déstructurer les copeaux et individualiser les fibres, comme on le voit sur la photo, ce qui donne aux pâtes des propriétés supérieures.

**FCBA** **Fibres pour l'industrie papetière**

- **Pâtes chimiques écorcées ou blanchies**

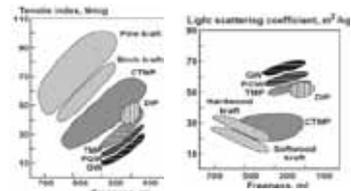



Séminaire ONF - 10/05/2012 - MPC

Le procédé de fabrication des pâtes chimiques est un peu plus compliqué. Il fait intervenir des réacteurs continus qu'on appelle lessiveurs : les copeaux sont introduits au sommet, « cuits » pour obtenir en sortie des fibres individualisées qu'on appelle de la pâte écorcée (pavé jaune). Ensuite, différents traitements chimiques sont nécessaires pour éliminer la lignine résiduelle, qui donne la couleur marron, et produire des fibres de cellulose pure, c'est-à-dire de la pâte blanchie (pavé bleu du haut ; celui du bas représente les opérations ultérieures de pressage, séchage et conditionnement).

**FCBA** **Fibres pour l'industrie papetière**

**Des propriétés mécaniques et optiques différentes selon les procédés d'extraction exploités pour la fabrication des papiers & cartons**




Séminaire ONF - 10/05/2012 - MPC

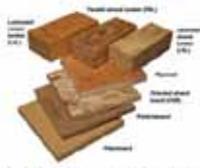
On peut classer les différents procédés en fonction des caractéristiques papetières.

Le graphique de gauche représente l'indice de traction en fonction du degré de préparation des fibres : les pâtes chimiques de résineux sont les plus résistantes ; plus on maintient de lignine dans la paroi, moins on a de résistance.

À droite, c'est l'inverse pour les propriétés optiques : la lignine apporte des propriétés optiques aux fibres, notamment de l'opacité.

**FCBA** *Fibres pour l'industrie des panneaux*

- **Panneau OSB (Oriented StrandBoard)**
- **Panneaux de particules**
  - Broyage du bois, collage puis pressage
- **Panneaux de fibres**
- **Panneaux de fibres moyenne densité (MDF)**
- **Panneaux de fibres dures**



**En France, en 2011:**

- 4,085 MT bois résineux dont 46% rondins
- 0,997 MT bois feuillus dont 59% rondins
- 4,00 M m<sup>3</sup> panneaux de particules et OSB
- 0,900 M m<sup>3</sup> panneaux MDF



Seminaire ONF - 10/06/2012 - 14PC -

## Fabrication de fibres lignocellulosiques : 2 - pour l'industrie des panneaux

Pour l'industrie des panneaux de fibres, le principe est assez similaire à celui des pâtes mécaniques : on utilise le même type de raffineur pour déstructurer le bois et individualiser les fibres, qui sont encollées, séchées et pressées en continu. Exactement comme pour du papier-carton si ce n'est que le procédé fonctionne non pas en milieu aqueux, mais en milieu sec, sauf dans le cas des panneaux de fibres dures qui est très proche du procédé papetier.

La France est un gros producteur de panneaux : panneaux OSB (= à copeaux orientés), panneaux de particules et, en descendant à une échelle plus fine, les panneaux de fibres qui nous intéressent ici, c'est-à-dire essentiellement : panneaux de fibres à moyenne densité (MDF), le procédé le plus proche des pâtes thermomécaniques (TMP), et panneaux de fibres dures.

Voici le schéma de production des panneaux MDF, sur le même principe que les pâtes mécaniques : on broie les copeaux, on sèche les fibres et on les encolle puis on les dépose sur une toile métallique qu'on presse entre 2 plaques métalliques chauffées avant découpe pour produire les panneaux qui serviront à la fabrication de meubles et à la construction.

Le principe de fabrication des panneaux de fibres dures n'est pas représenté ici : c'est pratiquement le même, mais en milieu aqueux, avec un système qui permet de bien déposer les fibres sur une table et ensuite on vient presser et sécher : ces panneaux sont utilisés pour les fonds de caquettes et surtout pour les fonds de meubles en kit.

**FCBA** *Fibres pour l'industrie des panneaux*

- **Panneaux de fibres**
- **Panneaux de fibres moyenne densité (MDF)**
  - Défibrage similaire au procédé TMP mais à plus haute température (150-160°C)




Seminaire ONF - 10/06/2012 - 14PC -

## Fabrication de fibres lignocellulosiques : 3 - pour d'autres industries

Actuellement la fabrication d'isolants à partir de fibres de bois connaît un fort développement. Le principe est le même : broyage des copeaux en fibres sous un traitement thermique plus ou moins poussé, puis on presse de façon plus douce et on dépose sur papier kraft (comme pour la fibre de verre) pour obtenir un matériau à porosité contrôlée avec des qualités acoustiques et thermiques. Un papetier lorrain vient de s'associer pour monter une usine de ce type sur son site industriel. Il est également possible de faire des isolants avec des fibres de cellulose provenant de papier récupéré. Cela ne représente actuellement que de 5 % du marché de l'isolation, mais ça devrait augmenter avec l'exigence de développement durable.

Mais ce qui bouge surtout, c'est la **fabrication de composites**. On parle beaucoup dans ce domaine des plantes annuelles et notamment du chanvre qui a des fibres très longues, mais les fibres de bois ont un avenir prometteur, notamment dans ce qu'on appelle les wood-polymer composites : les fibres sont associées à des plastiques puis transformées par thermoformage ou thermoscellage, pour une utilisation dans la construction, en particulier pour les huisseries.

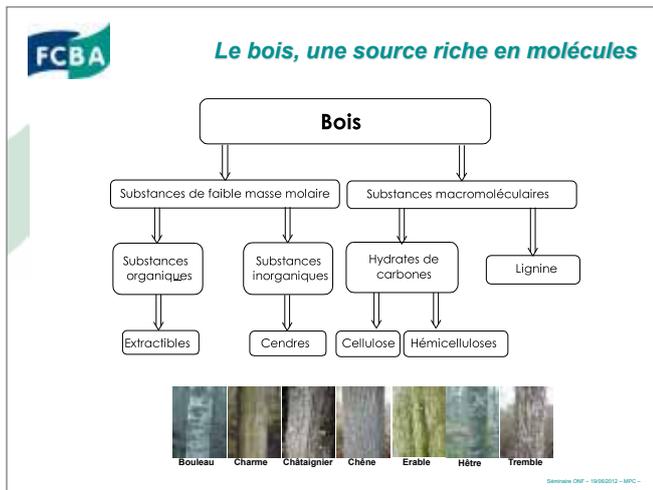
**FCBA** *Fibres pour d'autres industries*

- **Fabrication de panneaux isolants**
  - A partir de fibres de bois préparées comme une pâte mécanique
  - A partir de papiers récupérés (fibres de cellulose)
  - Actuellement, 5% du marché des matériaux d'isolation
- **Fabrication de composites**
  - Introduction de fibres naturelles dans les matrices plastiques pour les produits thermoplastiques et les thermodurs: composite bois-polymères
  - Utilisation de fibres de plantes annuelles: chanvre
  - Considération pour les fibres de bois provenant de pâtes à papier ou de papiers récupérés





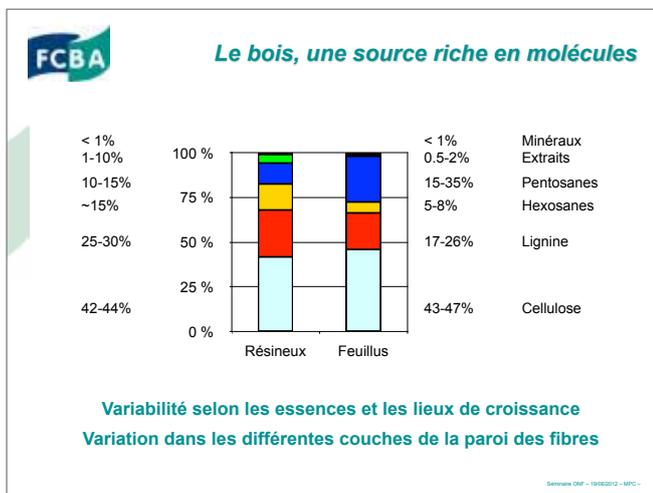
Seminaire ONF - 10/06/2012 - 14PC -



## Extraction de molécules d'intérêt : cellulose, hémicelluloses, lignine et autres constituants mineurs

En ce qui concerne la bioraffinerie, on cherche, comme le disait Jean Tayeb, à valoriser l'ensemble des constituants de la biomasse. S'agissant du bois, ces constituants sont :

- d'une part, des substances de faible masse moléculaire, soit inorganiques (minéraux) soit organiques ; ces substances organiques sont ce qu'on appelle les « extractibles », des molécules relativement complexes, mais avec des propriétés très riches ;
- d'autre part, la lignine, la cellulose et les hémicelluloses.



Globalement, on observe une différence de répartition des molécules entre résineux et feuillus, pas pour la cellulose, mais surtout pour la lignine et les hémicelluloses : les résineux sont riches en hexosanes (cycles en C6) alors que les feuillus le sont plutôt en pentosanes : ce sont donc des sources de molécules qui vont être utilisées différemment pour des applications en chimie. De plus, la lignine est plus condensée pour les bois résineux que pour les bois feuillus.

**FCBA** *La cellulose*

**Polymère du β-glucose**

**Unité glucose Unité cellobiose**

- Constituant majeur des fibres pour papiers/cartons, panneaux, isolants, ...
- Molécule pour la fabrication d'acétates, d'excipient et d'additifs alimentaires et de bio-éthanol
- Molécule pour la fabrication de fibres textiles (viscose, rayonne)
- Fabrication de micro/nanocellulose (nanocristaux, nanofibrilles de cellulose)
  - La cellulose cristalline est potentiellement plus résistante que certains aciers, voire du kevlar (130 à 165 GPa de module d'Young)
  - Ouverture vers de nombreuses applications industrielles comme renfort, additif filmogène, transporteur de molécules actives, ...

Séminaire ONF - 10/05/2012 - MPC

Au-delà de son utilisation principale comme fibre pour les papiers-cartons et panneaux, **la cellulose** est aussi une molécule largement utilisée sous forme d'acétate dans l'industrie textile (fabrication de la viscose et de la rayonne), mais aussi dans d'autres domaines en tant qu'agent texturant (excipients, additifs alimentaires) ; elle intervient aussi dans les biocarburants comme on vient de le voir avec Jean Tayeb.

Mais de nouveaux développements apparaissent depuis 2-3 ans : la valorisation des micro/nano-celluloses, que l'on produit actuellement selon 2 voies :

- dissolution en milieu acide puis recristallisation de la cellulose en **nanocristaux** qu'on appelle aussi whiskers ;
- **micro/nanofibrilles**, petites particules qu'on extrait de la paroi des fibres du bois et qui font 20 à 30 nanomètres de diamètre pour 1 à 10 microns de longueur.

Particularité de ces nano-objets de cellulose : ils ont un module d'Young comparable à celui de l'acier, donc des applications en renfort dans de nombreux matériaux ; mais ils ont aussi bien d'autres applications dans le photovoltaïque, la fabrication des leds organiques (futurs écrans de téléphone flexibles)... et c'est loin d'être fini puisqu'il y a des recherches sur des batteries lithium-ion où la cellulose viendrait stocker une partie l'énergie avec derrière tout ce qui est du domaine de l'électronique imprimée (fabrication de supports renouvelables).

**FCBA** **Les hémicelluloses**

**Xylanes**

Acide glucuronique  
Groupe acétyl

**Mannanes**

Galactose  
Groupe acétyl

- Additifs pour l'industrie papetière: agent de renfort, aide au raffinage
- Molécules pour la fabrication de:
  - Charges organiques et hybrides
  - Tensio-actifs
  - Polymères naturels
  - Films barrière
  - Biocarburants
  - Matériaux pour l'électronique imprimée
  - Fibres textiles (polyamide, ...)

Séminaire ONF - 19/05/2012 - MPC

**Les hémicelluloses** se répartissent en deux grandes familles : les xylanes et les mannanes.

L'industrie papetière commence à s'intéresser à ces molécules qui, actuellement, sont brûlées pour produire l'énergie (les usines de pâte sont autosuffisantes en énergie et les plus récentes sont même productrices d'énergie électrique). On les valorise en les extrayant avant de libérer les fibres, pour en faire des molécules « plateformes » utilisables en chimie

- soit pour faire des charges organiques ou hybrides, en substitution des charges minérales ajoutées dans la fabrication du papier,
- soit pour la fabrication de tensioactifs, polymères naturels, films barrière, biocarburants, supports pour l'électronique imprimée et fibres textiles via la chimie du furfural : polyamides, polyesters et de là toute la chimie des plastiques.

**FCBA** **La lignine**

**Polymère ramifié complexe de haut poids moléculaire**

Fragment de lignine de résineux

Fragment de lignine de feuillus

- Molécule pour la production d'énergie thermique et électrique
  - Les usines de pâtes chimiques kraft brûlent la lignine pour être auto-suffisantes ou surproductrices en électricité
- Molécule pour la fabrication de:
  - Adhésifs
  - Dispersants
  - Fibres de carbone
  - Additifs bitumineux
  - Biocarburants et biogaz
  - Polymères pour la production de fibres plastiques et de composites

Séminaire ONF - 19/05/2012 - MPC

**La lignine** est la molécule la plus complexe et la moins connue du bois : l'INRA travaille à la caractérisation des lignines, qui sont de différents types suivant les bois, mais aussi selon la localisation dans les parois.

On connaît maintenant entre 30 et 40 % de sa structure. Elle a un fort potentiel parce que c'est une source de phénols, très importants en chimie pour la fabrication des adhésifs, dispersants, fibres de carbone (nanotubes de carbone), additifs pour bitumes, biogaz, et les polymères pour faire des plastiques.

**Les matières extractibles** sont une part infime du bois, de l'ordre de 1 %, mais porteuse d'une forte valeur ajoutée.

Elles se déclinent en 3 types de composés : lipophiles, hydrophiles ou volatiles. On commence à les exploiter pour leurs propriétés cosmétologiques ou pharmaceutiques (propriétés antioxydantes, de protection cardiovasculaire...), pour des antibactériens ou antimicrobiens (qui peuvent être aussi utilisés pour la protection du bois en usage extérieur), pour des produits nutraceutiques (« aliments »), etc.

Vous avez ici l'illustration de quelques produits qu'on peut déjà trouver sur le marché avec des valeurs de 100 €/kg et même jusqu'à 1 000 €/kg pour des dérivés terpéniques.

**FCBA** **Les matières extractibles**

**Différentes molécules sont présentes dans le bois, surtout dans les nœuds et les écorces:**

- Composés lipophiles: résines, cires, acides gras, stérols, ...
- Composés hydrophiles: tannins, lignanes, flavonoïdes
- Composés volatiles: terpènes

Pinus

Lignane

Sitosterol

50-100 €/kg  
5 T/an pour une usine de 400 kT/an pâte

100-1000 €/kg  
100 T/an pour une usine de 400 kT/an pâte à partir des nœuds

- Molécules pour la fabrication de:
  - Produits pharmaceutiques (anti-oxydants, protection cardiovasculaire, ...)
  - Produits cosmétiques
  - Parfums
  - Adhésifs
  - Produits alimentaires (nutraceutique)
  - Encres

Séminaire ONF - 19/05/2012 - MPC

Une usine de pâte à papier de l'ordre de 400 kT/an pourrait produire en gros 100 T/an de matières extractibles à partir de ses résidus, en particulier les nœuds (très riches en extractibles) : le concept de  **bioraffinerie dans les usines de pâte**  est donc fortement d'actualité et les grands de la chimie pharmaceutique et cosmétologique s'intéressent très sérieusement à ces sources de molécules.

**FCBA** **Conclusion**

- **Le bois, une formidable source de fibres composites**
  - Large exploitation de ces fibres dans différents secteurs industriels
  - De nombreux secteurs industriels intéressés par ces fibres
  - Fort potentiel des micro/nanofibres de cellulose
- **Le bois, une fabuleuse usine à molécules**
  - Exploitation de la cellulose depuis des siècles
  - Intérêts pour les hémicelluloses et pour la lignine comme molécules plateformes dans la synthèse de nombreux produits chimiques
  - Des molécules à très forte ajoutée dans certaines parties du bois ouvrant des perspectives dans les secteurs de la pharmacologie et de la cosmétique
  - Une matière première renouvelable adaptée au développement de la bioraffinerie et au remplacement du pétrole

**FCBA**



merci de votre attention

→ CONSTRUISONS ENSEMBLE LE FUTUR !

### Pour conclure

Le bois est une formidable source de fibres, qu'on peut qualifier de composites, et c'est aussi une fabuleuse usine à molécules qu'il faut exploiter au maximum.

On a beaucoup utilisé la cellulose, mais on a peu valorisé les hémicelluloses et la lignine en tant que molécules, et il y a un potentiel énorme pour ouvrir sur de nombreux secteurs industriels, bien au-delà des utilisations « classiques » des fibres de bois.

Merci de votre attention.

## Questions/Réponses

### sur les nouveaux usages du bois

**Jean-François Dhôte** : Après ces exposés, on a une idée renouvelée de la gamme des utilisations possibles, et on voit aussi que pour chacune des catégories d'utilisation l'innovation continue sur les façons de valoriser les propriétés et sur les procédés. Va-t-on laisser fuir ces innovations à l'étranger ou vont-elles se traduire par la création de valeur à proximité de nos forêts ? Et serons-nous capables de capter une partie de cette valeur et de « l'étiqueter » comme le suggérait Gérard Laizé ? Ce sont des réflexions qui traversaient les exposés, notamment si on considère la force de marché de certains des acteurs de ces procédés, dans l'énergie, la pharmacie, etc.

**Benoît Cuillier** : Une question de praticien en amont de l'exploitation forestière : toutes ces technologies innovantes posent la question de la variabilité de la matière première, dont on a vu qu'elle est difficile à traiter dans les processus industriels. Par exemple, l'usine de fibres Pavatex qui va s'installer dans les Vosges va très probablement demander qu'on sépare le sapin de l'épicéa, même pour du bois d'industrie, parce que les propriétés de leurs fibres sont différentes. Or notre production est faite d'essences variées, qui poussent dans des conditions stationnelles très contrastées ; elle a donc une grande variabilité dans la composition en molécules, etc.

**Michel Petit-Conil** : Pour les fibres, la variabilité est une richesse et les industries traditionnelles (papier, panneaux) s'en affranchissent. Mais elles commencent à s'intéresser au fractionnement. Cela consiste à séparer les fibres suivant leurs caractéristiques dimensionnelles ou mécaniques, pour les valoriser sous forme de stratifié : les fibres les plus intéressantes à l'extérieur et les autres au milieu. Ce sont des procédés vont sortir dans les 5 années qui viennent.

Pour les molécules, les procédés d'extraction vont savoir s'affranchir de la variabilité, avec peut-être des hauts et des bas, mais une fois qu'on a concentré ça donne des produits utilisables par un secteur industriel.

**Jean Tayeb** : Je distingue hétérogénéité et variabilité. Ce dont Michel vient de parler, c'est plutôt l'hétérogénéité ; la variabilité, c'est la variation dans le temps et l'espace par rapport à des conditions « standard ». Dans l'agroalimentaire, par exemple, c'est cela qui est vraiment difficile à gérer dans des process optimisés parce qu'il faut descendre au centime d'euro pour rentrer sur des marchés concurrentiels.

La gestion de la variabilité est une contrainte inhérente au végétal, ou plutôt aux processus naturels. Elle a été traitée en grande masse par l'industrie pétrochimique parce que, si les pétroles sont différents selon les gisements, les quantités concernées sont énormes : on règle les installations tous les 2-3 mois en fonction du brut qui rentre, c'est tout. C'est plus

difficile avec la biomasse et c'est un véritable enjeu dans le dialogue à construire entre utilisateurs industriels (de logique « pétrolière ») et producteurs de biomasse végétale. Il y a un partage de marge à négocier : celui qui facilite le travail de l'autre peut demander d'être mieux payé. Et il faudra apprendre à trier : soit au moment où on produit (y compris développer des caractéristiques génétiques particulières en agronomie), soit en entrée usine (ex : tri par infrarouge) ; tout cela se construit par des approches en filière.

**Jean-Michel Leban :** Sur l'exemple que citait Benoît Cuillier : on peut distinguer le sapin de l'épicéa en usine, on commence même à envisager de pouvoir le faire à 100 m/mn en première transformation. Mais derrière cette question il y a celle de la perte d'information le long de la filière. Les forestiers connaissent bien leur ressource, les utilisateurs bois-construction connaissent bien les matériaux, mais dans l'intervalle il y a une forte perte d'information. Le producteur forestier peut être dépossédé d'une part de valeur ajoutée selon la façon dont ses bois sont vendus : lui sait distinguer le sapin de l'épicéa, mais si ça arrive en lot écorcé dans une grosse unité de 1<sup>re</sup> transformation, la distinction est perdue, sauf solide expertise (du moins avec les outils disponibles actuellement). Faute de traçabilité, il y a un potentiel de valeur ajoutée qui se perd dans la chaîne. Par ailleurs la gestion de la variabilité (ou hétérogénéité) est un élément de valeur ajoutée, mais ça se fait par les différentes étapes de classement qui conduisent à distinguer les prix par classe de qualité.

**Hervé le Bouler, FNE :** Question classique : qui doit s'adapter à l'autre ?

Il y a eu un cas historique d'adaptation de la production forestière : celui du FFN, qui a prévu vers 1945 qu'on aurait besoin de sciages résineux en l'an 2000, et ça a marché pour le douglas et le pin maritime le bilan étant plus mitigé pour les autres essences. Mais en général on n'a pas à s'adapter à l'industrie, et j'en donne trois justifications :

- les pétrochimistes sont bien obligés de faire avec ce qu'ils trouvent ;
- la diversité qu'on a dans les fibres est intimement liée à la biodiversité globale, qui est un facteur stabilité des écosystèmes : quand on a voulu sélectionner très précisément un type de produit, comme dans le cas du peuplier, on a tellement réduit la base génétique qu'on a eu de gros pépins par ailleurs ;
- le temps qu'on réponde à la question, celui qui l'a posée à disparu : les évolutions industrielles se font sur 10-20 ans alors qu'il faut au moins 50-60 ans à la forêt pour réagir.

Autrement dit, l'industrie doit « faire avec ».

**Jean-François Dhôte :** On sent qu'il y a un croisement de pressions un peu différentes. En 1998, l'INRA s'est livré à un exercice de prospective forêt-bois qui a fait date. Un des scénarios était « la forêt pour l'industrie » : ce n'était pas le plus probable, mais

c'était un modèle de développement forestier dans lequel on conformait fortement la production forestière en fonction des besoins attendus de l'industrie (ça ressemblait au cas de Pinus radiata en Nouvelle-Zélande). On est allé plutôt vers les autres scénarios, mais il reste que ces modèles à très forte connexion entre production primaire et industrie sont relativement performants, y compris parfois sur les questions environnementales. Par exemple, c'est un peu le même modèle qui a été choisi pour l'agneau de Nouvelle-Zélande et pour le lait, et ce sont aujourd'hui des filières plus performantes que tout ce qu'on a créé en France, parce qu'elles ont été conçues d'emblée de façon très intégrée.

Cela mérite d'être pris en considération ; on peut se demander s'il ne pourrait pas y avoir au moins un effort de rapprochement, en tenant compte du fait que les usages attendus ne sont pas pour tout de suite, mais qu'ils vont exister.

**Eike Wilmsmeier, responsable d'UT à l'agence de Vesoul :**

Je suis étonné que vous n'ayez pas évoqué la piste des huiles comme substitut du diesel et qui peuvent également être des déchets agroalimentaires.

Par ailleurs, sur l'évolution des usages du bois, je remarque qu'on est ici dans la production de biomasse et pas dans la partie où un forestier apporte une valeur ajoutée. Vu le programme du colloque, il semble qu'on se focalise exclusivement sur l'aspect production de biomasse en rapport avec l'utilisateur final, mais on s'interroge assez peu sur la valeur ajoutée des forestiers. Or il me semble que les évolutions récentes en matière d'utilisation du bois vont au-delà de l'exclusive question de la biomasse et de ses usages fibres et molécules.

**Jean Tayeb :** Je me suis placé dans le cadre des biocarburants de 2<sup>e</sup> génération et les huiles font partie de la 1<sup>re</sup> génération (produits à partir des organes et produits de réserve des plantes), c'est pourquoi je n'en ai pas parlé.

**Bernard Gamblin (DTCB) :** On ne focalise pas sur la biomasse... On a parlé longuement de construction bois et de meuble. Et comme l'a dit l'orateur la construction c'est la première utilisation du bois. Or il nous a montré que c'est rarement de la grosse charpente 15x15 ! C'est de l'ossature bois, une grosse part de panneaux (voir les chiffres qui ont été fournis), une évolution de la demande, des techniques, vers des bois reconstitués, des petites sections... Les utilisations de très gros bois en bois massif deviennent des utilisations de niche. Une des grandes interrogations pour nous forestiers c'est bien que l'attente de la société n'est pas une attente de bois massif avec des grosses planches ou des grosses poutres !

Le « produire plus » est une obligation pour faire face aux besoins de la société, compte tenu de la nécessaire réduction des émissions de gaz à effet de serre et compte tenu du déclin du pétrole : utilisation accrue du bois dans la construction (cf. bilan carbone), mais aussi pour l'énergie ou comme source de molécules... Il faut penser à des essences plus

productives, aux résineux... L'épicéa par exemple fournit les meilleurs rendements et performances non seulement dans la construction, mais dans les biocarburants, les molécules. On va « faire avec ce qu'on a » comme dit Hervé Le Boulter, mais ça ne dispense pas de préparer l'avenir : il faudra faire face aux besoins supplémentaires dans un contexte de compétition pour les terres, autrement dit la production de bois doit augmenter sur la même surface.

**Hervé Le Boulter :** Les forestiers ne sont pas les seuls à se poser des questions... Il y a aussi des débats rudes au sein de FNE. Sur les questions d'énergie, par exemple (autour du scénario Négawatt), on a entendu beaucoup d'avis du genre « yaka ». Yaka... couvrir le territoire de panneaux photovoltaïques plutôt que d'exploiter les forêts (ou l'inverse), convertir les prairies à viande en production d'herbe pour la méthanisation, développer l'hydraulique... On est tous face à un énorme problème. Ceci dit, on charge un peu trop la forêt ! On « vend » la forêt plusieurs fois : accueil, bois matériau, biocarburants et j'en passe. C'est beaucoup d'enjeux pour une seule forêt ; il faut partir de la forêt, elle ne peut donner que ce qu'elle a.

**Jean-Luc Peyron :** D'abord une remarque pour signaler qu'il y a des innovations importantes en matière d'association du bois avec d'autres produits : sur les colles, etc. Pour ce qui est de « vendre la forêt plusieurs fois », je rappelle qu'il faut raisonner en cycle de vie. À condition d'utiliser le bois d'abord en structure, par exemple, puis en énergie en fin de vie, on peut compter la forêt deux fois.

**Jean Tayeb :** Le souci de ne pas vendre la forêt plusieurs fois rejoint d'une certaine manière la préoccupation des industriels. J'en veux pour témoignage le montage du projet Futurol, projet de procédé comme je l'ai dit ; les industriels partenaires, futurs utilisateurs, ont voulu s'assurer de l'amont et c'est eux qui ont demandé l'intégration d'un module « ressource en biomasse » dans le projet. Les futurs intervenants, disons d'ici 20 ans, savent qu'ils auront besoin d'une ressource susceptible d'usages multiples et sont prêts à la payer ; mais les producteurs de cette ressource ne doivent pas être attentistes : pour faire face aux besoins (et partager la valeur ajoutée), il faudra anticiper la répartition des usages, faire des lots, etc.

**Jean-François Dhôte :** Pour faire le lien avec la question précédente, la valeur ajoutée du forestier n'est pas nécessairement de commercialiser des gros bois à utiliser en massif. La lignine, par exemple, est à considérer comme un matériau rare et précieux : jusqu'ici on ne l'utilisait que comme source d'énergie, mais aujourd'hui des innovations permettent de la

valoriser plus intelligemment comme matériau de surface, ou autres usages high-tech. Ce qui pose la question de la hiérarchisation des usages : est-il bien raisonnable par exemple de brûler du chêne (même de mauvaise qualité), si riche de potentialités pour ses molécules ? Ne vaudrait-il pas mieux brûler des biomasses plus rapides à produire ? La plus valeur du forestier, c'est sa capacité à produire durablement la ressource attendue : personne ne peut le faire à notre place. Cette notion de durabilité (par rapport aux cycles biogéochimiques, à l'adéquation entre récolte et production, etc.) est une chose que les forestiers connaissent depuis longtemps... mais que les pétroliers découvrent !

**Michel Petit-Conil :** Concernant les additifs, on investit beaucoup en recherche chimie verte sur la possibilité de remplacer la colle actuelle par des formaldéhydes à base de tanins et lignine (c'est mieux pour l'environnement, et pour le recyclage des matériaux en fin de vie). Les procédés sont actuellement en phase de transfert. Pour les peintures et les vernis, des produits bio-sourcés vont bientôt apparaître sur le marché.

**Myriam Legay :** Comment récupérer une part légitime de la valeur ajoutée ? Actuellement, plus on coupe petit, plus la valeur ajoutée du bois augmente, et plus elle nous échappe. Cela questionne notre positionnement dans la filière : ne faudrait-il pas se déplacer un peu vers l'aval ? Participer au tri ?

**Benoît Cuillier :** Les contrats d'approvisionnement vont dans ce sens, la filière y est plus ou moins prête. C'est très avancé pour la filière industrielle (panneaux et papiers), mais ça l'est beaucoup moins pour les autres produits. On n'en est pas encore au tri des produits, mais c'est en tout état de cause un service qui permet des gains de productivité pour l'aval et dont le bénéfice doit donc revenir en partie au propriétaire.

**Kamel Chami, agence travaux COAL :** Nos sylvicultures s'orientent vers des prélèvements très « raccourcis ». Rotations courtes et augmentation des prélèvements : n'allons-nous pas vers l'épuisement des sols ?

**Jean-François Dhôte :** on retient la question, mais on y répondra plutôt après les exposés de demain sur l'adaptation au changement climatique

**Jacques Valeix, inspection générale :** Plutôt qu'une question, je voudrais faire une remarque. On a des signaux (tendances) sur les marchés du bois à moyen terme, mais dans un contexte actuel de fortes variations interannuelles des prix qui ajoute encore à la complexité du sujet.



**Myriam Legay**

responsable du pôle R&D ONF de Nancy, et référent national changement climatique.

**Myriam Legay a passé précédemment 4 ans sur une mission d'interface R&D à l'INRA-Champenoux, dans l'UMR Écologie et Ecophysiologie Forestières**

# État de l'art actualisé sur le changement climatique, les scénarios, les impacts, la vulnérabilité

Je suis chargée d'introduire cette session sur le changement climatique, dont l'objectif est de faire une actualisation d'après les connaissances les plus récentes, arrivées en gros depuis le hors-série des RenDez-Vous techniques (2007) consacré à ce sujet. Je vais vous parler de scénarios et d'impacts ; le thème de l'adaptation sera pris en charge par les orateurs suivants.

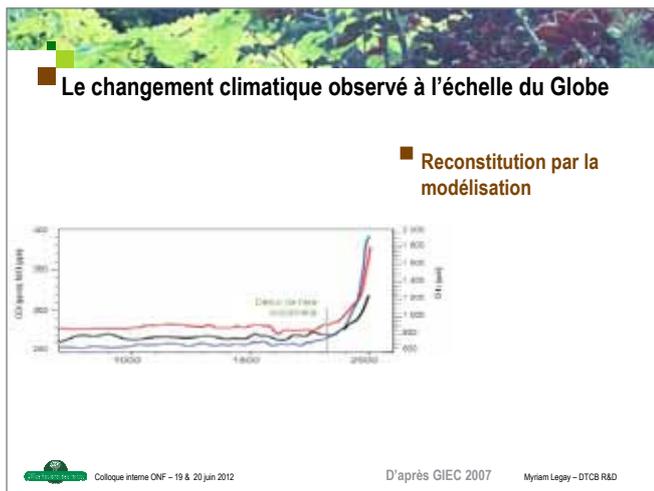
Donc je vais parler de changement climatique, d'abord à travers l'effet de serre et le réchauffement global en rappelant quelques généralités, puis on va très vite zoomer sur la France et les impacts attendus ou observés sur la forêt française.

## Le changement climatique à l'échelle du globe...

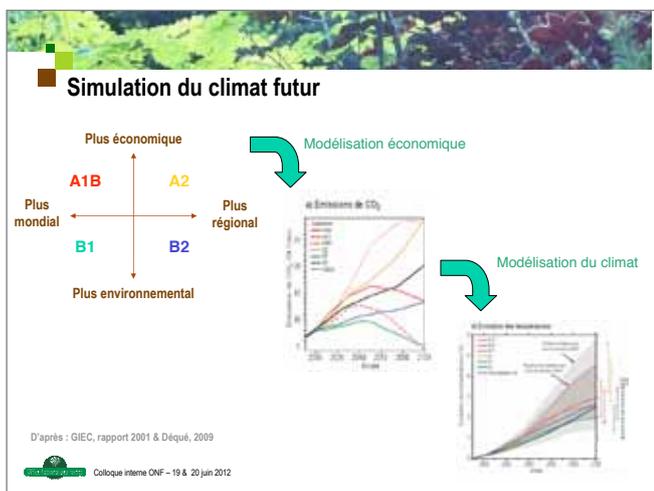
Il est maintenant bien établi que la température augmente à l'échelle du globe, comme le montre la courbe du haut, construite à partir de mesures météorologiques. Ceci dit le climat de la terre est variable et, bien sûr, si on plonge cette série dans une série plus longue à l'échelle du millénaire (en dessous), on voit qu'en effet il y a une grande variabilité. NB : à cette échelle, il ne s'agit plus de températures mesurées, mais reconstruites à partir des phénomènes naturels qui les enregistrent. Mais on voit aussi que malgré tout la phase de réchauffement récent, reprise par la petite courbe noire, est assez différente du reste de la variabilité sur l'ensemble de la période.

On sait que cette variabilité du climat de la terre est pilotée des phénomènes externes au système climatique, et qui sont :

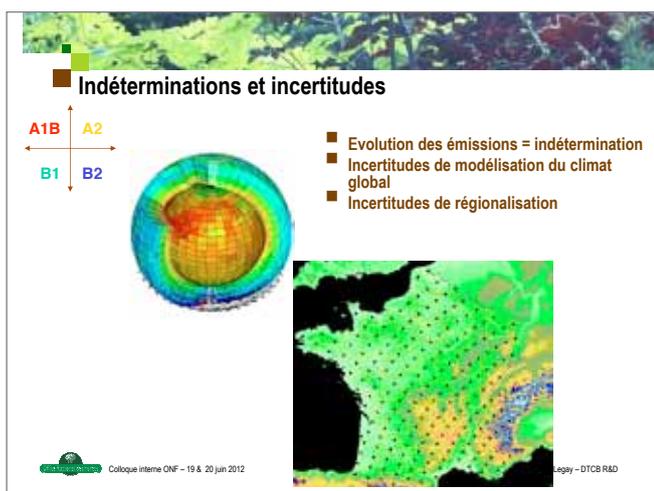
- soit des phénomènes naturels (ou forçages naturels), typiquement les variations de l'orbite terrestre, gouvernées par des lois astronomiques, les variations de l'activité solaire et les éruptions volcaniques qui refroidissent le climat par l'émission de cendres ;
- soit des phénomènes liés à l'activité humaine (forçages anthropiques) qui conduisent à des modifications de la composition de l'atmosphère.



De fait, l'évolution des concentrations de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère depuis le début de l'ère industrielle est synchronisée avec cet accroissement récent et brutal des températures. Mais ce n'est pas le seul argument pour faire la part de l'homme ; on est aussi capable de modéliser le climat d'après l'ensemble des paramètres de forçage et de reconstituer ainsi les variations observées du climat, y compris la part due aux activités humaines.

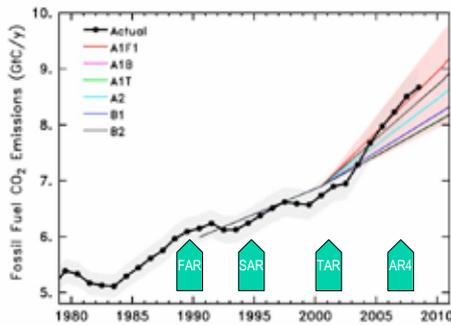


La modélisation permet aussi de se projeter dans le futur, en se donnant des scénarios d'évolution des GES : on les décrit en imaginant des futurs possibles pour l'humanité selon la façon dont elle se développera en termes démographiques, économiques et technologiques, et suivant que ce développement se répartira à la surface de la terre de façon régionalisée ou plus globale. Ces paramètres, représentés selon deux grands axes (économique vs environnemental ; mondialisé vs régionalisé), conduisent aux 4 grands types de scénarios dont vous avez entendu parler : A1, A2, B1 et B2 (avec des variantes pour le A1). Ces scénarios de développement de l'humanité peuvent être traduits en scénarios d'émissions de GES : suivant les hypothèses, ces trajectoires d'émissions sont très différentes. En introduisant ces scénarios dans les modèles climatiques, on peut les projeter en évolution du climat ; or malgré les écarts d'évolution des GES, l'évolution des températures est beaucoup plus univoque et conduit à un réchauffement dans tous les cas. L'éventail de ce réchauffement est assez ouvert en fonction des scénarios : le B2, relativement optimiste, conduit à un réchauffement modéré, tandis que le A1B tout économique et tout mondialisé conduit à des températures plus élevées. Mais il y a un autre facteur d'ouverture de l'éventail, c'est l'imprécision des modèles de climat (figurée par les barrettes au bout des courbes).



Cela m'amène à introduire une notion très importante et qui peut être le fil rouge de cet exposé : la notion d'incertitude. Premier niveau d'incertitude, celui de l'élaboration des scénarios : ce n'est pas de la science (c'est un travail d'imagination) donc ce n'est pas de l'incertitude au sens scientifique ; c'est une indétermination que l'on structure en posant des scénarios. Deuxième étape, on modélise le climat : pour ça on utilise de gros systèmes basés sur un découpage du système climatique en mailles de l'ordre de la centaine de kilomètres sur lesquelles on écrit les différentes lois physiques qui gouvernent le climat ; ces modèles sont imparfaits et ne sont pas toujours absolument d'accord entre eux, il y a donc une incertitude (scientifique) de modélisation qu'on peut quantifier. Enfin il y a une 3<sup>e</sup> étape qu'on oublie souvent, mais qui est indispensable pour nous et pour tous ceux qui travaillent sur les impacts : nous avons besoin de données beaucoup plus fines et pour ça il faut d'autres modèles qu'on appelle des modèles de régionalisation et qui apportent leur propre incertitude.

## Premier bilan : le diagnostic de Copenhague

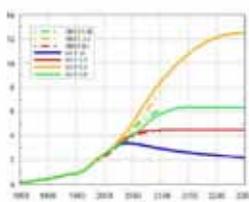


Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> provenant des combustibles fossiles  
(Source : <http://www.copenhagendiagnosis.com>)

-DTCB R&D

Malgré tout, incertitude ne signifie pas qu'on ne sait pas où on va. Pour illustrer cela, voici une courbe produite à l'occasion du diagnostic de Copenhague et qui fait un premier bilan des retours d'observations par rapport aux simulations du GIEC. Les étiquettes vertes représentent les différents rapports du GIEC : ce n'est pas tout récent puisque le 1<sup>er</sup> rapport date des années 90. Les scénarios dont on vient de parler (ici en émissions de CO<sub>2</sub>) datent du début des années 2000. La courbe en chaînette représente les émissions observées, et on constate qu'elles sont bien dans l'éventail des prévisions, mais hélas tout en haut de l'éventail.

## Vers le 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC



Les 4 nouveaux scénarios (RCP), évolution du forçage radiatif (W/m<sup>2</sup>) et comparaison avec les scénarios SRES  
Source : [www.gip-ecofor.org](http://www.gip-ecofor.org) (site GIEC)

Colloque interne ONF - 19 & 20 juin 2012

Myriam Legay - DTCB R&D

### Une nouvelle génération de scénarios :

- Pourquoi ?
  - Prendre en compte les évolutions constatées (développement rapide des pays émergents)
  - Intégrer des scénarios de politique climatique et d'adaptation
  - Dépasser l'échéance 2100
- Nouvelle approche : définition de trajectoires de concentrations en GES :
  - Faire travailler simultanément climatologues et économistes

### 5<sup>e</sup> rapport du GIEC prévu pour 2013-2014

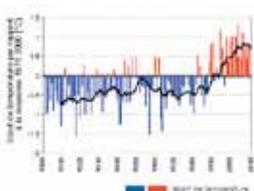
On se dirige maintenant vers le 5<sup>e</sup> rapport du GIEC qui va proposer une nouvelle génération de scénarios destinés à prendre en compte un certain nombre de problèmes et d'évolutions :

- ajuster d'après les évolutions constatées de l'humanité, qui ont été un peu différentes de ce qui avait été envisagé (avec notamment un développement plus rapide que prévu des pays émergents) ;
- intégrer les politiques climatiques et scénarios d'adaptation ;
- dépasser l'échéance 2100, puisque toutes nos réflexions sont bornées à 2100, ce qui est finalement une échéance assez proche.

Une nouvelle approche a été adoptée, selon la démarche inverse de la précédente : décrire d'abord des scénarios d'évolution des concentrations en GES pour rechercher ensuite une histoire de développement de l'humanité qui soit cohérente avec ces parcours. L'idée est de donner un maximum de temps à l'ensemble des spécialistes pour préparer ce rapport puisqu'en procédant ainsi les climatologues et les économistes peuvent travailler en même temps.

Quantitativement, les nouveaux scénarios (courbes pleines) ne sont pas très différents des anciens (pointillés), mais ils les prolongent bien au-delà de 2100.

## Le changement climatique à l'échelle de la France : Observations



- Un réchauffement de 0,9°C au cours du XX<sup>ème</sup> siècle
- Des tendances plus dispersées concernant les précipitations, mais une augmentation des sécheresses estivales
- Pas de tendance significatives concernant les vents forts



Évolution des précipitations estivales sur un siècle

Source : Planton et al., Météo France, 2008

juin 2012

Myriam Legay - DTCB R&D

## ...et à l'échelle de la France

Concentrons-nous maintenant sur la France : à l'échelle du 20<sup>ème</sup> siècle, on observe aussi un réchauffement avec même une tendance plus forte puisqu'il est de 0,9 °C alors qu'il se situe entre 0,6 et 0,7 °C pour l'ensemble du globe. Ce réchauffement ne se fait pas sans incident de parcours : il y a eu une petite phase de refroidissement entre 1950 et 1980, mais inversement il est particulièrement fort depuis les 30 dernières années.

Pour les précipitations, les tendances sont moins claires, mais elles sont tout de même significatives pour certains paramètres : la carte des bilans départementaux de l'évolution des précipitations estivales montre par exemple un signal à la baisse significatif (signes rouges) dans de nombreux départements. Pas de tendance significative, en revanche, sur les vents forts contrairement à ce qu'on pourrait penser.

**Le changement climatique à l'échelle de la France : simulations**

ALADIN

B1

A1B

A2

Été 2071-2100 : Température moyenne quotidienne, écarts à la référence (°C)  
Source : Rapport Jouzel (Peings et al., 2012)

Colloque interne ONF – 19 & 20 juin 2012

Myriam Legay – DTCSB R&D

**Réchauffement et assèchement du climat**

- Hausse des températures moyennes, surtout en été
- Baisse des précipitations estivales
- Augmentation du déficit hydrique en saison de végétation
- Diminution marquée des précipitations neigeuses, dès 2030

Sur le prochain siècle, on prévoit encore un réchauffement et un assèchement du climat avec une hausse des températures moyennes, plus marquée en été, et une baisse des précipitations estivales : la combinaison des deux conduit à une accentuation des déficits hydriques en période de végétation, ce qui pour nous, forestiers, va être le facteur contraignant. On s'attend aussi à une nette diminution des précipitations neigeuses à assez court terme.

Les cartes représentent l'évolution de la température moyenne quotidienne estivale à la fin du siècle. Ce sont des cartes en anomalie, c'est-à-dire qu'elles donnent l'écart entre la valeur observée d'une variable sur une période de référence (ici la fin du 20<sup>e</sup> siècle) et sa valeur simulée dans un futur plus ou moins lointain (ici la fin du 21<sup>e</sup> siècle) : les niveaux de rouge représentent un réchauffement en °C. Les 3 cartes correspondent, pour un même modèle de climat, à 3 scénarios, du plus optimiste (B1) au plus pessimiste (A2) : il y a des différences non négligeables du point de vue forestier, mais il y a tout de même une relative convergence entre les 3 cas.

**Le changement climatique à l'échelle de la France : simulations**

Modification du régime des extrêmes climatiques :

- Chaleurs extrêmes plus fréquentes et plus intenses
- Sécheresses estivales plus fréquentes et plus intenses
- Épisodes de pluies intenses plus fréquents
- Vents extrêmes : faible tendance à la diminution dans le Sud, indétermination ailleurs

ALADIN LMDz MAR

Scénario A1B

Été 2071-2100 : Nombre de jours secs (P<1mm) consécutifs, écarts à la référence (j)  
Source : Rapport Jouzel (Peings et al., 2012)

Colloque interne ONF – 19 & 20 juin 2012

Myriam Legay – DTCSB R&D

Autre aspect de ce changement climatique attendu : le régime des événements climatiques extrêmes. On s'attend à une variabilité accrue du climat, avec en particulier des chaleurs extrêmes et des sécheresses estivales plus fréquentes et plus intenses, mais aussi des épisodes de pluies intenses plus fréquents. Et là encore, pas de tendance claire sur les vents violents sauf peut-être une faible diminution dans le sud de la France.

Pour forcer le trait sur les incertitudes, je propose cette fois l'illustration d'un seul scénario (A1B, scénario médian), mais décliné selon 3 modèles de climat régionalisés, et ça donne 3 cartes très différentes ! J'ai choisi typiquement le genre de paramètre que les modèles de climat ont plus de mal à simuler que les températures : la sécheresse mesurée par le nombre de jours secs consécutifs en été. Sur ce paramètre, l'indétermination liée à la modélisation régionalisée est très forte ! l'indétermination n'est pas qu'une question de scénario.

**Les avancées récentes intéressant les utilisateurs finaux : Scénarios haute résolution pour la France**

Projet SCAMPEI : Scénarios Climatiques Adaptés aux zones de Montagne

- 3 modèles régionaux français : ALADIN (CNRM-GAME), LMDz (IPSL) et MAR (LGGE) :
- Résolution : 12 km (Aladin) à 20 km (LMDz et MAR)

	ALADIN	LMDz	MAR
1961-1990	Référence	Référence	Référence
2021-2050	A1B, A2, B1	A1B	A1B
2071-2100	A1B, A2, B1	A1B	A1B

Données téléchargeables par commune sur : <http://www.cnrm.meteo.fr/scampe>

Colloque interne ONF – 19 & 20 juin 2012

Myriam Legay – DTCSB R&D

Qu'est-ce qui change pour les utilisateurs en matière de prévision ? La disponibilité des données, en particulier celle des données dites à haute résolution (maille spatiale fine).

Le projet ANR/Scampe s'est attaché à la modélisation à fine échelle (12 ou 20 km), en particulier pour les zones de montagne où c'est très important compte tenu de l'incidence de la topographie sur les phénomènes climatiques. Le projet a produit des simulations réalisées à partir de 3 modèles « régionaux » français (conçus par des laboratoires différents) : les cartes précédentes sont issues de ces travaux. Ces simulations ont porté sur 3 périodes : la période de référence (fin 20<sup>e</sup> siècle) le futur proche (2020-2050) et le futur lointain (fin 21<sup>e</sup> siècle). Elles ont été faites avec tous les modèles pour le scénario médian (A1B), et déclinées avec l'un des modèles pour les scénarios optimiste et pessimiste (B1 et A2). Ça permet d'explorer l'ensemble de la variabilité.

La nouveauté pour nous c'est que ces données sont totalement accessibles, même si l'utilitaire de téléchargement par commune est peu pratique (et les données elles-mêmes pas très faciles à utiliser).

## Les avancées récentes intéressant les utilisateurs finaux : Mise à disposition des données

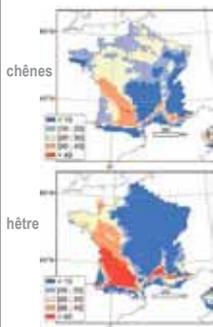
- **Rapport Jouzel (Peings et al., 2011 & 2012)**
  - Présentation des notions essentielles de modélisation du climat
  - 19 indices climatiques calculés à partir des simulations SCAMPEI
  - 3 périodes : référence (1980-1999), FTP (2020-2039), FP (2039-2040), FL (2080-2999)
  - 5 grandes régions (approche plus qualitative des DOM-TOM)
  - <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Le-climat-de-la-France-au-XXIe-.html>
- **Base de données DRIAS (à venir courant 2012) :**
  - Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnements :
    - portail web d'accès aux données et produits élaborés avec fonctionnalités d'accompagnement des utilisateurs



Colloque interne ONF – 19 &amp; 20 juin 2012

Myriam Legay – DTCSB R&amp;D

## Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes : phénologie



- **La saison de végétation s'allonge :**
  - Surtout par avancement du débournement
  - +10 jours en 30 ans
- **...de façon variable selon l'espèce et le lieu**

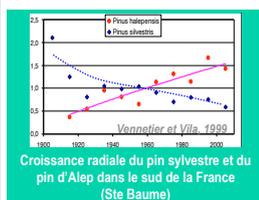
Anomalie 2071-2100 (j) de la durée de la saison de végétation, scénario A2 - HadCM3 (référence : 1991-2000) Lebourgeois et al., RDVT 2011



Colloque interne ONF – 19 &amp; 20 juin 2012

Myriam Legay – DTCSB R&amp;D

## Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes : Changements de productivité



Croissance radiale du pin sylvestre et du pin d'Alep dans le sud de la France (Ste Baume)

- **La productivité des peuplements change, en général à la hausse**
- **Des signes de déclin en limite Sud des aires**
- **Des causes multiples**
  - Réchauffement & saison de végétation allongée
  - [CO<sub>2</sub>]
  - Retombées azotées
- **Simulations des évolutions à l'échelle du siècle : un tableau complexe**
  - Des facteurs parfois antagonistes
  - Sur des essences variées
  - Dans des contextes variés



Colloque interne ONF – 19 &amp; 20 juin 2012

Myriam Legay – DTCSB R&amp;D

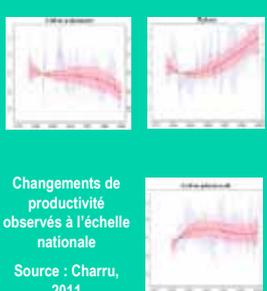
Dans le même ordre d'idée, on trouve sur Internet le rapport demandé à Jean Jouzel dans le cadre du plan national d'adaptation au changement climatique, qui présente ça de façon plus « digérée » : une partie très pédagogique sur les notions essentielles de modélisation puis des calculs et cartes pour 19 indices climatiques calculés à partir des modélisations Scampeï (pour les 3 périodes mentionnées), avec un découpage en grandes régions (les DOM-TOM sont traités différemment à cause de difficultés spécifiques). Cette mise à disposition devrait encore s'amplifier avec l'ouverture prochaine de la base de données DRIAS qui donnera accès à l'ensemble des scénarios climatiques régionalisés, mais aussi à des produits dérivés (cartes d'impacts) sur un portail Web qui offrira des fonctionnalités d'accompagnement. L'idée c'est de fournir le maximum d'outils à ceux qui réfléchissent aux impacts pour qu'ils puissent travailler non plus de manière qualitative comme ils l'ont fait jusqu'ici, mais sur de véritables données. Ce qui m'amène à nos propres préoccupations.

## Les impacts attendus sur la forêt française

Là encore, je vais rappeler ce qu'on sait déjà pour passer ensuite aux avancées récentes ou imminentes. Les impacts les plus faciles à observer et à attribuer au changement climatique portent sur le fonctionnement des écosystèmes. Le premier c'est la phénologie, pilotée par le climat y compris d'une année sur l'autre. Le réchauffement se traduit forcément par une modification de la saison de végétation : on a constaté un allongement de l'ordre de 10 jours en 30 ans, qui vient surtout de l'avancement du débournement et secondairement du recul de la sénescence des feuilles. Cet allongement devrait se poursuivre diversement selon l'essence et le lieu, ce qu'illustrent les cartes produites par François Lebourgeois à partir des données du réseau RENECOFOR ; la série RENECOFOR est encore trop courte pour constater des tendances, mais elle permet de se projeter dans l'avenir (via la réponse observée des essences aux variations du climat dans l'espace). Les cartes simulent l'évolution de la durée de végétation à la fin du 21<sup>e</sup> siècle pour le chêne et le hêtre. C'est très différent entre les 2 essences. Cela va forcément modifier la dynamique végétale.

Le deuxième type d'impact sur le fonctionnement concerne la productivité. Bien des travaux ont mis en évidence à l'échelle européenne un changement de productivité des peuplements, en général à la hausse, mais aussi avec des signes sporadiques de déclin, notamment en limite sud des aires de répartition. Voyez ce graphique qui retrace l'évolution de la productivité du pin sylvestre et du pin d'Alep dans la Sainte Baume au cours du 20<sup>e</sup> siècle : le premier est en limite sud de son aire, ou limite chaude, et n'a visiblement pas apprécié le réchauffement tandis que le second, qui est en limite froide, a vu sa productivité augmenter. Les causes de l'augmentation de productivité sont multiples. Outre le réchauffement, il y a un effet direct du CO<sub>2</sub> atmosphérique (qui stimule la photosynthèse) et un effet des retombées azotées, les 3 facteurs étant simultanés. Comme on ne peut pas faire la part des différentes causes, on a du mal à se projeter dans le siècle à venir : on a des facteurs multiples et antagonistes (augmentation de la sécheresse et allongement de la durée de végétation), agissant sur des essences variées, elles-mêmes plongées dans des contextes biogéographiques variés.

**Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes :  
Changements de productivité**



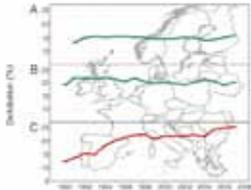
- 2011 : Thèse Marie Charru (Lerfob) :
  - Utilisation des données de l'IFN
  - Tableau systématique des changements de productivité observés pour de nombreuses essences et en toutes régions

Changements de productivité observés à l'échelle nationale  
Source : Charru, 2011

Myriam Legay - DTCEB R&D

Ce qui a changé récemment c'est qu'une thèse du LERFoB (travaux de Marie Charru) a dressé un tableau assez complet des changements de productivité observés en utilisant les données de l'IFN. Voici 3 courbes extraites de cette thèse qui présentent l'évolution observée de la productivité du chêne pubescent (en haut à gauche), de l'épicéa (en haut à droite) et du chêne pédonculé (en bas). La productivité du chêne pubescent, essence thermophile, diminue alors que celle de l'épicéa, essence de climat froid, augmente : cela peut rendre perplexes ! Cela s'explique si on remarque qu'en France le chêne pubescent est probablement cantonné aux stations les plus chaudes de son aire climatique potentielle et l'épicéa à des zones où toutes les essences sont limitées par le froid. On comprend mieux en examinant le cas du chêne pédonculé, qui a apparemment un signal plat : si on décompose (carte et graphique à droite), on voit que ce signal plat est la résultante d'une hausse de la productivité au nord de l'aire française du chêne pédonculé et d'une baisse au sud. Ces courbes globales sont donc à examiner en détail... Ce qu'il faut retenir c'est qu'en limite sud des aires la productivité a toutes chances de diminuer et qu'en limite nord elle a toutes chances d'augmenter.

**Impacts sur le fonctionnement des écosystèmes :  
Crises climatiques et biotiques**



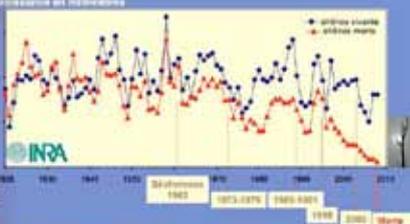
- Des accidents climatiques plus sévères et plus fréquents
- Accroissement du risque incendie
- Risques biotiques : des interactions complexes, aux effets difficilement prévisibles
- Des dépérissements devenant chroniques en limite sèche des aires de répartition ?

Tendances d'évolution du taux de défoliation de 1990 à 2007 selon la latitude (réseaux ICP)  
Source : Carnicer et al., PNAS, 2010

Colloque interne ONF - 19 & 20 juin 2012  
Myriam Legay - DTCEB R&D

Autre impact attendu et observé : **les crises climatiques**. On s'attend à ce que les accidents climatiques soient plus sévères et plus fréquents, avec par conséquent des impacts sur la forêt qui vont s'aggraver. De même pour le risque incendie dont l'impact spatial va progresser vers le nord et s'aggraver. Enfin on s'attend à des impacts biotiques qui vont résulter de la combinaison des effets directs du changement climatique sur les insectes ou les maladies et des effets sur les essences forestières, avec des interactions complexes difficiles à prévoir. Et de fait, on commence à observer des signaux pas toujours très clairs, mais de plus en plus nombreux : le graphique représente l'évolution des taux de défoliation observés de 1990 à 2007 dans le réseau européen de niveau 1 et on constate que si les défoliations sont stables en Europe du Nord, elles sont en nette augmentation en région méditerranéenne. J'ai malheureusement oublié d'intégrer des résultats tout récents à l'échelle de la France et qui vont dans le même sens.

**Impacts en bref sur le fonctionnement des écosystèmes :  
Crises climatiques et biotiques**



- Des phénomènes difficiles à étudier
- ...et à attribuer au changement climatique
- Risques biotiques : des interactions complexes, difficilement prévisibles

Variations de la croissance radiale d'un échantillon de chênes vivants vs mort, en FD de Vierzon - Rôle du déficit hydrique  
Source : Genet et Breda, 2011

Colloque interne ONF - 19 & 20 juin 2012  
Myriam Legay - DTCEB R&D

Ces crises sont chaque fois des événements singuliers, donc par nature difficiles à étudier et encore plus à attribuer au changement climatique.

À Vierzon, on est aux prises avec un très fort dépérissement : les courbes représentent les variations de croissance d'un échantillon de chênes vivants (en bleu) ou morts (en rouge) au début de cette étude en 2008 : on peut observer qu'à chaque épisode de sécheresse il y a un décrochement de la croissance et que les chênes qui vont mourir ne récupéreront jamais. Pour eux, la notion de dépérissement chronique est directement visible sur ce graphique.

**Impacts en bref sur le fonctionnement des écosystèmes : Crises climatiques et biotiques**

**Des phénomènes difficiles à étudier**  
**...et à attribuer au changement climatique**  
**Risques biotiques : des interactions complexes, difficilement prévisibles**

Variations de la croissance radiale d'un échantillon de chênes vivants vs mort, en FD de Vierzon - Rôle du déficit hydrique  
 Source : Genet et Breda, 2011

Colloque interne ONF - 19 & 20 juin 2012 Myriam Legay - DTCE R&D

**Progresser dans la compréhension des dépérissements**

**Mémoire Thauvin (encadrement Piedallu, Ladier), 2011 :**

- Deux essences
- Deux échelles :
  - France (mortalité de branches IFN)
  - Alpes Maritime (taux de mortalité)
- Des facteurs similaires aux deux échelles

Colloque interne ONF - 19 & 20 juin 2012 Myriam Legay - DTCE R&D

**Impacts : Répartition des espèces végétales**

**De profonds bouleversements attendus**  
**Des évolutions observées encore discrètes en ce qui concerne les arbres forestiers**

Modélisation de l'évolution de la niche climatique du hêtre, scénario B2 (Badeau et al., 2004)

Colloque interne ONF - 19 & 20 juin 2012 Myriam Legay - DTCE R&D

**Impacts : Répartition des espèces végétales**

Modélisation de l'évolution de la niche climatique du hêtre, scénario B2 (Badeau et al., 2004)

Colloque interne ONF - 19 & 20 juin 2012 Myriam Legay - DTCE R&D

Mais ce qu'on a également observé à Vierzon, c'est que le paramètre qui explique le mieux ces épisodes de dépérissement c'est le bilan hydrique représenté ici par ces barres : or pour Vierzon et à l'échelle du 20e siècle, aucune tendance claire d'augmentation de ce facteur n'est décelable.

Alors est-ce le changement climatique ? En première analyse : non. Mais il est sûr que le changement climatique ne va pas arranger les choses.

Un autre facteur de difficulté de la compréhension des dépérissements, ce sont ces fameux risques biotiques complexes et difficiles à analyser.

À Vierzon on soupçonne une interaction de l'oïdium, mais qu'on n'a pas pu mettre en évidence de façon irréfutable.

Néanmoins il faut avancer... et on a des moyens de le faire.

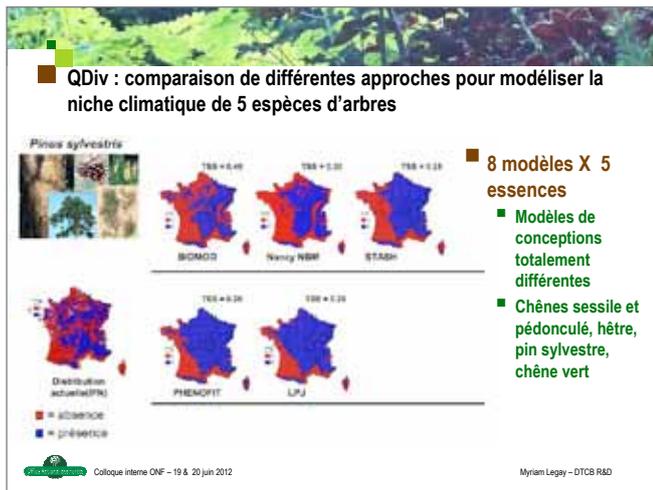
Voici par exemple des résultats obtenus au LERFoB avec une contribution de l'ONF (Jean Ladier). Il s'agissait d'étudier le dépérissement de deux essences, pin sylvestre et sapin, à deux échelles : France entière et Alpes maritimes. Pour la France entière, on a utilisé les données IFN d'observation de mortalité des branches (ici on a la carte pour le sapin) et pour les Alpes-Maritimes, des données tout à fait différentes : les taux de mortalité par peuplement observés par l'ONF. Néanmoins en mettant en relation cette répartition des atteintes avec des variables écologiques, on a dans les deux cas abouti à des modèles qui sont assez convergents : les facteurs que l'on trouve aux deux échelles sont en grande partie les mêmes. Donc on a des moyens de comprendre, et c'est une marge de progrès importante.

L'autre type d'impact que tout le monde attend et qui va marquer notre activité, c'est l'impact sur la répartition même des espèces.

On s'attend à des bouleversements importants, comme en témoigne cette série de cartes qui a fait du bruit quand elle est sortie (travaux de Vincent Badeau sur le hêtre dans le cadre du projet Carbofor).

La série commence par une représentation de l'aire actuelle du hêtre par le modèle, exprimée en niveaux de probabilité de présence ; si on met en relation ces niveaux de présence avec le climat et qu'on fait évoluer le climat conformément au modèle, on voit que l'aire potentielle du hêtre se réduit comme peau de chagrin.

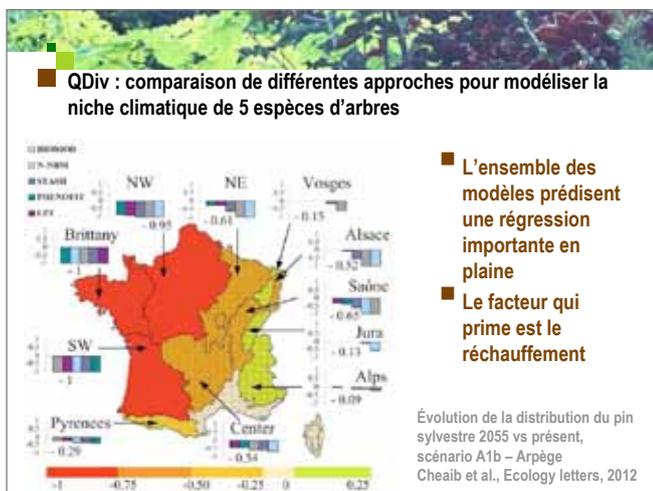
Mais observe-t-on quelque chose pour l'instant ? Pas vraiment. Il y a bien quelques travaux qui mettent en évidence des évolutions, mais elles sont délicates à interpréter.



Ce qui est nouveau, c'est que la modélisation de l'aire climatique des essences est faite aujourd'hui de façon plus systématique. Et on a maintenant de nouveaux résultats très intéressants, grâce notamment au projet QDiv, qui a comparé différentes approches de modélisation de l'aire climatique pour 5 essences : chênes sessile et pédonculé, hêtre, pin sylvestre et chêne vert. Je vous présente ici les cartes concernant le pin sylvestre pour une bonne raison : on n'avait pas encore vu de modélisation de l'aire climatique du pin sylvestre... et je crains d'ajouter au pessimisme que vous avez pu ressentir au fil des exposés. Nous avons d'abord (à gauche) la répartition observée par l'IFN, puis des cartes qui simulent cette répartition en climat actuel selon différentes approches, c'est-à-dire par des modèles qui n'ont rien à voir dans leurs conceptions et dans les données qu'ils utilisent.

En haut, ce sont des modèles de niche : ils mettent simplement en relation un climat et une distribution observée. Par définition, ces modèles reproduisent assez bien l'aire observée de l'essence ; moins bien toutefois pour le pin sylvestre que pour le hêtre, parce que le pin sylvestre est une essence de reboisement. On a beaucoup « bricolé » avec cette essence, donc son aire observée ne correspond pas très bien à son aire climatique potentielle.

En bas ce sont des modèles de fonctionnement, qui ne sont pas basés sur la distribution spatiale observée, mais sur la connaissance qu'on peut avoir du fonctionnement de l'essence (par exemple la phénologie) en fonction des paramètres climatiques

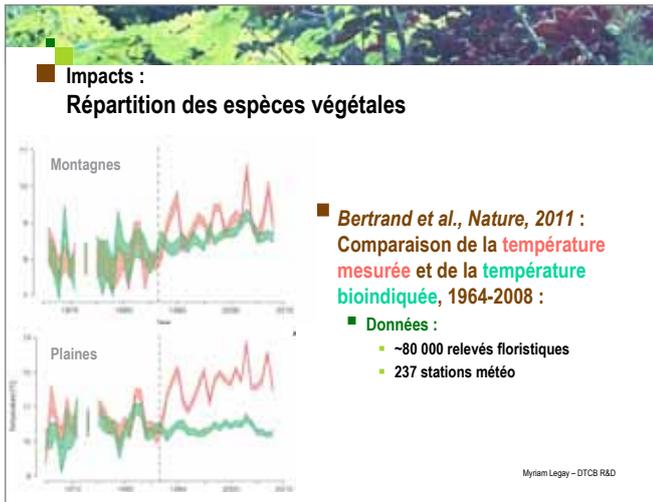


Mais lorsqu'on utilise ces modèles pour se projeter dans le prochain siècle... on constate qu'ils prédisent tous une régression importante.

La carte n'est pas très simple à comprendre : les niveaux de couleurs représentent des classes de taux de disparition de l'espèce. L'information majeure, c'est que l'aire du pin sylvestre se réduit beaucoup (quasi disparition dans la partie ouest), et même dans la partie est il n'y a que les zones de montagne qui échappent à la diminution de ses stations potentielles.

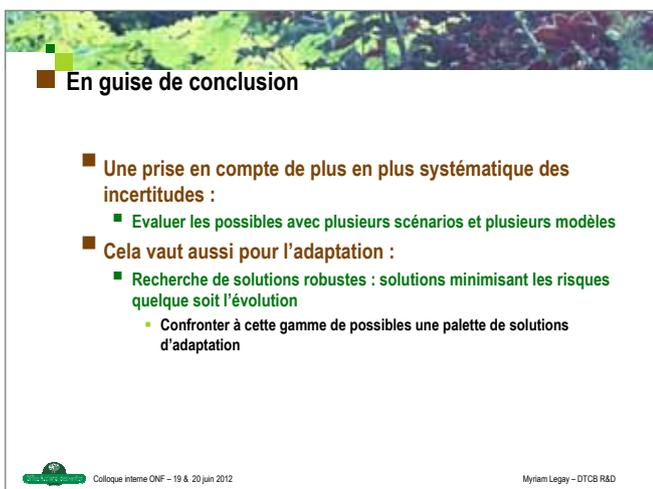
Ce qu'il y a de remarquable, pour le pin sylvestre, c'est que les différents modèles sont étonnamment convergents. Pour d'autres essences, en particulier le hêtre, cette convergence est beaucoup moins forte.

C'est donc un résultat nouveau, et pas très encourageant : le pin sylvestre, qu'on pensait être une essence relativement robuste face au stress hydrique, va souffrir du réchauffement. On avait oublié que c'est une essence à très grande répartition circumpolaire et qu'on est dans bordure « chaude » de son aire naturelle.



Autre nouveauté, toujours sur la répartition, mais qui concerne cette fois les observations : c'est une étude publiée dans la revue Nature (ça mérite d'être salué !) par nos collègues du LERFoB ; elle s'attache à la répartition des espèces, d'une façon un peu compliquée qui mérite explication.

Au LERFoB ont été développés des travaux de bioindication. C'est-à-dire que, par acquisition et traitement progressif d'un très grand nombre de données, on a mis en relation la répartition des espèces avec leur préférendum : pour toutes les espèces de la flore forestière française, on est capable de donner leur optimum en matière de pH et de température par exemple. Donc en utilisant les relevés floristiques de l'IFN (et autres sources, peut-être) on peut attribuer à ces relevés une température bioindiquée, c'est-à-dire déduite de la composition floristique. Et on peut la comparer avec la température mesurée dans la station climatique la plus proche. Les courbes représentent ce travail pour la période 1960-2010. En zone de montagne, la température bioindiquée suit peu ou prou (mollement) l'augmentation de la température mesurée : ce qui veut dire qu'il se produit effectivement une modification de la répartition des espèces. C'est une modification observée évidemment de façon très statistique : on n'a pas vu de station migrer ici ou là. Par contre, en zone de plaine, il n'y a pas pour l'instant d'augmentation de la température bioindiquée. Cela permet de comprendre que l'absence (ou le peu) d'observation sur la répartition est un effet de l'inertie des couverts végétaux. En montagne, cette inertie est moindre parce que les espèces ont moins de chemin à faire pour retrouver un climat qui leur convient (il suffit de monter un peu). En plaine, il leur faudrait parcourir des centaines de kilomètres, ce qui est hors de proportion avec les capacités de dissémination. Il faut bien être conscient que ce phénomène de déplacement des aires combine des disparitions en limite sud et des migrations en limite nord ; ce qu'on observe c'est la résultante des deux.



## Conclusion

J'en ai terminé. Je vous avais dit que le fil rouge de cet exposé est la notion d'incertitude. L'évolution majeure depuis le RDVT spécial changement climatique c'est une prise en compte de plus en plus systématique des incertitudes. Aujourd'hui il n'est plus possible de parler de changement climatique sans prendre en compte plusieurs scénarios et plusieurs modèles. Ce qui est évidemment perturbant, déstabilisant, même quand on y travaille au quotidien.

Cette prise en compte des incertitudes vaut aussi à l'étape de l'adaptation. L'adaptation ça ne consiste pas à se projeter dans un futur en se disant « ça va se réchauffer, je vais choisir une essence optimale », ça consiste à rechercher des solutions robustes : prendre en compte la gamme des futurs possibles, la confronter avec une palette de solutions d'adaptation, voir ce qu'on perd et ce qu'on gagne dans toutes les combinaisons... et rechercher des solutions qui minimisent les pertes.

Je vous remercie de votre attention.

## Questions/Réponses

**François Virely, inspection générale :** Merci pour cette présentation, qui apporte beaucoup d'information notamment sur les élévations des températures ; mais qu'en est-il des températures basses ?

**Myriam Legay :** Elles augmentent aussi ; je n'ai pas ici de carte les concernant et je les ai moins étudiées, car le facteur sur lequel on se concentre le plus, c'est le stress hydrique. Mais par exemple le rapport Jouzel dont j'ai parlé donne beaucoup d'indices liés aux températures basses parce qu'elles sont très importantes pour d'autres types d'impacts. Si la question se rapporte au risque de gel tardif, il faut voir que ce risque n'est pas piloté uniquement par les températures basses : c'est une combinaison de la phénologie, qui évolue avec l'ensemble des paramètres climatiques, et de l'évolution des températures basses. C'est donc compliqué à pronostiquer. L'un des modèles de distribution que j'ai évoqués à propos du projet QDiv, le modèle Phénofit, est basé en particulier sur ces questions d'évolution de la phénologie. Il étudie les limitations de l'aire qui peuvent être liées à des phénomènes phénologiques de diverses natures : dégâts liés au froid, problème de froid insuffisant pour l'accomplissement des cycles phénologiques (besoins en froid non satisfaits)... C'est un point que je ne connais pas très bien, car, en France, ces modèles phénologiques ne « parlent » pas vraiment ; ils ont été assez performants aux USA, mais ne donnent pas l'impression qu'en France il puisse y avoir de gros dysfonctionnements de cet ordre liés au changement climatique prévisible. C'est une appréciation très provisoire et qui n'engage que moi, mais je crois vraiment qu'en France, le phénomène dominant pour ce qui nous concerne c'est le stress hydrique.

**Hervé le Bouler, parlant cette fois en tant que scientifique du ministère de l'Agriculture :** Le froid hivernal est un élément fort à prendre en compte. Grâce aux modèles dont il a été question en particulier à propos du projet Scampeï, on peut avoir des simulations de la persistance de froid fort et de froid tardif, et ce qui semble se dessiner c'est qu'on va vers une situation chaotique. Dans un contexte global d'augmentation des températures, y compris des températures minimales hivernales, on pourra avoir des hivers extrêmement doux, comme jamais vu, mais aussi des froids qui nous rappelleront les années 1956 ou 80. Or un facteur limitant est le risque de destruction par le froid, on l'a vu dans le passé pour le pin maritime. Mais si on parle d'introductions d'essences (notamment essences continentales), toute la sélection variétale a été faite au 20<sup>e</sup> siècle sur le risque de gelée tardive et les gestionnaires de sapin savent que c'est vraiment la menace. L'hiver dernier les arboretums du réseau Reinforce, où on a installé des dizaines d'espèces sur toute l'Europe, ont subi de gros dégâts dus au froid en fin d'hiver. C'est un facteur gênant, car l'allongement de la saison de végétation augmente la sensibilité aux coups de

froid exceptionnels ou exceptionnellement tardifs, avec des impacts sur les fructifications.

**Christophe Mouy, responsable d'UT dans l'Yonne :** J'ai deux interrogations.

1 – Pour les écosystèmes de plaine : est-ce qu'on ne va pas vers un système de paliers ? On a vu qu'aujourd'hui la réaction était très faible, mais je me suis dit après 2003 que si 2004 et 2005 avaient été du même niveau on aurait vu une disparition de la forêt, même la chênaie.

2 – Que conseiller aux propriétaires forestiers ? Avec de telles incertitudes, est-ce qu'il faut encore investir en forêt ?

**Myriam Legay :** Sur le 1<sup>er</sup> point, je partage votre vision. L'écart des courbes de température mesurée et bioindiquée va forcément se réduire, et ça se fera à l'occasion de crises qui vont rapprocher brutalement les 2 courbes. On sait depuis De Candolle que la température est ce qui globalement influe le plus sur la répartition des espèces. Plusieurs sécheresses successives, c'est ce qui s'est passé en région méditerranéenne avec des dépérissements chroniques, notamment pour le pin sylvestre. On peut certainement s'attendre à des décrochements assez brutaux en plaine.

2<sup>e</sup> point : faut-il investir ? Oui. Et que conseiller ? C'est là que ça se corse : le principal est d'avoir une idée aussi claire que possible et constamment révisable de la vulnérabilité. Exemple de révision : le pin sylvestre, dont la vulnérabilité nous avait échappé lors du premier bilan en 2006. Il faut avoir la souplesse d'esprit nécessaire pour accepter que des choses importantes aient pu nous échapper et les intégrer à tout instant dans le diagnostic de vulnérabilité. Lequel doit être utilisé pour cibler les investissements sur les parties les plus vulnérables pour lesquelles on cherchera des essences plus adaptées sans rechercher l'essence miracle, mais en diversifiant les solutions pour ne pas risquer de s'enfermer dans une impasse catastrophique. Gros travail en perspective sur le choix des essences.

**Brigitte Musch, département R&D (CGAF) :** Je travaille sur la problématique des nouvelles espèces adaptées au changement climatique, sous l'aspect de la génétique. Pour mémoire, 3 pôles du département R&D travaillent sur le changement climatique avec des approches différentes. Pour sa part, le CGAF a revisité tous arboretums ONF (il y en avait 144), sous l'angle de leur contribution possible à cette réflexion sur le choix des essences (quoi planter, et où ?). On en a retenu 6, notamment dans le sud-est, pour étudier plus avant les espèces qui ont le mieux résisté aux événements climatiques : on en tire un certain nombre de questions... et de réponses. Ce faisant, on n'a pas exploré tout le panel des potentialités, non seulement au niveau des espèces, mais aussi à l'intérieur même des espèces. Il faut se rappeler que le maximum de diversité génétique des arbres est interne aux espèces. Donc on peut jouer sur la provenance, en consi-

dérant par exemple que le chêne sessile du sud de l'aire aura désormais sa place à 200 km plus au nord. Mais pour ça il faut réfléchir à la manière de procéder, car l'intervention humaine est indispensable ; comme l'a dit Myriam, la vitesse du changement climatique suppose un déplacement hors de proportion avec les capacités de migration des espèces. On commence à se faire une idée avec le programme Nomade du RMT Aforce, mais pas au point de pouvoir répondre ici de but en blanc.

**Christophe Mouy** : La question n'était pas « quoi mettre », mais plutôt, face à un propriétaire forestier pas forcément très argenté, peut-on encore conseiller d'investir des sommes d'argent importantes sur du long terme ?

**Bernard Gamblin** : C'est une question générale qu'on va peut-être retenir pour la table ronde, car il reste des interventions susceptibles d'éclairer le problème. Ceci dit, on a vu hier que le bois est un matériau précieux dont la société a et aura besoin, plus que jamais, pour toute une série d'utilisations. C'est en soi un élément de réponse : oui, on aura besoin des forêts. Mais ça amène une autre question : on parle d'études sur 5-6 essences, mais est-ce qu'on a l'équivalent sur une palette plus large qui puisse permettre de répondre à nos questions en terme d'investissement forestier dans des contextes très variés ?

**Myriam Legay** : N'oublions pas que l'investissement forestier a toujours été un pari... Mais pour faire suite à ce que dit Bernard Gamblin, l'ensemble de la société a besoin plus que jamais de la forêt non seulement pour le bois, mais aussi parce que si le couvert forestier périclute, c'est du carbone qui sera relargué dans l'atmosphère et qui aggravera l'effet de serre. C'est un enjeu nouveau qui concerne l'ensemble de l'humanité et qui est loin d'être négligeable. Quant à la palette d'essences, on y travaille : Hervé Le Bouler, Brigitte Musch et moi-même sommes associés dans un projet de recherche qui propose un modèle de niche de conception un peu particulière, et susceptible d'être utilisée en série pour un grand nombre d'essences, pour évaluer la niche climatique d'essences forestières hors de leur aire française, le but étant de déceler des essences potentielles de reboisement de façon assez simple.

**Max Penneroux, CDC-Forêt** : Faut-il investir ? La société que je représente est spécialisée dans placement et investissement forestier. On peut répondre en terme de marché. Il y a actuellement un fort déséquilibre entre l'offre et la demande, la demande d'achat de forêt étant très supérieure à l'offre. Pourquoi ? La valeur technique de la forêt (valeur sol + peuplement) est très décorrélée de la valeur vénale ; à tel point que la valeur du sol, qui était de l'ordre de 750 € il y a quelques années, atteint maintenant 1 500 € voire 2 000 €/ha. Est-ce surfait ? Pas évident : en Belgique, Suisse, Allemagne,

les prix des terrains forestiers sont bien plus élevés. Si on considère le sol forestier comme une valeur foncière il faut en arriver à ces prix-là pour se placer sur le marché, mais si on le considère comme un support de production, il y a des calculs scientifiques à mener. Ne pas oublier cependant que les placements forestiers de personnes physiques bénéficient d'avantages fiscaux qui améliorent la rentabilité. Si le taux de rentabilité de la production forestière est de l'ordre de 1 % (chêne), à 2 voire 3 % dans le meilleur des cas (résineux), on dépasse les 5 % en rajoutant les avantages fiscaux. Ça crée une situation de valeur refuge qui permet à la forêt de capter des capitaux pour travailler correctement.

**Didier Pischedda, DTCB** : On a parlé de pluviométrie estivale, de contexte hivernal chaotique, mais quid des précipitations hivernales qui ont une forte incidence sur les exploitations ?

**Myriam Legay** : Au moment du numéro spécial RDVT, on annonçait une hausse des précipitations hivernales, mais depuis il y a eu des projets étudiant la variabilité du climat à l'échelle de l'Europe et il se trouve que la France est à la jonction de deux zones climatiques, ce qui induit une grande incertitude sur l'évolution des précipitations. On a une vision claire sur le sud de l'Europe, ainsi que sur le nord, mais la France est à la frontière des deux et suivant les modèles le positionnement de cette frontière fluctue ce qui fait que cette hausse des précipitations hivernales n'est plus considérée comme fiable : on est dans la zone d'incertitude. Ce qui est plus clair c'est l'augmentation des épisodes pluvieux intenses (à Nancy il y en a eu récemment un échantillon assez violent) ; ça peut jouer sur les questions d'exploitation, mais aussi beaucoup sur les phénomènes d'érosion qui intéressent notre activité RTM : si on a à la fois des couverts forestiers qui dépérissent et des épisodes de pluies intenses qui augmentent, on sera confronté à une recrudescence de phénomènes catastrophiques.



**Jean-François Dhôte**  
 Chef du département R&D  
 de l'ONF

## Gestion des ressources génétiques pour l'adaptation, migration assistée, introduction d'essences

Un cas de force majeure nous prive de l'exposé de Catherine Bastien. Je vais essayer de suppléer dans la mesure de mes moyens en rajoutant quelques éléments à l'exposé que je dois faire plus tard. Mais je voudrais faire ici une observation importante.

Dans la conception du programme, nous souhaitons deux exposés successifs, l'un à partir des données de l'écologie, c'est ce que vient d'exposer Myriam Legay (sur les impacts), l'autre à partir des données de la génétique des populations. La raison en est qu'une source supplémentaire d'incertitude concernant l'adaptation au changement climatique vient de l'état de la connaissance lui-même. Sur les questions d'adaptation au changement climatique, il y a des écoles de pensée différentes, et c'est particulièrement évident en France puisqu'on a une des meilleures écoles de génétique forestière au monde (Antoine Kremer a reçu le prix Wallenberg il y a 6 ans) et aussi une école d'écologie forestière très active, à l'origine notamment du projet QDiv qu'on a évoqué tout à l'heure.

Or ça crée une difficulté supplémentaire d'intégration des connaissances. Pour simplifier, disons que l'école écologique a des pronostics plutôt pessimistes sur la valeur d'avenir des espèces alors que l'école de génétique forestière a des pronostics plus optimistes en mettant en avant d'une part la variabilité génétique présente dans les populations d'arbres (comme l'a dit Brigitte Musch dans la discussion) et d'autre part les capacités de réaction en cours de vie et entre les générations, avec les phénomènes de plasticité phénotypique, de sélection et l'adaptation en continu.

C'est important, car il est difficile pour les forestiers de prendre des décisions dans cette situation où les communautés scientifiques renvoient des messages de synthèse assez variés, pas forcément contradictoires, mais avec des tonalités différentes. Il s'agit bien de tonalité, et de psychologie des forestiers, des aménagistes : avoir des pronostics optimistes ou pessimistes sur une espèce comme le pin sylvestre, ça a évidemment un impact important sur le travail qu'on peut faire.

Dans ce genre de situation, il faut qu'on ait le courage de dire : ayons à notre disposition la totalité des informations scientifiques, et voilà la décision qu'on prend aujourd'hui. On assume le fait qu'elle est révisable, car les scientifiques eux-mêmes vont évoluer dans leurs travaux et leurs analyses, ils se rencontrent régulièrement et vont peut-être trouver des articulations... Mais il faut aussi à chaque moment assumer la position qu'on prend et qui peut s'écarter des préconisations de telle ou telle école.

C'est difficile. Nous n'avons pas aujourd'hui le moyen d'illustrer en détail comment on peut tirer ces conclusions, argumenter ces décisions, mais nous voulions au moins vous présenter ces différents regards.

Voilà ce que je voulais en dire à ce stade et je compléterai dans ma propre présentation.



**Patrick Vallet**  
Irstea Nogent,  
Unité Écosystèmes forestiers

**Patrick Vallet est ingénieur des Mines (ce qui n'est pas banal chez les forestiers) et docteur en sciences forestières et du bois. Il est spécialisé dans la modélisation de la croissance des peuplements forestiers ; il a travaillé sur différentes applications avant de s'intéresser aux propriétés des forêts mélangées (notamment les mélanges à base de chêne), et c'est sur ce sujet que nous lui avons demandé d'intervenir aujourd'hui.**

# Intérêt des mélanges pour limiter la vulnérabilité vis-à-vis des crises biotiques

Bonjour,

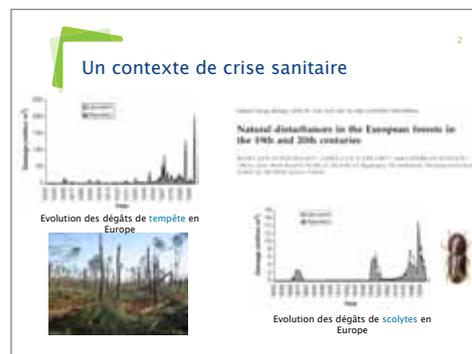
Je vais vous faire une présentation à partir des travaux de l'équipe à laquelle j'appartiens avec Thomas Pérot, l'unité Écosystèmes forestiers d'Irstea Nogent-sur-Vernisson, mais aussi à partir des travaux de l'UMR BIOGECO de l'INRA Bordeaux, en particulier les travaux d'Hervé Jactel.

Je vais d'abord faire en deux diapos un rapide rappel sur le contexte de crise sanitaire : il ne s'agit plus seulement de changement climatique, mais plus largement de changements globaux. Après quoi je développerai la question qui m'amène aujourd'hui, celle de l'intérêt du mélange d'essences pour limiter la vulnérabilité des peuplements forestiers.

## Un contexte de crise sanitaire

Premier exemple du contexte de crise sanitaire : vous voyez sur le graphique de gauche l'évolution des dégâts de tempête en Europe, reportés de 1850 à 2000 (il y manque donc les tempêtes de 2009) et simultanément, à droite, l'évolution des dégâts de scolytes. Les dégâts de scolytes suivent manifestement ceux des tempêtes. Les forestiers, les Landais en particulier, connaissent bien les dégâts qu'il a pu y avoir après les tempêtes de 1999 ou 2009.

Deuxième exemple, celui de l'évolution de l'aire de distribution de la processionnaire du pin, avec des résultats qui sont très commentés (on en a encore parlé tout récemment dans le cadre du RMT Aforce). La carte montre la rapidité de l'extension de la processionnaire vers le nord et le nord-est. Cette extension est favorisée par l'augmentation des températures hivernales, en profitant aussi du transport accidentel d'individus par l'homme.



4

## Quel intérêt du mélange d'essence sur la vulnérabilité des peuplements forestiers ?

1. Etat de l'art sur l'intérêt du mélange par rapport aux crises biotiques
2. Compensation de croissance dans les mélanges chêne sessile / pin sylvestre
3. Mélange, productivité et changement climatique dans les peuplements sapin - épicéa



## Intérêt du mélange d'essences pour la vulnérabilité ? 1 – État de l'art

Venons-en à l'intérêt du mélange d'essences pour limiter la vulnérabilité des peuplements forestiers à ces crises biotiques, que je vais présenter en trois points :

- je dresserai d'abord l'état de l'art sur l'intérêt du mélange, d'après les travaux d'Hervé Jactel ;
- ensuite, j'entrerai un peu plus dans le détail sur les travaux que nous avons conduits à Nogent sur le mélange chêne sessile – pin sylvestre, et plus particulièrement sur un phénomène de compensation de croissance entre les deux essences suite à une attaque de Diprion pini (lophyre du pin) ;
- enfin, je ferai une brève ouverture sur quelque chose qui ne relève pas des crises biotiques, mais qui concerne plus largement les questions de mélange et de productivité face au changement climatique, avec l'exemple des peuplements de sapin – épicéa.

5

## Analyse de la littérature scientifique



**119 cas dans la littérature scientifique internationale (1966 - 2006)**

Comparaison pour les mêmes sites et périodes:

- dégâts d'une espèce d'insecte ravageur
- sur une essence forestière donnée
- conduite en peuplement *pur* / peuplement *mélangé*

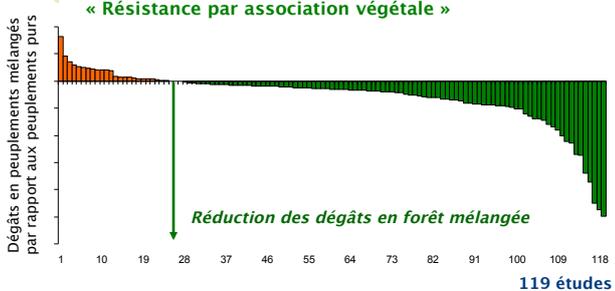
Hervé Jactel a produit en 2007, dans la revue Ecology Letters, moins connue que Nature (citée tout à l'heure par Myriam Legay), mais néanmoins très cotée, une métaanalyse sur 119 cas d'études.

Il a rassemblé 119 cas d'études dans la littérature scientifique internationale sur 40 ans (1966-2006) et il a utilisé une méthode d'homogénéisation des résultats pour que les études soient comparables entre elles, de façon à comparer, pour les mêmes sites et sur la même période, les dégâts d'une espèce d'insecte ravageur sur une essence forestière donnée suivant qu'elle était en peuplement pur ou mélangé.

6

## Analyse de la littérature scientifique

« Résistance par association végétale »



**119 études**

➔ Dans 80% des cas, la diversification des arbres induit une réduction des dégâts de phytophages

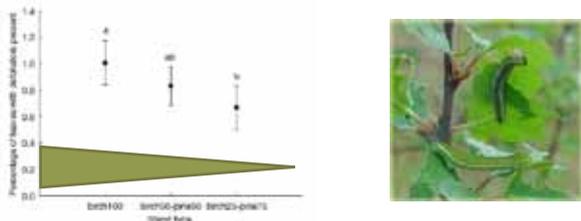
- Les résultats principaux sont résumés sur cette figure, avec :
- en abscisse le nombre d'études ou plus exactement les 119 études, classées par ordre de résultat pour la lisibilité du graphique ;
  - en ordonnée le taux de dégâts en peuplement mélangé par rapport au peuplement pur.

On a donc en orange les cas où il y a plus de dégâts en peuplement mélangé qu'en peuplement pur et en vert ceux où il y a moins de dégâts dans le mélange. Et il en ressort que dans 80% des cas recensés, le mélange a apporté une réduction du taux de dégâts par les phytophages.

C'est une analyse globale, et il faut ensuite s'intéresser aux mécanismes qui ont permis ça ; dans cette littérature, Hervé Jactel en a repéré trois.

## Quelques mécanismes

### 1. Effet de la densité de l'hôte (mécanisme de dilution)



Le niveau de dégâts par l'insecte ravageur diminue avec la proportion de plante hôte dans le mélange

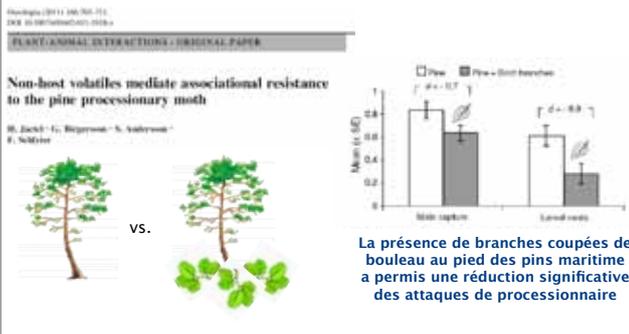
Vehviläinen *et al.*, Basic and Applied Ecology, 2006

Le premier mécanisme est un effet de la densité de l'hôte. Ici vous avez un exemple scandinave concernant les dégâts d'un insecte ravageur du bouleau, une chenille, dans les peuplements de bouleau (birch) et pin sylvestre (pine) en fonction du taux de présence des 2 essences.

Le taux de dégât par arbre est inférieur dans les peuplements mélangés. L'interprétation de cette étude est ce qu'on a appelé un mécanisme de dilution : quand les individus de l'essence hôte sont mélangés (« dilués ») dans une autre essence forestière, le transport d'un arbre à l'autre est sans doute plus difficile et on n'atteint pas les masses critiques.

## Quelques mécanismes

### 2. Barrières chimiques à la localisation de l'hôte



La présence de branches coupées de bouleau au pied des pins maritime a permis une réduction significative des attaques de processionnaire

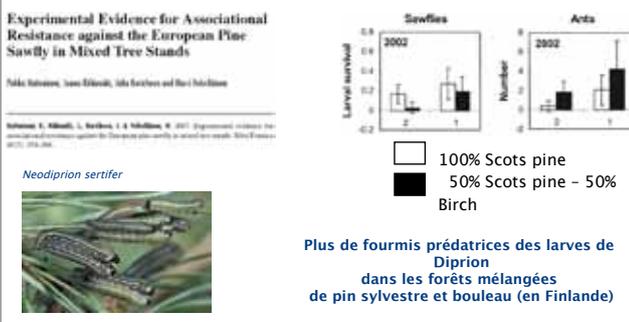
Le deuxième mécanisme, ce sont des barrières chimiques à la localisation de l'hôte : une essence joue un rôle d'écran par rapport à une autre qui risque d'être attaquée par un insecte spécialiste.

Pour illustrer ça, je présente ici des travaux récents de l'équipe d'Hervé Jactel. Ils ont comparé les taux de dégâts de processionnaire du pin sur le pin maritime selon que le pin était seul ou qu'on avait disposé des branches de bouleau à son pied ; et ils ont observé un taux de dégâts significativement inférieur sur les pins qui étaient entourés de branches de bouleau (en grisé).

Ils ont confirmé ça sur un autre ravageur, le scolyte (ce n'est pas représenté ici) : ils ont disposé des rondins de pin maritime avec des diffuseurs de composés volatils de bouleau et d'autres sans diffuseurs, et ils ont obtenu le même résultat. Ce sont bien ces composés volatils de bouleau qui font écran au scolyte pour attaquer les rondins.

## Quelques mécanismes

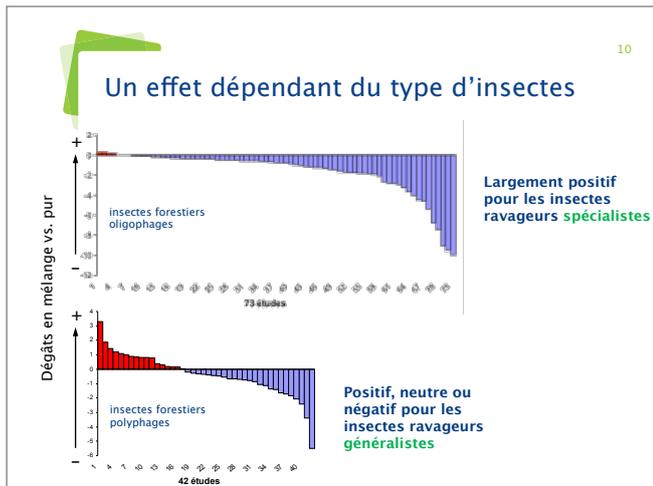
### 3. Renforcement du contrôle biologique par les ennemis naturels



Plus de fourmis prédatrices des larves de Diprion dans les forêts mélangées de pin sylvestre et bouleau (en Finlande)

Le troisième mécanisme est ce qu'on appelle le renforcement du contrôle biologique par les ennemis naturels. Dans le cas d'un insecte ravageur spécialiste d'une essence, le mélange d'essences forestières permet d'avoir plus de prédateurs, globalement plus généralistes. Et avec plus de prédateurs, la population de ravageurs diminue.

On en a ici un exemple en Finlande : à gauche, on a comparé sur deux sites expérimentaux la survie des larves de Diprion (sawflies) dans des peuplements purs de pin sylvestre (en blanc) et mélangés bouleau – pin sylvestre (en noir) et on a constaté que le mélange réduit sensiblement la survie des larves. À droite, on fait le parallèle avec le nombre de fourmis (ants), qui sont bien plus nombreuses dans les peuplements mélangés. Cette plus grande abondance de fourmis, qui sont prédatrices des larves de Diprion (entre autres) induit une diminution de la survie de ces larves dans les peuplements mélangés.



Ce sont donc les 3 mécanismes qui expliquent l'effet positif du mélange, mais le constat doit cependant être nuancé.

Je vous ai beaucoup parlé d'insectes ravageurs spécialistes. Or Hervé Jactel a distingué dans sa métaanalyse les cas où il s'agissait d'attaques par des insectes spécialistes (graphique du haut, 78 cas) et ceux où il s'agissait de ravageurs plus généralistes (en bas, 42 cas). Dans le cas des insectes spécialistes, le constat est largement positif, puisque les dégâts sont quasiment toujours moindres dans les peuplements mélangés. En revanche, lorsqu'on a affaire à des généralistes, le constat est plus nuancé et l'effet du mélange peut être soit positif, soit négatif, soit neutre.

Ici se termine ma première partie sur l'état de l'art.

## Le Lophyre du Pin (*Diprion pini*)

- Insecte spécialiste des pins, préfère le pin sylvestre (Barre et al, 2002);

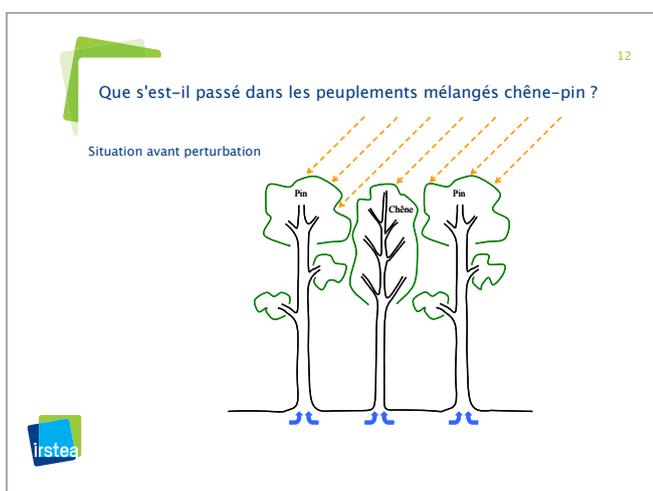
- Pullulation au début des années 1980 sur le massif de Lorris (Geri et Goussard, 1984)

★ Défeuillaison totale    ◆ Attaque importante    □ Présence de quelques colonies    ○ Présence non décelée

## Intérêt du mélange d'essences pour la vulnérabilité ? 2 – Compensation de croissance

Je vais parler maintenant de l'étude que nous avons faite, avec le soutien de l'ONF, sur le phénomène de compensation de croissance dans les mélanges chêne sessile - pin sylvestre. On est ici en forêt d'Orléans, dans le massif de Lorris, en présence d'un insecte ravageur du pin sylvestre, le lophyre du pin (*Diprion pini*) : on voit à gauche la forme adulte et, au centre, les larves qui mangent des aiguilles de pin. NB : cet insecte est spécialiste des pins avec une préférence pour le pin sylvestre. À droite, un peuplement de pin sylvestre totalement défolié par *Diprion pini* en Allemagne ; c'est un peu ce qui s'est passé dans les années 80 sur le massif de Lorris.

À l'automne 1980, quelques dégâts de *Diprion* ont été observés. Puis il y a eu en 1981 une attaque très importante, avec défoliation totale d'un bon nombre de parcelles à pin sylvestre, suivie d'un retour à la normale ou presque en 1982. Ces données sont extraites d'un article de 1984 (Geri et Goussard) ; en fait, il y a eu une réplique vers 1984-85 avec une nouvelle attaque.



Nous avons étudié rétrospectivement ce qui s'est passé avec une hypothèse sur le fonctionnement du mélange représentée sur les schémas suivants.

Avant perturbation, on a la situation normale de ces mélanges, où les hauteurs du pin et du chêne sont globalement homogènes : chacun a accès à la lumière, ainsi qu'aux ressources en eau et en éléments minéraux.

L'attaque de *Diprion* a fait une défoliation totale des pins qui a permis au chêne d'avoir un bien meilleur accès à la lumière, mais aussi aux éléments minéraux et à l'eau, ce qui a potentiellement pu lui procurer un avantage de croissance.

Parallèlement, il y a un apport de nutriments très important par les fèces et par les tissus des insectes, ce qui renforce cette possibilité d'une croissance supplémentaire sur le chêne.

Ensuite il y a un retour à la situation initiale puisque dans la plupart des cas, même après une défoliation totale, le pin s'en sort et qu'il refait son feuillage dans les années qui suivent.

13

## Que s'est-il passé dans les peuplements mélangés chêne-pin ?

Défoliation par *Diprion pini*  
Réduction de la compétition  
Aérienne et souterraine

irstea

14

## Que s'est-il passé dans les peuplements mélangés chêne-pin ?

Apport de nutriments par les faeces  
et les tissus des insectes  
(De Groot et Turgeon, 1998)

irstea

15

## Données disponibles : croissance et climat

- 9 peuplements mélangés

Massif de Lorris (14 400 ha)

- Taux de mélange en 2005  
- entre 40 et 60% (surface terrière)
- Age à 130cm :  
- Pins entre 50 et 120 ans  
- Chênes entre 40 et 100 ans

Largeurs de cerne sur un échantillon d'individus  
=> 271 pins et 224 chênes

irstea

L'hypothèse, c'est donc que, pendant cette période perturbée, la croissance du pin sylvestre a été évidemment très réduite, voire nulle, mais que celle du chêne a augmenté.

C'est donc ce que nous avons étudié sur le massif de Lorris en faisant des sondages sur 9 dispositifs (carottages sur une trentaine d'individus de chaque essence par dispositif, dont le taux de mélange était entre 40 et 60 % en 2005. Et nous avons lu les carottes pour voir ce qui s'était passé sur la période de perturbation 1981-1986. Parallèlement les données climatiques du poste météo de Nogent-sur-Vernisson ont permis de faire des modèles de largeur de cernes dépendants de l'année climatique (bonne ou mauvaise année).

16

## Réactions du chêne et du pin

- Compensation fonctionnelle, complémentarité temporelle

Compensation suite à une attaque de ravageur

- Réduction de la compétition
- Apport de nutriments

Une compensation fonctionnelle existe-t-elle face à un aléa abiotique ?

P534, 31 pins et 25 chênes

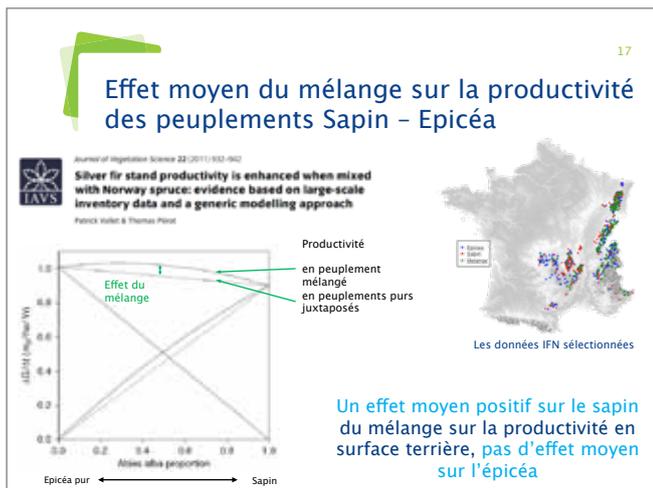
— Chêne  
— Pin  
— Médiane  
--- 1er et 3ème quartile

Sur la période perturbée :  $\text{Ecart Chêne} = -70\% \times \text{Ecart Pin}$

irstea

Le résultat principal est représenté sur cette figure. L'axe des ordonnées correspond à un niveau standardisé de la production. Le niveau zéro (pointillé horizontal) correspond à la production attendue, une fois qu'on a décorrélé l'ensemble des déterminants de la croissance : âge de l'individu, climat de l'année, etc. Si on est au-dessus de zéro, c'est que la croissance est supérieure à ce qui est attendu, et si on est en dessous, c'est qu'elle est inférieure. Entre les deux traits verticaux qui délimitent la période de perturbation, on voit qu'il y a eu une forte diminution de la croissance du pin et, exactement dans le même temps, une forte augmentation de celle du chêne. Alors que, en dehors de cette période perturbée, on a une bonne synchronie entre les deux essences. Ce qui montre qu'il y a une compensation fonctionnelle sur la production de bois entre les deux essences : le pin, attaqué par l'insecte spécialiste du pin, ne pousse plus, mais la perte de croissance est compensée par le chêne dans le cas des peuplements mélangés. L'écart positif sur le chêne vaut environ 70 % de l'écart négatif sur le pin, c'est-à-dire que le chêne a compensé 70 % de la perte de production sur le pin. Par contre, la synchronie en dehors de la période perturbée laisse penser qu'en cas de perturbation climatique (variation d'une année sur l'autre), il n'y a pas de complémentarité fonctionnelle entre les deux essences.

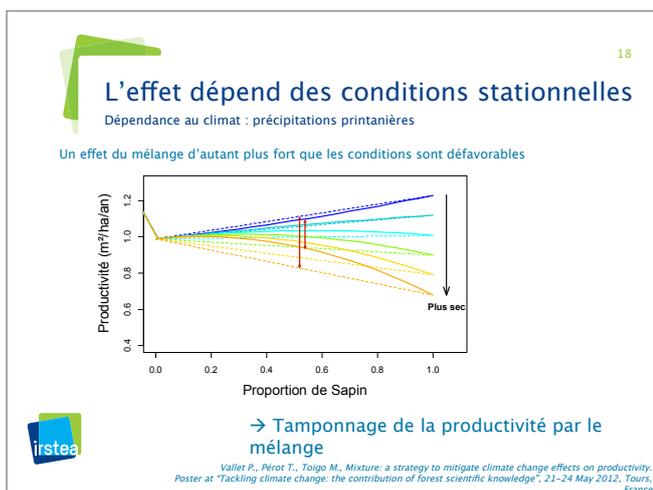
En résumé : forte compensation de croissance face à l'aléa biotique (attaque de l'insecte), mais pas de compensation face à l'aléa abiotique (mauvaise année climatique).



## Intérêt du mélange d'essences pour la vulnérabilité ? 3 – Mélange, productivité et changement climatique

Voici maintenant d'autres résultats récents que nous avons obtenus, là encore avec le soutien de l'ONF, sur le mélange d'essences et la productivité, mais cette fois par rapport au changement climatique (et non aux crises biotiques). C'est une étude qui concerne les peuplements de sapin – épicéa. La carte montre les placettes que nous avons sélectionnées dans les données IFN : points bleus = peuplements d'épicéa ; points rouges = sapin ; points verts = mélange sapin-épicéa.

La figure est ce qu'on appelle un diagramme de remplacement. En abscisse, on a la proportion de sapin dans le mélange : de 0 % à gauche (épicéa pur) à 100 % à droite (sapin pur) en passant par tous les degrés de mélange. En ordonnée, la productivité (moyenne) en surface terrière. Les droites « diagonales » représentent une sorte de productivité moyenne pour du sapin pur ou de l'épicéa pur. Si on n'avait pas d'effet du mélange (si, plutôt qu'un mélange intime, on avait deux peuplements purs juxtaposés), la productivité serait représentée par la droite pointillée du haut ; ce qu'on mesure par une approche de modélisation, c'est l'écart de la productivité du mélange par rapport à cette droite : c'est l'effet du mélange par rapport à la productivité. Ce qu'on voit (en haut du diagramme) c'est que l'effet du mélange sapin-épicéa sur la productivité est globalement positif. Mais on voit aussi (en dessous) que cet effet positif ne concerne que le sapin, et pas l'épicéa.



Par ailleurs cet effet moyen du mélange sur la productivité est, dans le détail, dépendant des conditions stationnelles. Plus les conditions sont défavorables, plus l'effet du mélange est important.

Ici j'ai zoomé sur les précipitations printanières qui semblent intéressantes au regard du changement climatique : l'épicéa répond relativement peu à cette variable, mais le sapin, lui, répond assez fortement. Si on a de bonnes précipitations (bleu foncé), on va avoir une meilleure productivité, mais l'effet du mélange sera de très faible à plutôt négatif ; à l'opposé, si on est dans des conditions beaucoup plus sèches (en orangé), la productivité sera inférieure, mais l'effet du mélange (écart entre la courbe pleine et la droite pointillée) sera positif et beaucoup plus fort. Finalement, sur tout l'éventail des conditions stationnelles, l'écart de productivité entre les peuplements mélangés sapin-épicéa sera beaucoup plus faible que si on avait des peuplements purs (flèches rouges).

Il s'agit là d'une forme de tamponnage des effets du changement climatique sur la productivité par le mélange (pour cette variable). Et c'est plutôt le côté optimiste des messages de la recherche (cf. ce que disait Jean-François Dhôte juste avant) : on peut avoir des conditions plus sèches et le sapin produirait moins, mais peut-être que le mélange offrira une manière de tamponner les effets.

## Conclusion

L'intérêt du mélange n'est pas systématique, mais largement positif par rapport aux attaques de ravageurs

Intérêt des dispositifs de suivi des peuplements :

- ORPHEE (Bordeaux) : 12ha - 25 000 arbres
- OPTMix (Irstea Nogent-sur-Vernisson) : ~36ha, expérimentation stade adulte, mélange chêne sessile / pin



## En conclusion

L'effet du mélange n'est pas systématique, mais il est largement positif vis-à-vis des ravageurs, surtout spécialistes, et il peut s'avérer intéressant du point de vue de la productivité.

Ceci dit nous avons besoin, pour avancer sur ces questions complexes, de dispositifs expérimentaux et de suivi à long terme, comme :

- ORPHEE, installé sur 12 ha par l'INRA Bordeaux pour étudier les mécanismes de réponse au climat des associations d'essences (5 essences très dissemblables) ;
- OPTMix, un observatoire du mélange chêne sessile – pin sylvestre en forêt d'Orléans, que nous venons d'installer sur 36 ha de peuplements adultes de différents niveaux de densité et taux de mélange, pour étudier plus avant leur fonctionnement vis-à-vis des événements biotiques et abiotiques.

Il y aurait sans doute encore beaucoup à dire, mais j'en terminerai là.

Merci pour votre attention.

## Questions/Réponses

### Introduction de Jean-François Dhôte :

Nous avons choisi de demander à Patrick Vallet cet exposé sur la résistance par rapport aux crises biotiques parce qu'il circule beaucoup d'idées sur les bonnes performances des mélanges. On s'imagine par exemple que les mélanges sont par principe plus résistants que les peuplements « purs », or ce n'est pas forcément le cas : il est bien montré par exemple que le mélange n'apporte pas plus de résistance par rapport aux tempêtes. Par contre, la résistance aux risques biotiques est bien documentée, basée sur un long historique avec beaucoup d'essais : le constat est donc solide, mais pas absolu, comme on l'a vu.

Deuxième aspect : pourquoi l'ONF soutient-il autant ces travaux sur les mélanges ? Ces questions sont à l'interface entre biodiversité et sylviculture. On entend parfois une opposition entre biodiversité et sylviculture, selon l'idée que le mélange d'espèces voulu par les forestiers ne serait pas de la biodiversité, mais de la sylviculture. Cela revient à dire implicitement que la biodiversité exclut tout ce qui est contrôlé par le marteau du forestier ou par ses choix d'aménagiste, avec l'idée sous-jacente que la biodiversité serait nécessairement « sauvage » (concept de « wilderness »). Il faut assumer que notre choix d'espèces (et la façon dont on les associe) est en soi une contribution à la biodiversité avec un impact sur le fonctionnement des écosystèmes, on le voit bien au travers des exemples qui ont été présentés ici, et sur la résistance aux perturbations.

Il ne faut pas tout miser sur la résilience : la résistance est aussi quelque chose de très important. Si nos forêts résistent plus ou moins bien aux grosses perturbations attendues, cela aura un impact sur les services qu'elles assurent et en particulier sur la régulation du cycle du carbone, qui est une mission qui nous dépasse très largement (nous gestionnaires locaux), mais qui est une contribution globale aux cycles climatiques. C'est pour toutes ces raisons que l'ONF soutient les travaux

que réalise l'équipe de Patrick Vallet : nous pensons que c'est une bonne façon d'examiner ces choses-là, avec une approche expérimentale et pratique, même s'il y a un lourd investissement de terrain et s'il faut y consacrer des surfaces importantes en forêt publique.

**Denis Dagneaux, directeur d'agence Nord-Alsace :** Je suis agréablement surpris par cette présentation parce que, en effet, on nous oppose souvent que le mélange « sylvicole », d'ailleurs souvent hérité des tempêtes, n'est pas une solution. Je suis en particulier intéressé par les essais sur l'interaction bouleau/processionnaire du pin. Dans l'Est, c'est la processionnaire chêne qui nous préoccupe : y a-t-il des recherches du même ordre en ce qui la concerne ? Au-delà de la vulnérabilité des peuplements ou de la production, c'est aussi un problème de santé publique.

Par ailleurs, nous n'avons pas sur la question du mélange la même vision que nos voisins allemands : eux sont plutôt partisans de la hêtraie pure climacique, alors que nous souhaitons plutôt un mélange hêtre, douglas, etc. Y a-t-il des études là-dessus ?

Et enfin est-ce qu'on s'intéresse aussi à ce qui se passe dans le sol ? Pour avoir étudié les systèmes racinaires du sapin et de l'épicéa après tempêtes, j'ai l'impression qu'il peut y avoir un effet du mélange par rapport à l'absorption de l'eau et des minéraux, les différentes essences n'exploitant pas les mêmes horizons.

**Patrick Vallet :** Je ne connais pas d'étude sur la processionnaire du chêne, mais je sais que l'équipe d'Hervé Jactel aimerait dupliquer le genre d'étude que nous avons pu faire sur la compensation de croissance à des échelles plus larges : il serait possible de monter des projets européens sur différents cas d'études, en fonction du type de ravageur et du contexte climatique (en se plaçant sur un gradient).

Concernant le mélange en hêtraie : nous y travaillons ; la démarche de modélisation que j'ai présentée pour le sapin-épicéa est étendue au hêtre. La démarche n'inclut pas le mélange hêtre/douglas, faute d'un nombre suffisant de « points » IFN. On étudie les mélanges hêtre/sapin, hêtre/épicéa et sapin/épicéa, mais pas encore le cas hêtre/sapin/épicéa : c'est un peu en limite de ce qui est possible avec les données. Par ailleurs, nous avons en cours une thèse de généralisation, à partir des données IFN, sur les mélanges à base de chêne (sessile), selon une démarche un peu similaire à ce qu'a fait Marie Charru sur les changements de productivité (voir l'exposé de Myriam Legay). Cette thèse est également soutenue par l'ONF.

Enfin nous nous intéressons aussi à ce qui se passe dans le sol : sur le dispositif OPTMix qu'on vient d'installer (20 parcelles cartographiées), on a mis des sondes à humidité dans le sol à différentes profondeurs dans les différentes modalités du mélange chêne-pin pour 2 niveaux de densité (l'un des enjeux étant de voir si une sylviculture dynamique consomme réellement moins d'eau). On n'étudiera pas finement l'arrangement entre les 2 essences, c'est beaucoup trop lourd par rapport à nos capacités de terrain, mais les sondes à humidité donneront le type de réponse dont vous parlez, au moins de manière intégrée.

**Myriam Legay** : Pour la processionnaire du chêne, les seuls qui étudient l'espèce actuellement sont des collègues belges ; personne en France à ma connaissance, sauf Nathalie Bréda sur la question des impacts. Il serait intéressant de leur proposer ce type de question (effet du mélange sur la vulnérabilité du chêne à la processionnaire, effet de barrière chimique...).

Mais je voudrais revenir à la 1<sup>re</sup> diapo, sur les crises sanitaires et dégâts de tempêtes, pour souligner que l'augmentation constatée des dégâts de tempête n'est pas contradictoire avec ce que j'ai dit sur l'absence de signal d'augmentation des tempêtes elles-mêmes. Ce n'est pas parce qu'il n'y a pas de tendance claire sur les vents forts qu'il n'y a pas de tendance claire sur les dégâts. Les dégâts résultent de l'interaction des vents et des couverts qui, eux, ont évolué avec l'augmentation de la productivité : ils ont grandi en hauteur et la hauteur est le 1<sup>er</sup> facteur de vulnérabilité.

**Jean-François Dhôte** : On n'a pas tout à fait répondu à la question sur la complémentarité des espèces. Or c'est une des hypothèses principales pour l'amélioration de la productivité par le mélange : peut-être qu'en associant des espèces qui n'ont pas exactement les mêmes niches on peut mieux exploiter les potentialités du milieu. On peut imaginer des tas de combinaisons concrètes. Il y a l'exemple des complémentarités racinaires (on imagine bien comment ça peut marcher pour le sapin et l'épicéa) ; il peut y avoir des complémentarités en cours de saison de végétation avec des phénologies différentes (cf. mélanges feuillus résineux, l'exemple le plus évident). C'est aussi une des raisons pour

lesquelles on a voulu étudier le mélange chêne-pin avec Irstea, l'une des questions étant : est-ce que le pin aide à réguler le fonctionnement hydrique de la chênaie ou est-ce qu'il le dégrade ? Il peut y avoir des réponses contrastées en cours de saison entre hiver et printemps-été. C'est important à explorer, et la littérature scientifique disponible est encore assez pauvre là-dessus.

On a potentiellement un grand champ de réflexion avec les mélanges spontanés existants, étant donné qu'en France on a une forêt très mélangée, à toutes les échelles où on la regarde, ce qui est *a priori* un atout du point de vue de la résistance et de l'écologie (même si ce n'est pas facile à gérer). Mais il y a aussi un champ de réflexion sur la création de mélanges par introduction d'espèces, voire sur l'utilisation du mélange pour faciliter l'introduction d'espèces, soit pour des raisons écologiques soit aussi pour des raisons psychologiques : même si on admet qu'on aura besoin d'introduire des espèces pour maintenir l'état de santé des forêts, ce n'est pas aussi simple que ça a pu l'être il y a 50 ou 100 ans, les données sociologiques de la foresterie ont changé ! Il y a tout un chantier à imaginer des mélanges dont on pense *a priori* qu'ils vont bien marcher, sans se lancer dans une expérimentation complètement combinatoire dont on ne se sortirait pas : réfléchir pour repérer, à partir des propriétés respectives des espèces, celles qui pourraient assez bien s'accorder entre elles. C'est un continent inexploré à ma connaissance et c'est pourquoi des travaux comme ceux de Traitaut (dans le cadre du RMT Aforce) sont importants, puisque ça cherche à systématiser la connaissance autécologique sur les espèces : on en aura besoin pour imaginer les introductions et mélanges pertinents.

**Patrick Vallet** : Quand on a vu les résultats sur l'effet des mélanges sur la productivité, avec un effet positif mais pas systématique (comme en témoigne le cas du sapin et de l'épicéa), on a aussi fait l'hypothèse de complémentarité de niche. Elle est étayée par le graphique que j'ai présenté sur l'effet des conditions stationnelles : quand on est en situation favorable, un meilleur agencement racinaire n'est pas nécessaire ; en situation défavorable, c'est là où la complémentarité de niche est intéressante. Mais si on va plus loin et qu'on arrive en situation critique, cette complémentarité de niche peut devenir défavorable : si le mélange prospecte mieux une ressource (eau, éléments minéraux...) dont la disponibilité globale est insuffisante (la prospection supplémentaire n'augmente pas la part globale du « gâteau »), il arrivera qu'une des 2 essences sera en déficit. L'hypothèse de complémentarité de niche fonctionne bien, sauf quand on arrive aux extrêmes de la disponibilité (en eau, en minéraux, en lumière...).

**Samuel Autissier, responsable antenne bois en DT COAL** : Vous avez parlé de mélange dans l'étage principal. Qu'en est-il du mélange entre étages superposés et y a-t-il un impact, entre autres sur les problèmes de sécheresse, du fait de la superposition des indices foliaires dans les 2 étages ?

**Patrick Vallet :** On n'a pas étudié ça, mais on est en train de le prendre en compte dans la thèse dont je viens de parler parce que, dans les peuplements de chêne IFN, il y en a un certain nombre qui sont à deux étages. On aura des éléments de réponse avec cette thèse, on en aura d'autres avec le dispositif OPTMix, où on étudie notamment l'humidité, puisque dans la modalité « claire » on va avoir un développement du sous-étage, qu'on va laisser évoluer : il ne sera pas aussi important que ce que vous évoquez ici, mais on aura néanmoins quelques éléments de réponse.

**Alain Girard, RUT agence Ain-Loire-Rhône :** À propos de la productivité du sapin – épicéa : on a parlé des précipitations printanières, mais y a-t-il des études concernant l'effet de l'évolution du régime des précipitations sur la production des différentes essences ?

**Patrick Vallet :** Il y a sans doute des éléments de réponse en fouillant dans la littérature, et il y a en particulier le projet Traitaut du RMT Aforce, dont l'objectif est de revisiter l'écologie des essences pour tenter de prévoir leur réaction aux évolutions du climat. J'ai parlé de précipitations printanières parce que c'est quelque chose d'un peu général. En fait, on utilise les données du modèle Aurélhy de Météo France comme données d'entrée de nos modèles : on a testé un certain nombre de variables et c'est plutôt les précipitations d'avril qui ressortaient ; globalement, c'est la pluviométrie printanière qui est discriminante (et beaucoup moins la pluviométrie estivale), mais entre avril, mai ou mars, ça ne change pas grand-chose. Donc on peut approcher l'effet de la distribution des précipitations avec notre type de méthode, mais c'est loin d'être parfait parce que les données du modèle Aurélhy sont elles-mêmes issues de modèles et ça réduit la gamme de variabilité qu'on devrait avoir. Pour pallier cette difficulté, on cherche des données météo plus propres qui, couplées à celles de l'IFN, permettraient (peut-être) d'apporter des réponses à une échelle relativement large pour pas mal d'essences. NB : les données de l'IFN sont extrêmement riches pour ce genre d'étude.

**Myriam Legay :** Sur ce genre de question, la dendrochronologie apporte classiquement des résultats : elle donne en général les fonctions de réponse de la croissance annuelle aux différents paramètres du climat. On sait que suivant les essences ce ne sont pas les mêmes paramètres qui sont les plus sensibles, mais, de mémoire, les pluies de printemps ou plutôt le bilan hydrique de printemps joue beaucoup sur la croissance des résineux.

**Patrick Vallet :** En fait c'est contrasté, et le cas du sapin-épicéa est intéressant : pour l'épicéa, on a vu que les pluies de printemps ne jouent pas, c'est plutôt l'humidité du sol qui est importante (RU, charge en éléments grossiers) alors que le sapin réagit plutôt à l'humidité atmosphérique. C'est en tout cas comme ça qu'on interprète le fait que, dans notre

modèle épicéa, c'étaient plutôt des variables liées au sol qui ressortaient alors que, dans le modèle sapin, c'étaient plutôt des variables climatiques directes. Sans doute le bilan hydrique de printemps est important pour les résineux, mais c'est à nuancer parce que, même pour le sapin et l'épicéa qui sont relativement proches, on peut avoir des différences significatives.

**Hervé Le Bouler (en tant que scientifique) :** Sur cette question de la productivité, je présente des résultats, ou plutôt des hypothèses qui seront à vérifier, dans le cadre du projet Nomade (nouvelles méthodes d'acclimatation des essences) du RMT Aforce. Je suis parti des 37 000 points IFN où on a les données par arbre : il semble que, tant qu'on est dans la niche de l'espèce (c'est-à-dire en particulier dans les limites de la tolérance au stress hydrique, lequel intègre climat, réserve utile et station) la productivité reste dans la gamme des manuels de sylviculture classiques ; mais quand on approche des limites de cette niche climatique, on a une baisse de productivité brutale. On le voit aussi en dendrochronologie : pour le chêne de l'Ouest, le calage de 1976 pour la lecture des « carottes » est très visible. Cela pourrait être l'illustration d'un système à cliquet, c'est-à-dire qu'on voit peu de choses actuellement, mais ça pourrait brutalement se « casser » en limite de niche.

**Patrick Vallet :** Je confirme. Nous avons eu la même démarche en constatant que la productivité ne dépendait pas (notamment) des précipitations, même chez le hêtre, ce qui nous a beaucoup surpris. Nous avons fait la même observation sur les 37 000 points IFN ; or il se trouve que la sélection de points correspondant à notre étude reste dans la limite d'un minimum de 700-800 mm de précipitations annuelles. Ce qui voudrait dire qu'on n'est pas encore dans la situation où on pourrait se casser la figure, parce que les réponses des espèces ne sont sans doute pas linéaires : ce sont des réponses complexes. Le nombre de points sur la frange critique n'est pas suffisant pour pouvoir le prouver statistiquement (+ l'imprécision sur les données du modèle Aurélhy), mais « visuellement » on a l'impression que c'est ça l'explication.

**Bernard Gamblin :** Pour conclure cette discussion, rappelons que le mélange d'essences est prévu par les directives et orientations nationales d'aménagement (DNAG – ONAG) ; nous avons bien fait acter que nous souhaitons un minimum de mélange ; c'est aussi un des indicateurs mis en valeur dans le bilan patrimonial : selon l'IFN, la proportion de peuplements domaniaux mélangés (avec au moins 2 essences) est de 92 %. Le mélange d'essences est à la fois requis par les instructions et mis en œuvre dans la forêt publique. Il y en a deux types qui n'ont pas été traités, mais qui ici sont importants pour nous et sur lesquels il faut évidemment réfléchir : le mélange chêne - hêtre et le cas de la chênaie-charmaie.



**Jean-Luc Peyron**  
GIP Ecofor

**Jean-Luc Peyron est ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts, et docteur es sciences économiques. Il dirige le GIP Ecofor et il a de nombreuses responsabilités internationales, dont la coordination d'une action intergouvernementale européenne sur le changement climatique et la forêt : l'action COST Echoes (Expected climate change and options for European silviculture). Il vient aussi d'organiser avec son équipe le colloque de Tours dont certains éléments pourront être restitués aujourd'hui.**

## Un regard international sur les stratégies d'adaptation au changement climatique

J'ai placé cette intervention sous le signe de l'action intergouvernementale européenne Echoes que j'ai animée pendant 4 ans depuis 2008 et qui s'achève maintenant. Elle regroupait une trentaine de parties, pour l'essentiel de pays européens, en associant également l'Ukraine et la Russie. La France y était officiellement représentée par Myriam Legay.

Comme il s'agissait d'apporter un regard international, les sources d'information sont d'abord le 4<sup>e</sup> rapport du GIEC, publié en 2007, et Echoes que je viens d'évoquer rapidement, ainsi qu'une étude européenne conduite en 2008 par l'Institut forestier européen (EFI), conjointement avec l'action Echoes. Il y a aussi la toute récente Conférence internationale de Tours, organisée par Echoes en lien avec d'autres initiatives, notamment un gros projet européen sur l'adaptation au changement climatique appelé Motive ; avec une forte participation de l'ONF, notamment pour l'organisation des tournées de terrain. Au niveau international, je signale enfin les tout premiers textes du 5<sup>e</sup> rapport d'évaluation du GIEC.

Mais il se « trame » aussi beaucoup de choses au niveau français, autour du RMT Aforce et autour d'une veille sur les recherches passées ou en cours sur l'adaptation des forêts au changement climatique (Creafor) ; il y a eu également des réflexions sur les recherches à conduire dans le domaine agricole et forestier (sous le nom d'Adage), une mission interministérielle qui me semble intéressante sur la question des feux de forêt face au changement climatique, et actuellement se déroule une prospective dans le domaine de l'agriculture et de la forêt (Afclim) sous l'égide du ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire. Mais la liste n'est pas exhaustive.

Je vais d'abord essayer de pointer les éléments de différence ou de convergence qu'on peut retenir quand on raisonne à une échelle un peu large avant d'en arriver aux stratégies d'adaptation et à quelques recommandations dans divers domaines, dont la gestion forestière.



## Éléments de différence: le climat

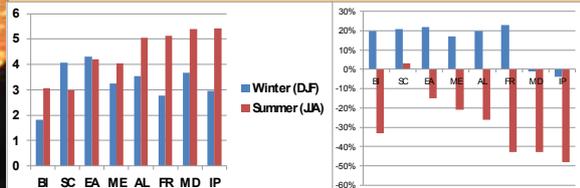


D'après « Prudence »  
Scenario A2  
2071-2100 / 1961-1990

Température (°C)

Hiver/Été

Précipitations (%)



Le premier des **éléments de différence** concerne les évolutions du climat au niveau européen (d'après l'étude Prudence, fondée sur le scénario A2 du GIEC, plutôt pessimiste). Les graphiques indiquent, pour 8 zones en Europe représentées dans l'ordre du parcours de la flèche verte sur la carte, l'évolution des températures (à gauche) et des précipitations (à droite) sur un siècle environ, en distinguant l'hiver et l'été.

Pour les températures, on remarque une anomalie dans les zones de Scandinavie ou même d'Europe de l'Est, où la hausse de température serait plus forte en hiver qu'en été alors que dans toutes les autres zones les augmentations de température seraient plus fortes en été qu'en hiver. Ce qui veut dire que la différence entre l'hiver et l'été diminue dans le nord et s'accroît dans le sud, avec toute la difficulté de savoir où passe la limite. Pour les précipitations, on voit encore une anomalie sur la Scandinavie, où il y aurait une hausse des précipitations non seulement en hiver, mais aussi en été, et une situation inverse sur les pays méditerranéens qui verraient les précipitations diminuer en été et en hiver ; ailleurs, les précipitations diminueraient en été et augmenteraient en hiver, l'évolution d'été l'emportant sur celle de l'hiver sauf peut-être en Europe de l'Est.

Comme le disait Myriam Legay, la France est un peu au carrefour de tout ça et il ne faut pas le prendre au pied de la lettre, mais plutôt comme une idée du gradient au niveau européen. En outre, c'est le cas d'un scénario particulier : si on faisait de même pour un scénario plus optimiste, les mêmes tendances apparaîtraient de façon plus amortie.

Il y a donc des différences de climat importantes entre les pays qui peuvent expliquer des différences dans les mesures d'adaptation. Par ailleurs il y a évidemment des différences de milieu. Comme à Tours il y avait des Américains, j'ai voulu rappeler qu'en Amérique du Nord l'orientation des reliefs est nord-sud alors qu'elle plutôt est-ouest en Europe. Cette question d'orientation du relief peut avoir des conséquences sur la migration des espèces dans le cadre du changement climatique aujourd'hui et elle en a eu aussi dans le cadre des glaciations d'autrefois : on le retrouve dans la biodiversité actuelle de nos forêts par rapport à celles d'Amérique du Nord.

## Éléments de différence: le milieu

- ↳ Comparaison entre milieux physiques:
  - ↳ Américain: orientation générale nord-sud
  - ↳ Européen: orientation générale est-ouest
- ↳ Conséquences pour :
  - ↳ les migrations actuelles
  - ↳ La diversité génétique actuelle mais héritée des glaciations



## Éléments de différence: forêt

- ↳ Types de peuplements et de ressources
- ↳ Fonctions principales (ou services écosystémiques procurés)
- ↳ Gestion (intensive, extensive, non gestion)
- ↳ Avantages retirés de la gestion.





## Eléments de différence: impacts

- ⚡ Phénologie
- ⚡ Productivité
- ⚡ Crises climatiques et biotiques
- ⚡ Répartition des espèces
  
- ⚡ Mais aussi:
  - ⚡ Biomasse et stocks de carbone (dont celui du sol)
  - ⚡ Cycle de l'eau
  - ⚡ Autres services écosystémiques
  
- ⚡ Avec des priorités marquantes comme :
  - ⚡ Les perturbations (incendies, attaques biotiques au Canada)



## Eléments de convergence

- ⚡ Caractère planétaire du climat
- ⚡ Information fondamentale véhiculée par le GIEC
- ⚡ L'adaptation est locale dans sa mise en oeuvre mais globale dans ses principes (ex: intérêt manifesté par le Etats Unis pour les approches en Europe)
- ⚡ Glissement du climat (vers les hautes latitudes et altitudes) : ce qui est aujourd'hui différent pourrait être semblable demain
- ⚡ L'incertitude est à la base de l'adaptation



## Stratégies d'adaptation

- ⚡ L'adaptation porte sur :
  - ⚡ Les écosystèmes
  - ⚡ Le système de gestion (pris au sens large)
- ⚡ L'action sur le système de gestion peut consister à:
  - ⚡ Ne rien faire
  - ⚡ Réagir en réduisant la vulnérabilité et les impacts
  - ⚡ Etre proactif en cherchant à accroître la capacité d'adaptation (résilience)
  - ⚡ Intervenir par des investissements matériels ou immatériels
  - ⚡ Intervenir de manière progressive ou plus brutale
  - ⚡ En ayant conscience du risque de maldaptation.

Enfin il peut y avoir de grosses différences dans les impacts qu'on envisage. Les quatre premiers impacts (impacts directs sur la forêt) sont ceux que Myriam Legay a déjà mentionnés dans sa présentation : phénologie, productivité, crises climatiques et biotiques, et répartition des espèces. Mais dans certaines zones, on s'intéresse beaucoup aux impacts induits que sont les répercussions sur les services écosystémiques : carbone, eau et autres services.

Et certains pays mettent l'accent sur des impacts très particulier : les Canadiens par exemple insistent beaucoup sur les perturbations liées aux incendies et attaques biotiques parce qu'ils sont confrontés à de très forts problèmes de ce type dans l'Ouest canadien.

Il y a néanmoins des **éléments de convergence**, avec d'abord un certain caractère planétaire du climat et l'information fondamentale diffusée mondialement par le GIEC, avec des focus par continent et région, mais dans un cadre de réflexion commun. L'adaptation est à faire localement, mais elle est globale dans ses principes ; j'ai par exemple été surpris de voir que les Américains étaient venus à Tours pour prendre connaissance de tout ce qui se fait au niveau européen, avec le sentiment qu'il se fait plus de choses en Europe qu'aux USA, alors que nos chercheurs vont parfois chercher des données américaines parce qu'elles sont plus disponibles que les données européennes. Le phénomène de glissement du climat vers les hautes latitudes conduit chaque pays à s'intéresser à ce qui se passe dans les pays voisins et il y a enfin ce que soulignait Myriam Legay : l'incertitude est à la base de l'adaptation, ça ressort dans tous les travaux qui ont été présentés à Tours.

Je passe maintenant aux **stratégies d'adaptation**, en commençant par préciser ce qu'on entend par adaptation. L'adaptation concerne les écosystèmes, mais aussi le système de gestion qui est plutôt un « sociosystème ». L'adaptation des écosystèmes est très proche des impacts : le changement climatique existe, la forêt réagit, l'impact brut sur la forêt est donc virtuel, en quelque sorte, car l'impact final aura intégré la capacité des systèmes à réagir. Donc si, dans un premier temps, on a beaucoup parlé d'adaptation au sens de la capacité des forêts à réagir au changement climatique, désormais l'adaptation se focalise plutôt (ou devrait se focaliser) sur le système de gestion, sur la capacité du gestionnaire à intervenir. L'action du gestionnaire pourrait être de ne rien faire ; plus généralement elle consiste à avoir une démarche réactive en limitant la vulnérabilité des forêts (pour en renforcer la résistance) ou une attitude plus proactive en cherchant à accroître la capacité d'adaptation des forêts (résilience). On peut intervenir par des investissements matériels (infrastructures...) ou plus immatériels : circulation d'information, connaissance, formation... L'intervention peut être progressive ou brutale, mais en tout cas il faut penser au risque de mal adaptation, souvent mentionné dans les problèmes possibles de mise en place d'une stratégie d'adaptation.

## Stratégies d'adaptation

- ↳ Les stratégies d'adaptation concernent notamment
  - ↳ Les politiques publiques
  - ↳ La gestion forestière
  - ↳ La gestion de crise
  - ↳ Le suivi à long terme des forêts, la recherche et le développement.

## Stratégies d'adaptation

- ↳ Mesures d'adaptation répertoriées en Europe: 146 mesures pour 19 pays avec plusieurs types de peuplement et régions (483 mesures au total), en cours, planifiées ou proposées, en 8 catégories:
  - ↳ Régénération
  - ↳ Entretien et éclaircies
  - ↳ Exploitation
  - ↳ Protection
  - ↳ Aménagement forestier
  - ↳ Infrastructure et transport
  - ↳ Pépinière et élevage des plants
  - ↳ Adaptation coordonnée (gestion des risques, politiques)

## Politiques publiques

- ↳ Les politiques publiques sont utiles pour aider les gestionnaires à prendre en compte :
  - ↳ le long terme,
  - ↳ les incertitudes,
  - ↳ les biens publics,
  - ↳ les intérêts collectifs.
- ↳ Elles fixent :
  - ↳ les priorités (plans d'adaptation)
  - ↳ les buts à atteindre
  - ↳ l'organisation à mettre en place
  - ↳ les mesures d'adaptation
- ↳ Stade d'avancement différent selon les pays en Europe.

Les stratégies d'adaptation concernent les politiques publiques, la gestion forestière, la gestion de crise et tout le domaine de la connaissance avec le suivi à long terme, la recherche et le développement.

J'essaierai de faire un petit flash sur chacun de ces éléments même si vous êtes plus intéressés par la gestion forestière ou la gestion de crise.

Dans le cadre de l'action Echoes a été constituée une grande base de données sur les stratégies d'adaptation qu'on peut recenser actuellement « à dire d'expert » dans les pays participants. Ou plutôt dans une partie des pays, car sur la trentaine de pays représentés, 19 ont contribué à cette base de données sur les mesures d'adaptation. Elle recense les mesures en cours, mais aussi celles qui sont planifiées ou simplement proposées, et les classe en 8 catégories (ci-contre), dont 7 sont proches de la gestion tandis que la dernière relève plutôt des politiques. Cette base de données est pour l'instant interne, elle est en cours d'exploitation et d'analyse même si de premières synthèses en ont été tirées. À la clôture de l'action, elle sera mise en ligne et accessible à tout le monde.

Je ne vais pas rentrer dans le détail des 146 mesures qui, étant décomposées en types de peuplement et régions, sont près de 500 au total. Mais c'est intéressant de s'y plonger, car il y a beaucoup d'idées... y compris des choses qui ont de quoi surprendre (mesure locale d'arrosage de la forêt en contexte très particulier à Chypre). Globalement on peut remarquer que les mesures en cours concernent surtout le bois et sont plutôt réactives tandis que dans les mesures proposées il y en a plus qui sont proactives : on envisage des actions plus fortes et plus volontaires qui s'étendent aux autres services écosystémiques de la forêt.

Je vais dire quelques mots des **politiques publiques** en introduction, parce qu'elles fixent le cadre de l'action et j'y reviendrai plus loin parce qu'elles sont aussi en prise directe avec les recommandations qu'on peut faire au niveau de la gestion ou de la circulation de l'information.

Les politiques publiques sont surtout utiles pour prendre en compte des phénomènes qui, sans elles, ne seraient pas correctement intégrés et parmi lesquels il y a notamment le long terme, les incertitudes, les biens publics ou l'intérêt collectif. Tout ça, on l'imagine bien compte tenu de tout ce qui a été dit dans les interventions précédentes, est très important pour l'adaptation des forêts.

Elles fixent des priorités, souvent dans le cadre de plans d'adaptation, les buts à atteindre, l'organisation à mettre en place et les mesures d'adaptation proprement dites. Dans le cadre d'Echoes, une analyse de ces politiques a été faite sur 4 pays : Suède, Italie, Allemagne et France. Elle montrait que le stade d'avancement est différent entre ces pays, l'Italie étant particulièrement peu avancée, et que l'une des 4 rubriques, celle des buts à atteindre, est rarement fixée ; la rubrique des priorités est assez avancée, avec peut-être un peu plus de difficulté en Allemagne compte tenu du fédéralisme, il y a des aspects d'organisation mis en place (en France, par exemple, avec le RMT Aforce) et il y a déjà des mesures d'adaptation.

J'en arrive à la **gestion forestière**, en commentant quelques aspects particuliers sans chercher à tout traiter en détail.

■ On considère que la gestion forestière doit accroître la résistance et la capacité adaptative des forêts. On retrouve ici les 2 volets, résistance et résilience : certains pensent qu'il faut agir en terme de résistance, d'autres penchent pour la résilience, mais pour faire face à l'incertitude on va sans doute devoir faire les deux. Si on ne compte que sur la résilience, on pourrait se contenter de favoriser les mélanges, d'intervenir très peu... mais il est probable que ça ne suffira pas au regard de l'ampleur du changement climatique et qu'il faut aussi des approches beaucoup plus actives. Il paraît assez clair que dans toute une partie d'Europe centrale, notamment, on compte beaucoup sur une sylviculture de type Prosylva (il y a eu un papier particulier dans Echos là-dessus), mais dans ces pays on s'interroge aussi beaucoup sur les possibilités d'introduction d'exotiques dans une sylviculture de ce type (on en a discuté dans un colloque en Hongrie). En tout cas, résistance et capacité adaptative sont deux chemins complémentaires qu'il vaut mieux faire coexister plutôt que de les opposer en choisissant définitivement l'un ou l'autre.

■ Difficulté : le changement climatique réduit la panoplie des essences possibles puisqu'elles doivent être adaptées non seulement aujourd'hui, mais aussi demain. Il faut donc réfléchir aux essences accessibles et à celles qu'on considère comme acceptables ou pas : si on veut garder une gamme d'essences suffisamment large, il faut baisser le seuil d'exigence. On a fait allusion au projet Traitaut sur les traits de vie et l'autécologie des essences, pour mieux les connaître et savoir lesquelles on peut mettre dans la liste des possibles ; mais pour définir un

éventail d'essences acceptables, il faudrait aussi étudier dans quelle gamme de température et combien on perd de productivité, par exemple, et se fixer des seuils de productivité perdue acceptable dans certaines conditions. C'est le gros problème de la gestion forestière : quelles essences peut-on favoriser ?

■ Une fois choisies les essences, la réduction de l'âge d'exploitabilité permet d'accélérer le processus d'adaptation pour « se caler » sur un changement climatique rapide, en réduisant par là même les risques. Mais le volume des travaux s'en trouve accru (les surfaces en régénération), il faut en être conscient, et la rentabilité diminuée si on le fait de façon drastique ; l'idée c'est de réduire l'âge d'exploitabilité, mais pas trop. Hier par exemple il y avait une question sur l'effet de cette réduction sur les sols : il y aura bien sûr un effet dans certains sols si on passe en taillis à courte rotation, mais on ne va pas envisager de réduire énormément l'âge d'exploitabilité dans toutes les essences ; c'est déjà bien si on arrive à ne pas trop dépasser l'âge d'exploitabilité actuel. Compte tenu du fait que, de façon assez générale en Europe, on exploite moins que l'accroissement, on est souvent en présence d'une tendance à l'augmentation des âges d'exploitation. On peut donc avoir en tête que l'adaptation au changement climatique devrait conduire à une certaine réduction des âges d'exploitation, mais que cette tendance ne produira sans doute pas de grands bouleversements en pratique.

■ On peut aussi avoir un intérêt à diversifier la production de services écosystémiques : il y a éventuellement des risques sur la production de bois et, de façon liée, sur la séquestration du carbone, mais si on a la possibilité de jouer sur plusieurs tableaux, c'est un moyen de répartir les risques.

■ Enfin le changement climatique doit aussi être bien intégré dans l'aménagement forestier et il est reconnu par ailleurs que les décisions prises en liaison avec le terrain ont de meilleures chances d'être appropriées que des décisions prises à un niveau trop large : les capacités d'adaptation, comme je l'ai dit, se constatent localement. Donc le niveau de l'aménagement forestier est le bon pour assurer cette liaison avec le terrain. Mais on est relativement démuni actuellement pour aborder cette question dans l'aménagement forestier ; c'est pourquoi on a intérêt à réaliser des études de cas et c'est ce qu'on fait par exemple dans le projet Afclim que j'ai évoqué au début.

Je passe plus rapidement sur la **gestion de crise**. On a besoin de plans de crise adaptés à différents types de crises : on a déjà pas mal de choses sur les tempêtes, l'incendie, le dépérissement ; et il est important aussi d'avoir des mesures adaptées à différents niveaux de risque.

Et puis il y a le cas particulier de l'extension des zones à risque d'incendie sur lesquelles a planché une mission interministérielle avec la participation de l'ONF pour établir des cartes de vulnérabilité. C'était un cas très intéressant, car c'était une approche d'adaptation envisagée à grande échelle en France.



## Gestion forestière

- ⬇ La gestion forestière doit accroître la résistance et la capacité adaptative des forêts
- ⬇ Dans la mesure où le changement climatique réduit le nombre d'essences adaptées, des catalogues de telles essences devraient être élaborés.
- ⬇ Une réduction de l'âge d'exploitabilité accélère le processus de conversion, réduit les risques, accroît la surface mise annuellement en régénération, réduit la rentabilité.
- ⬇ Il y a un intérêt à diversifier la production de services écosystémiques
- ⬇ Le changement climatique doit être intégré dans l'aménagement forestier
- ⬇ Des décisions prises en liaison avec le terrain ont plus de chances d'être appropriées.
- ⬇ Il y a un grand intérêt à travailler sur des études de cas.



## Gestion de crise

- ⬇ Des plans de crise adaptés à différents types et niveaux de risque sont impératifs pour gérer ces risques.
- ⬇ Cas de l'extension des zones à risques d'incendie: un cas important sur lequel la réflexion a été amorcée en France.

## Suivi, recherche, développement,

- ⚡ Le suivi continu des phénomènes naturels et des activités anthropiques est utile aussi bien pour la gestion forestière que pour la recherche. Il mérite d'être soutenu à long terme au niveau européen.
- ⚡ Constituer des bases de données autécologiques sur les essences; relancer la dynamique des catalogues de station
- ⚡ Etendre les recherches depuis la vulnérabilité vers les stratégies d'adaptation et les sciences de la décision, sans oublier les difficultés de mise en oeuvre
- ⚡ Transférer les connaissances pour mieux informer les propriétaires forestiers et le grand public, et de développer des programmes de formation continue

En matière de changement climatique, l'acquisition de connaissances - **suivi et recherche** - et leur transfert - **développement** - revêtent un rôle fondamental.

Un suivi en continu est particulièrement important non seulement pour voir l'évolution des phénomènes, mais aussi parce que c'est à partir des données de suivi qu'on arrive à faire de la recherche pour mieux comprendre ce qui se passe et mieux anticiper ce qui peut arriver par la suite.

Il y a aussi un grand intérêt à constituer des bases de données autécologiques sur les essences et à relancer la dynamique des catalogues de stations de manière à prendre effectivement en compte le changement climatique, dans une logique moins pointilliste et morcelée et beaucoup plus nationale, voire internationale : là-dessus il me semble que les pays étrangers (Royaume-Uni, Allemagne) sont bien plus avancés que nous. Naturellement il faut poursuivre les recherches sur la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation, mais aussi les étendre vers les sciences de la décision ; si on ne les intègre pas, on risque d'être très décontenancé face aux incertitudes et de se sentir dépassé alors qu'il y a dans les sciences de la décision des méthodes qui permettent d'y voir plus clair. Sans oublier les difficultés de mise en oeuvre, car il n'est pas facile de changer son comportement de gestion ; il y a donc un gros effort à faire en matière de transfert des connaissances, information et formation.

## Politiques publiques

- ⚡ Alléger les contraintes freinant l'adaptation
- ⚡ Veiller au maintien de la filière-bois en bonne santé
- ⚡ Soutenir les services écosystémiques
- ⚡ Des incitations permettent d'aider les propriétaires forestiers dans leur démarche d'adaptation, notamment pour coordonner les démarches.

Avant de conclure, **je reviens sur les politiques publiques** pour dégager quelques recommandations.

Compte tenu de ce que j'ai dit de la nécessité, pour accroître la capacité d'adaptation, d'avoir une certaine diversification des activités, il faut alléger les contraintes qui freinent l'adaptation, et il y en a dans les politiques publiques ; c'est quelque chose qui doit pouvoir être traité assez facilement.

Il faut aussi veiller à ce que la filière bois en bonne santé, parce qu'on ne peut s'adapter que si on est en mouvement. Or, en forêt, qu'on gère le bois ou les services écosystémiques, l'action passe essentiellement par la coupe et il faut donc un marché qui puisse absorber le bois c'est-à-dire une filière en bonne santé ; on a vu hier que ce n'est pas tout à fait le cas.

J'ai dit aussi qu'on pouvait penser à diversifier la production des services écosystémiques. Mais traiter les services autres que le bois ou la chasse n'est ni facile ni évident ; il est important de le rappeler ici à propos des politiques publiques : il reste à imaginer des incitations qui permettront aux propriétaires forestiers de progresser dans le développement des services écosystémiques et donc dans la démarche d'adaptation.

## Conclusions

- ⚡ L'atténuation du changement climatique ne pouvant être assez efficace, il faut raisonner l'adaptation.
- ⚡ L'incertitude étant forte et non entièrement réductible, il faut apprendre à la gérer.
- ⚡ Il faut aussi apprendre à communiquer sur ce point.

<http://www.gip-ecofor.org/echoes/>

**En conclusion**, on s'est d'abord focalisé sur l'atténuation du changement climatique et la lutte contre l'effet de serre puis on s'est aperçu que ça ne suffira pas, qu'il y aura de toute façon un changement climatique et qu'il faudra s'y adapter.

En ce qui concerne l'incertitude, dont on a beaucoup parlé et qui peut avoir quelque chose de troublant, le raisonnement est un peu le même. On peut la réduire par la recherche, la circulation d'information, etc., mais en il restera toujours une large part, ne serait-ce que sur le développement socio-économique à venir, et il faut absolument apprendre à la gérer. Pour faire une analogie, je dirais que quand on se marie, on prend une décision lourde de conséquences, avec pas mal d'incertitude et cela semble tout à fait normal ; il en va de même pour le choix de gros investissements (maison, voiture...). Ceci pour dire que la plupart des décisions qu'on prend comportent de grandes incertitudes, et qu'il n'y a pas de raison que ce soit paralysant. Il va donc falloir aussi apprendre à communiquer sur ce point-là.

Je vous remercie.

## Questions/Réponses

**Bertrand Wimmers, directeur d'agence dans le Nord – Pas-de-Calais.** Je voudrais faire plusieurs remarques :

- je suis surpris de ne pas voir tout l'aspect sylviculture dynamique, éclaircies fortes et précoces, et pourquoi pas sylviculture d'arbre vs sylviculture de peuplement ;
- on n'a pas reparlé ici de mélange (cf. présentation d'avant qui a insisté sur le fait que le mélange pouvait être un plus pour les crises biotiques et pas tellement pour les crises abiotiques) ; si on part du principe que les crises biotiques sont amenées à être plus nombreuses et fréquentes on peut se dire que le mélange est au moins en partie une bonne option et ça tombe bien puisqu'il est prévu par nos textes ;
- je suis surpris aussi par la petite phrase qui disait que réduire l'exploitabilité et les cycles sylvicoles réduisait aussi la rentabilité ; je ne pense pas que ce soit le cas pour le hêtre ni pour les résineux dont on a vu que les gros bois se vendaient dans le meilleur des cas aussi bien que les petits, et sinon moins bien ; peut-être est-ce en partie vrai sur le chêne de très haute qualité, mais sinon je ne vois pas très bien les cas où ça pourrait être valable.

Je pense qu'il faut continuer à insister sur l'enjeu d'adaptation de l'essence à la station, aujourd'hui plus encore qu'hier, et sur la préservation des sols : ce sont des choses dont on parle beaucoup aujourd'hui, mais qui sont encore plus importantes compte tenu des changements annoncés.

**Jean-Luc Peyron :** Dans le cadre d'une présentation comme ça on n'a pas le temps de tout traiter, il faut s'en tenir à de grandes lignes, et c'est frustrant aussi bien pour l'orateur que pour l'auditeur.

- Sur les éclaircies, c'était mentionné parmi les 8 catégories de mesures d'adaptation répertoriées (entretien et éclaircies) ; si

on veut accélérer un peu les rythmes, il faut des itinéraires plus « dynamiques » (certains n'aiment pas le terme) où l'éclaircie joue un grand rôle, et il y a tout l'aspect résistance à la sécheresse avec la diminution de la surface foliaire, la difficulté étant de trouver le bon dosage pour ne pas reporter le problème sur la végétation concurrente si on ouvre trop.

- En ce qui concerne le mélange, je n'ai pas développé, mais c'était derrière le mot résilience. Une des voies c'est d'accroître la diversité soit au sein de la forêt avec des peuplements de telle essence ici et telle autre là, soit au sein même des peuplements (mélange). Si on se fixe des contraintes trop fortes au départ, en refusant d'emblée telle essence ou tel type de structure, on prend des risques ; il ne faut pas mettre tous ses œufs dans le même panier. En plus, les possibilités sont limitées par le changement climatique donc il faut « relaxer les contraintes » selon l'expression scientifique consacrée (alléger les contraintes qui freinent l'adaptation), pour se ménager un ensemble d'options, et le mélange en fait partie chaque fois que c'est possible.

- Sur la rentabilité, il faut préciser d'où on part. Si on part d'un peuplement géré selon un âge d'exploitabilité considéré comme optimal en l'absence de risque, alors la prise en compte du risque se traduit par une réduction à la fois de la rentabilité et de l'âge d'exploitabilité. Mais si on diminue trop cet âge alors on réduit encore la rentabilité. Qu'on parle de rentabilité ou d'accroissement en volume, les courbes montrent d'abord une augmentation avec l'âge, puis passent par un maximum, un plateau, avant de décroître en général plus progressivement qu'elles n'ont crû. Le risque conduit donc à diminuer l'âge d'exploitabilité, mais il faut éviter tout excès dans ce domaine, qui se répercuterait de manière significative sur la rentabilité.

**Myriam Legay :** Sur le point sylviculture d'arbre *versus* sylviculture de peuplement. Dans le cadre d'Echoes il y a eu à l'initiative des collègues d'Europe centrale un article qui ne porte pas exactement sur la question telle que vous la posez, mais qui en est assez proche. Il faut savoir que dans ces pays le poids social de la sylviculture « proche de la nature » est très prégnant, il y a une tendance à vouloir lui faire dire tout et n'importe quoi et à considérer que ça va être une solution face au changement climatique. Donc les collègues ont décidé d'examiner de façon systématique dans quelle mesure les principes de cette sylviculture (au sens large, pas seulement en tant que sylviculture d'arbre) sont compatibles avec les principes de l'adaptation. Ils mettent en évidence que, en effet, la sylviculture proche de la nature a un certain nombre d'intérêts, mais que, pour être vraiment pertinente face au changement climatique, il faut aussi qu'elle intègre des idées nouvelles et en particulier l'introduction d'essences, y compris d'essences exotiques. Je résume très brutalement la teneur de l'article qui devrait paraître prochainement.

**Jean-Luc Peyron :** La démarche consiste à dire : j'axe ma gestion sur tel type de traitement pour lequel tels critères sont importants et par ailleurs je dois m'adapter à un changement climatique pour lequel tels critères sont nécessaires ; puis on compare les critères. C'est une approche rigoureuse et intéressante méthodologiquement, au-delà du contexte dans lequel elle a été utilisée, puisqu'on peut aussi bien l'appliquer au taillis à courte rotation qu'à tout type de gestion.

**Jacques Valeix, Inspection générale :** Je trouve intéressant ce témoignage sur le paysage européen et sur la pensée dans les différents pays, ainsi que le travail méthodologique scientifique réalisé dans le cadre d'Echoes. Mais je reviens sur deux points :

- Dans les stratégies d'adaptation, on a vul'approche écosystémique et l'approche systémique (systèmes de gestion). Mais il y a plusieurs degrés de liberté, pas seulement les systèmes et les écosystèmes, et j'aurais mis en premier la diversité génétique avec, pour une même espèce, la diversité génétique non seulement dans un lieu donné, mais aussi dans le gradient nord-sud, avec toute la question des régions de provenance et de cette plasticité-là. Quand on parle stratégie, on doit avoir les barreaux du gène, de l'écosystème et du système de gestion.

- Et je vais en rajouter une couche sur l'âge d'exploitabilité et la rentabilité : en forêt publique (et même en forêt privée), on n'est pas dans des approches où on réduit les âges d'exploitabilité en partant de l'optimum (ça supposerait qu'on était à l'optimum !), et de manière importante. Quand on transforme des peuplements de hêtre en peuplements de chêne sessile on augmente l'âge d'exploitabilité : dans les zones concernées on a bien en tête l'adaptation de l'espèce à des contraintes climatiques élevées quand on a des lames d'eau annuelles assez faibles. Pour beaucoup d'essences résineuses gérées par l'ONF, nos âges d'exploitabilité sont généralement, en matière

de rentabilité, au-dessus des âges auxquels on obtient le prix maximum et depuis longtemps. Donc les évolutions actuelles sur sapin, épicéa, pin, douglas, etc. sont des évolutions à la marge et on n'est pas dans le cas de figure, présenté comme une vérité d'entrée, où si on diminue l'âge d'exploitabilité on minore la rentabilité : je n'ai pas d'exemple. Et même dans la hêtraie où on diminue cet âge de façon assez sensible, il s'agit simplement d'appliquer via les DRA-SRA, au niveau national, des règles qu'on connaît depuis les années 1980 ; pas de réinventer la sylviculture du hêtre puisqu'on sait que dans les bonnes stations on peut obtenir de gros hêtres de belle qualité en 80 ans, alors qu'on avait des futaies cathédrales à 140 ans. On a imaginé des sylvicultures de rattrapage : on ne passe pas d'un peuplement lancé sur des rails serrés à une sylviculture « relaxée » vers un âge d'exploitabilité souhaité. Donc le cas, pour un peuplement donné, de diminuer fortement l'âge d'exploitabilité, disons de 40 ou 50 ans, je ne le connais pas : j'ai des exemples contraires de changement d'essence entraînant un âge d'exploitabilité plus élevé, on peut avoir des choix locaux de propriétaires optant pour une essence dont l'âge d'exploitabilité est de 50 ans ou de 30 ans (en forêt publique on n'a pas fait ce choix). En résumé, nous, gestionnaires de forêts publiques, ne comprenons pas cette partie-là.

**Jean-Luc Peyron :** Sur la rentabilité, je suis tout à fait d'accord, et je ne pensais pas dire l'inverse ; on s'est peut-être mal compris ou c'est l'aspect très ramassé de la formulation qui posait problème. De toute façon l'adaptation au rythme du changement climatique conduit à réduire l'âge d'exploitabilité ou en tout cas d'exploitation ; le risque supplémentaire encouru par les peuplements engage aussi à le réduire. Si on vient à se trouver dans un cas de figure où on doit réduire l'âge d'exploitabilité, ça ne devrait pas être de façon si drastique que ça puisse avoir un effet fort sur les sols (ce n'est pas pour des raisons d'adaptation que certains préconisent des TCR, mais pour des raisons d'atténuation). Par ailleurs il est bien évident que ce que je dis ne s'applique pas à un changement d'essence, mais à l'exploitabilité d'une essence donnée dans des conditions déterminées.

Quant à la génétique, comme elle aurait dû faire l'objet d'un autre exposé, je n'avais pas prévu d'en parler. Mais la génétique fait bien sûr partie l'écosystème aux côtés d'autres disciplines comme l'écophysiologie. Jean-François Dhôte a bien mentionné les visions différentes des généticiens et des écophysiologistes par rapport aux possibilités d'adaptation des écosystèmes au changement climatique.



**Max Penneroux**  
CDC-Forêt

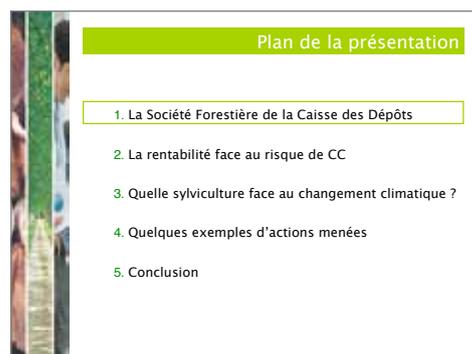
**Max Penneroux est directeur général adjoint de la Société Forestière de la Caisse des Dépôts et Consignations.**

**Son témoignage nous a paru intéressant en ce que le contexte de gestion est clairement différent de celui de l'ONF, mais CDC-Forêt est aussi un acteur qui gère une très grande surface ; d'un certain point de vue, il peut donc y avoir soit des analogies avec la forêt publique, soit des enseignements à méditer...**

# Prise en compte des risques dans la stratégie sylvicole de la Société forestière de la Caisse des Dépôts et Consignations

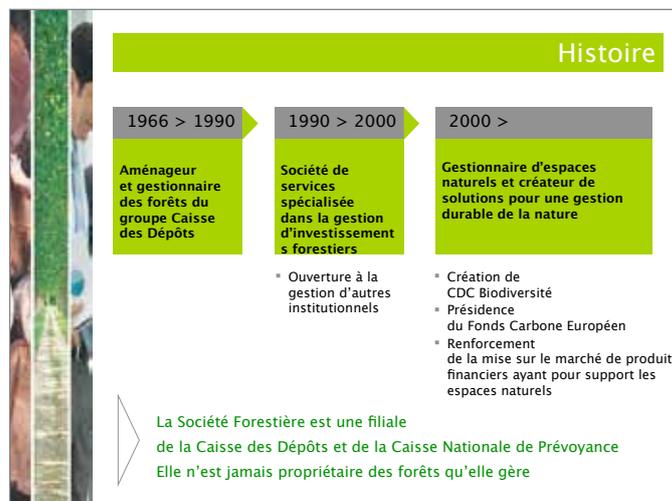
Bonjour,  
La demande qui m'a été faite portait sur la prise en compte des risques dans la stratégie sylvicole de la Caisse. Je viens donc ici pour vous présenter la façon dont la Société Forestière de la Caisse des Dépôts a abordé ce problème du changement climatique.

Il m'a semblé nécessaire de dans un premier temps de recadrer ce qu'est la Société Forestière de la Caisse des Dépôts : sa mission, ses objectifs, sur quel territoire elle travaille. Puis je vous dirai comment et pourquoi elle a décidé de « croire » au changement climatique à et quels grands objectifs elle s'est fixés pour essayer d'en atténuer les effets et je terminerai par quelques exemples concrets d'action sur le terrain.



## Présentation de la Société Forestière de la Caisse des Dépôts

La Société Forestière est une société anonyme avec 2 grands actionnaires : la CDC (Caisse des Dépôts et Consignations) et la CNP (CNP Assurances, ex Caisse nationale de Prévoyance). De 1966 à 1990, on travaillait de façon relativement « traditionnelle », en gérant simplement et obligatoirement les forêts du groupe de la CDC. C'était un métier très forestier. De 1990 à 2000, nous nous sommes ouverts à l'extérieur, mais avec une « sensibilité » très institutionnelle : assurances, banques. La Société Forestière est devenue gestionnaire de pas mal de groupes qui avaient investi souvent pour le compte de leurs clients en forêt. Depuis 2000, nous avons très largement travaillé sur la dimension de l'espace en mettant en avant d'autres fonctionnalités de la forêt (ou des espaces naturels) notamment au niveau de la biodiversité : nous nous sommes intéressés aux projets carbone et à la mise en place de produits financiers à support « espace » ou forestier.



## Organisation

**3 pôles :**

- Services aux investisseurs
- Bois
- Biodiversité, Nature, Paysage

**Des services dédiés aux besoins particuliers des propriétaires institutionnels :**

- Une direction de la gestion d'actifs,
- Service achat et vente de forêts,
- Comptabilité pour compte de tiers
- Direction technique et développement,

**Sur le territoire :**

- Ouvriers, techniciens et agents techniques décentralisés, ingénieurs et experts forestiers, répartis dans **6 agences** et **2 antennes dédiées à la Biodiversité**

**Bordeaux, Bourges, Dijon, Joigny, Le Mans, Reims**  
**Marseille, Pau**

→ **Un fonctionnement décentralisé**

→ **60 personnes au siège, 160 salariés**

Aujourd'hui nous sommes organisés en 3 pôles :

- Pôle Services aux investisseurs (c'est le métier traditionnel forêts)
- Pôle Biodiversité, Nature, Paysage (CDC-Biodiversité) qui travaille en particulier sur la compensation ;
- Pôle Bois, en cours de constitution qui travaillera sur deux axes : aide aux industries et mobilisation des bois.

Nous avons une approche client très forte, notamment à travers des règles certifiées ISO 9001. Je nomme clients les propriétaires de forêts qui ont bien voulu nous en confier la gestion.

## Les patrimoines gérés

**Une présence sur 60 départements**  
**240 000 ha gérés**

- Des enjeux et problématiques nationaux

**Une proportion égale feuillus / résineux**

The map shows red dots representing forest management sites across France. The pie chart shows a 50/50 split between 'Feuillus' (red) and 'Résineux' (blue).

Nous gérons actuellement quelque 240 000 ha répartis sur 60 départements, comme vous le voyez sur cette carte. Il y a peu de points dans l'Ouest parce que, dans ces régions, la qualité récréative des forêts est devenue primordiale. Les capitaux n'étant pas captifs, il peut y avoir des remises sur le marché ; or dans ces régions la vente des forêts est restée active dans le début des années 90 alors que les recherches étaient très faibles sur le reste du territoire métropolitain, ce qui permettait de réaliser une plus-value intéressante par rapport à d'autres régions. Finalement nous y gérons un peu moins de forêts (parce qu'on en a vendu plus) sur ces territoires.

Notre patrimoine est pratiquement composé pour moitié de feuillus et pour moitié de résineux : nous ne sommes donc pas dans la moyenne nationale.

## Feuillus

**Peuplements feuillus riches et diversifiés**

- Essences sociales de longue révolution et à forte valeur (Chênes, Hêtre...)
- Très peu de peupliers et taillis
- Structures plutôt irrégularisées

**Composition des peuplements feuillus**

The pie chart shows the following distribution: Futaies (55%), TSF moyen à riche (30%), Taillis (5%), TSF pauvre (2%), and Peupleraies (8%).

En ce qui concerne les feuillus, on a 55 % de futaie, ce sont les forêts qui produisent, et 30 % de TSF moyen à riche dont une partie peut être en conversion ; les taillis et TSF pauvres sont plutôt des peuplements de protection que de production. Quant aux peupleraies... Nous ne nous intéressons peu au placement en peupleraies : nous avons très peu de peupleraies de vallée ; celles que nous gérons sont plutôt des peupleraies de plateau, donc en forêt.

Globalement, la gestion des forêts feuillues est une gestion de futaie, plutôt de futaie irrégulière comme nous le verrons plus loin.

## Résineux

**Peuplements résineux à forte productivité**

- Menés en itinéraires relativement courts (Pin maritime, Douglas...)
- Structures très largement régulières, peuplements peu diversifiés

**Essences résineuses**

Essence	Proportion
Pin maritime	38%
Douglas	27%
Pin Laricio	11%
Pin sylvestre	8%
Epicéa commun	7%
Autres	9%

Chez les résineux, nous avons une très forte proportion de pin maritime (38 %) et le douglas représente près d'un tiers de nos surfaces résineuses.

Ces 2 types de peuplements (résineux vs feuillus) sont fortement différenciés dans nos objectifs de gestion. Les peuplements résineux sont destinés à la production de bois plutôt « industrielle » (sauf les résineux d'altitude qui sont gérés comme les feuillus) : pour le pin maritime et le douglas, notamment, il s'agit de produire des bois de construction (qualité fermette, charpente, lambris, etc.) ; pour le feuillu, on essaie, mais ce n'est pas facile vu les révolutions, de travailler plutôt la qualité des bois à travers une gestion plutôt de forêt irrégulière.

Comment travaillons-nous ? S'agissant de forêt placement, nous avons des objectifs de rentabilité, ce qui induit un pilotage financier avec rendus analytiques annuels. Les propriétaires nous demandent, comme pour tout placement, des études de risque et dans le risque il y a d'évidence les problèmes d'adaptation au changement climatique. Par ailleurs, nous respectons bien sûr les règles actuelles de gestion durable (nous sommes certifiés ISO 9001) et nous avons fait signer à tous les propriétaires une charte (et un manuel) de gestion durable.

Nous traitons les problèmes d'environnement selon 3 axes :

- 1 - Certains facteurs de gestion de l'environnement, totalement positifs, sont inclus dans les objectifs de performance. Par exemple d'après les travaux d'Hervé Jactel sur le pin maritime en Aquitaine (région de production), on peut, sans changer la production de court terme avec le pin maritime en essence principale, faire intelligemment du mélange à des doses à préciser.
- 2 - Il y a des actions pas ou peu coûteuses, à notre sens sans effet positif sur les objectifs fixés : la charte les rends obligatoires et nos agences doivent les mettre en place.
- 3 - Il y a enfin des actions coûteuses : dans ce cas, on se tourne vers divers organismes pour obtenir des financements ou, à défaut, on ne les fait pas, car elles pénaliseraient la rentabilité de la forêt.

## Le rôle de la Société Forestière

**Respecter les objectifs des propriétaires :**

- Pilotage financier de l'investissement et de la gestion, recherche d'une performance économique
- Réduction des risques (adaptation des forêts au changement climatique, assurances, répartition des actifs...)
- Souci d'une gestion durable (ISO 9001, charte et manuel de gestion durable, forêts éco certifiées...)

**En différenciant :**

- Les actions qui accompagnent les objectifs de performances
- Les actions pas ou peu coûteuses qui favorisent l'environnement
- Les actions coûteuses qui nécessitent l'obtention de financements complémentaires

### La rentabilité face au risque de changement climatique

Vous verrez, à travers mes propos que nos principes d'action reposent sur quelques notions claires et simples.

Ainsi nous essayons d'avoir des actions générales, dans lesquelles on est à l'aise et qui permettent d'évoluer : elles peuvent se décliner par la suite de telle ou telle façon et ne sont pas gravées dans le marbre. Les directives de sylviculture sont revues tous les 3 ans et on n'hésite pas à les infléchir s'il le faut, en fonction de ce qui a été fait précédemment : il ne s'agit pas de tout remettre à plat et de tout recommencer.

Pour la rentabilité de la forêt, on se base sur 3 éléments : la capacité de production, le prix du bois et le prix du foncier. La valeur vénale, que j'ai évoquée tout à l'heure dans la discussion, fait donc partie des éléments dont nous tenons compte pour gérer le placement forestier : si elle décroche de la valeur technique (j'ai donné au début l'exemple du nord-ouest de la France), on procède à certains arbitrages.

Une fois qu'on a ces déterminants de rentabilité, on travaille sur les leviers, c'est-à-dire : que faire pour les maintenir ou les améliorer.

## La rentabilité du placement forestier

**Déterminants de la rentabilité en forêt**

- Capacités de production
- Prix du bois
- Prix du foncier

**Faire en sorte que la rentabilité soit maintenue, c'est :**

- Identifier sur chaque patrimoine les leviers de la rentabilité
- Agir de façon différenciée en fonction des leviers identifiés

**Le poids de ces facteurs varie selon le type d'investissement forestier**

## Typologie de l'investissement forestier

**Trois types d'investissement** Forêt « stock »

- Forêt de « production »
- Forêt « espace »

Pour des enjeux très différents

Type d'investissement	Stock	Production	Espace
Facteur de rentabilité	Évolution du cours des bois	Production de bois	Évolution du prix du foncier
Type de forêt	Feuillus sociaux (Chêne & Hêtre)	Peupliers Pins maritimes	« Sologne »
Rentabilité *	1,5 à 2,5 % **	2 à 4 %	0 - 5 %

\* Hors inflation

\*\* A long terme. A court terme des variations bien plus fortes peuvent être enregistrées

Nos investissements sont en règle générale, avec toutes les combinaisons, structurés en 3 catégories de forêt :

- Forêt stock, à fort capital de bois sur pied (volume et prix) : c'est plutôt du feuillu et il s'agit de préserver ce capital en volume et qualité, avec un travail de réflexion sur le risque ;
- Forêt de production : il s'agit de faire des m<sup>3</sup>/ha/an dans les qualités recherchées par les industriels ;
- Forêt espace (exemple de la Sologne) : le stock bois n'est pas ici un déterminant essentiel à la valorisation.

Tout ça détermine divers produits puisqu'il y a 2 sortes de clients : soit ils veulent capitaliser comme dans certains placements boursiers, soit ils veulent consommer au moins ce que produit la forêt voire un peu de leur capital. Avec ces différents types de forêt, on arrive à mettre en place des portefeuilles qui correspondent à l'attente des clients ou bien on les constitue a priori et les clients s'y intéressent s'ils sont attractifs.

Vous avez ici les rentabilités, que je ne vais pas commenter plus avant.

Reprenons les différents types pour détailler un peu.

En forêt stock, on a de faibles enjeux de croissance : sur le chêne, faire pousser plus vite ou diminuer les révolutions, ce n'est pas facile ! Optimiser le capital sur pied ce n'est surtout pas garder le maximum de capital (plus il y a de capital, plus il y a de valeur, plus il y a de risque) : l'optimum, même si le chêne de 5 m<sup>3</sup> se vend plus cher que le chêne de 2 m<sup>3</sup>, c'est trouver les catégories de bois dans lesquelles on prend le moins possible de risques. En général pour le chêne, ça correspond à un capital de 100-120 m<sup>3</sup>/ha de bois commercial (≠ volume aménagement).

En forêt de production, autrement dit pour le résineux, nous nous inscrivons aujourd'hui dans des révolutions courtes qui correspondent aux attentes des industriels et à un calcul économique très favorable. Révolutions courtes, d'après nos réflexions avec les industriels, ça correspond aujourd'hui à 25 ans sur le pin maritime (ça va vous paraître vraiment très court !) et 35-40 ans pour le douglas selon les régions. Si les lois du marché changent, s'il venait à rechercher des douglas de 2 m<sup>3</sup>, on adaptera la stratégie.

La forêt espace est un cas très particulier, peu sensible (en tant qu'investissement) au changement climatique à ceci près que les loisirs supposent de maintenir le couvert forestier.

## Impact du changement climatique

### Forêts stock

- Faibles enjeux de croissance mais impact des risques de dépérissement des peuplements
- Optimisation du capital sur pied / assurances
- Diversification des essences pour diminution des risques

### Forêts de production

- Les essences utilisées doivent maintenir leur productivité
- Révolutions courtes, sylviculture dynamique caractérisée par des investissements importants

### Forêts espace

- Classe d'actif sur laquelle le changement climatique a peu d'impact
- Néanmoins maintien de l'état boisé
- Maintien des autres éléments constituant la valeur (mise en valeur du patrimoine, amélioration de la capacité d'accueil du gibier, valorisation des bâtiments et des infrastructures)

## Une décennie de maturation

Annonces renouvelées du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)

Des événements climatiques majeurs répétés

- Sécheresses de 1989 à 1992
- Sécheresse de 2003
- Tempête d'envergure nationale de 1999

Travaux menés par l'INRA et publication des premières cartes de modification de l'aire biogéographique potentielle des grandes essences forestières françaises

Des constats de terrain

- Dépérissements constatés en forêts feuillues de plaine (chênes pédonculés)
- Mortalités brutales sur les peuplements d'Abies grandis
- Problématique de l'Epicéa de plaine

## Notre approche

Quatre idées fortes

1. Il est plus raisonnable de croire au changement climatique que de ne pas y croire → **agir dès maintenant**
2. Les conséquences du changement ne seront pas nécessairement négatives → **saisir les opportunités**
3. Préserver la valeur et la rentabilité des forêts que nous gérons
4. Les incertitudes sont fortes, ce qui nous conduit à agir avec prudence, par une inflexion de nos pratiques

## Que retenir ?

S'appuyer autant que possible sur les communications scientifiques en retenant les différents niveaux d'incertitude :

- Des scénarios d'émission des gaz à effet de serre (GIEC)
- Des simulations climatiques imparfaites et parfois contradictoires
- Des modèles de répartition des essences qui se perfectionnent

Sans s'alarmer devant des communications déconcertantes pour le gestionnaire forestier

Changement de distribution de l'aire potentielle des feuillus selon quatre modèles (2055)



Climate change impacts on tree ranges: model intercomparison facilitates understanding and quantification of uncertainty, Cheal et al, 2012

## Quelle sylviculture face au changement climatique ?

D'abord, nous avons été secoués par un certain nombre d'événements ; il y a eu des sécheresses (1987-1992), qui nous ont fait perdre tous nos Abies grandis dans l'ouest de la France, puis la canicule de 2003 et les événements tempétueux que nous connaissons tous.

Par ailleurs le GIEC a eu des échos médiatiques très forts, et quand on parle de changement climatique dans les journaux, ça n'échappe pas aux banquiers et assureurs ils posent : des questions et il faut pouvoir leur répondre. Face à cet ensemble d'éléments, nous avons décidé, il y a une dizaine d'années, de croire au changement climatique... dans cet environnement totalement incertain.

Nous pensons qu'il y aura un changement climatique, mais comment ça se passera dans 50 ou 100 ans ? Rien ne dit que ce sera meilleur ou pire que le scénario A2 qui reste un scénario de référence du GIEC.

Dans ce contexte d'incertitude, mieux vaut croire au changement climatique que ne pas y croire et mieux vaut donc dès aujourd'hui, dans des actions de sylviculture qui sont fortes, mettre en place des règles qui nous évitent de faire des bêtises.

Au demeurant, les conséquences ne sont pas forcément négatives si on s'y prépare suffisamment et si on essaie de faire le mieux possible. S'il y a beaucoup moins d'arbres en France en 2050 ou 2080 on peut penser par exemple que le bois vaudra plus cher et que ça reste intéressant d'en avoir un peu, etc. Donc face à cette incertitude, on adopte une attitude résolument positive, on essaie de saisir les opportunités : aujourd'hui, par exemple, les arbres poussent plus vite qu'il y a 20 ans et ça permet actuellement de raccourcir les révolutions.

Naturellement toutes nos actions tendent à préserver du mieux possible la valeur et la rentabilité de nos forêts. Et enfin, ce contexte d'incertitude, par lequel j'ai commencé, nous invite à la prudence, en procédant par inflexions mesurées plutôt que par des décisions radicales qui pourraient conduire à des impasses.

Cela fait donc 4 idées fortes qui structurent notre appréciation et notre approche pour avancer vers des solutions face à la problématique du changement climatique.

Que retenir ? Ce n'est pas simple : il y a des avis qui convergent dans une direction, mais aussi beaucoup d'informations assez contradictoires ou déconcertantes.

En voici une illustration parmi d'autres, celle du changement de distribution de l'aire potentielle des feuillus selon 4 modèles : ça décrit le même phénomène... mais les cartes sont très différentes !

D'évidence il y a des incertitudes, sans même parler des réactions du plancton et des courants marins qui sont encore de grands points d'interrogation.

## Que retenir ?

### Retenir des éléments structurants, partagés, permettant l'action du gestionnaire

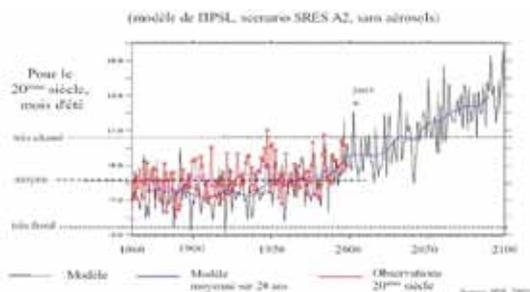
- Augmentation progressive des températures
- Modification de la répartition annuelle des précipitations
- Diminution de la pluviométrie printanière et estivale
- Stagnation de la pluviométrie hivernale
- Augmentation fréquence/intensité des événements extrêmes (sécheresses, canicules), mais pas de tendance nette concernant le risque tempête

Cependant il faut retenir quelques éléments structurants, qui font l'unanimité et sur lesquels il n'y a pas de contestation :

- 1 – il y aura une augmentation progressive des températures, c'est une hypothèse de travail incontournable ;
- 2 – il y aura aussi une modification de la répartition annuelle des précipitations, avec une diminution de la pluviométrie estivale et une stagnation (voire une augmentation) de la pluviométrie hivernale ;
- 3 – on attend enfin une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes, du moins en ce qui concerne les sécheresses et canicules ; le cas des tempêtes est un peu particulier, et pour le dire abruptement on est embêté sur la question du vent. Il y a des données sur les risques vents, étudiées de près par les compagnies d'assurance et plus encore les réassureurs, qui donnent des fréquences. Mais s'il reste des incertitudes sur les températures et la sécheresse, c'est encore bien plus compliqué en ce qui concerne la tempête. Nous avons cependant aussi des actions contre ces phénomènes tempêtes.

## Un seuil en 2050

L'observation, notamment, de ce graphique, a permis à la Société Forestière de retenir l'hypothèse d'un changement significatif du climat mais sans bouleversement à l'horizon de 2050 et d'une profonde transformation à l'horizon de 2100. L'année de canicule intense en 2003 apparaît ici comme une année moyenne en 2100.



Autre élément fondamental : d'après ce graphique (entre autres) qui représente l'évolution des températures jusqu'en 2100, nous avons choisi 2050 comme échéance stratégique parce qu'on voit qu'à cette date il y aura un changement brutal du climat dans lequel évolueront les arbres. Je vois que les sourcils se froncent : effectivement ce n'est pas si clair que ça, mais nous avons néanmoins retenu cette date parce que c'était une notion de temps qui convenait parfaitement à la différenciation que nous faisons entre résineux et feuillus.

Au début, en 2000, nous raisonnions en terme de délai (dans une cinquantaine d'années...), mais d'année en année cela compliquait les choses et nous avons préféré nous caler sur une date. D'ailleurs 2050 n'est pas une date aberrante : beaucoup d'études, hypothèses et scénarios se basent sur ce basculement. Nous nous basons donc sur cette hypothèse de changement exponentiel du milieu de siècle en considérant que, d'ici là, les peuplements connaîtront des conditions qui se détérioreront petit à petit, mais qu'il n'y aura pas de catastrophe avant 2050.

## Six orientations pragmatiques

1. Incertitudes donc réversibilité de nos actions
2. Révolutions courtes permet vitesse et réactivité face au changement
3. La station s'efface au profit des sols (Réserve Utile)
4. Favoriser les essences de transition
5. Horizon 2050 : dichotomie entre essences à croissance rapide et essences à croissance lente
6. Ne pas sous-estimer la capacité de résistance des peuplements (acclimatation)

On en tire 6 orientations pragmatiques :

- 1 – il faut que nos actions soient réversibles : les problèmes peuvent se manifester plutôt vers 2040 que 2050 et il ne faut pas que ce soit catastrophique ; en 2030 on y croit un petit peu moins et en 2020 on est à peu près sûr que tout ira bien (logique d'étude et de calcul du risque que l'on prend sur l'hypothèse de départ) ;
- 2 – plus on va vite moins l'incertitude est grande, donc on travaille plutôt sur des révolutions courtes ;
- 3 – aujourd'hui, et jusqu'à ce qu'on y voie plus clair, nos choix se fondent sur la réserve utile des sols (et non plus sur la station), ce qui permet d'éviter des actions qui ne seraient pas adaptées ;
- 4 – on favorise les essences de transition : celles qui existent aujourd'hui et qui seront encore adaptées dans plus de 50 ans ;
- 5 – on se fixe l'horizon 2050, comme je viens de le dire, car cette hypothèse est très plausible et elle permet d'agir raisonnablement en tenant compte d'autres critères d'évaluation.
- 6 – enfin il ne faut pas voir tout cela avec trop de rigueur, ne pas sous-estimer la capacité de résistance des peuplements, l'acclimatation dans certaines conditions.

## Identifier les actions prioritaires

### Il n'est pas possible/souhaitable d'agir sur l'ensemble des peuplements

#### 1. Identifier les peuplements qui présentent un enjeu d'adaptation

- Investissement à faire, régénération en cours...

#### 2. Quelles sont les échelles de temps pertinentes ?

- Au cours du PSG en vigueur / lors du prochain / dans 50 ans ?

#### 3. Identifier les actions à mener

- Surveillance renforcée des peuplements
- Actions sylvicoles (travail sur les densités, substitutions d'essences...)
- Réallocations d'actifs dans les situations les plus critiques

## Un classement des peuplements

### Dichotomie

#### Peuplements résineux



#### Peuplements feuillus



Feuillus versus Résineux = facilité de langage  
(cf. feuillus à croissance rapide, résineux de montagne)

## Sylviculture des résineux (et feuillus à croissance rapide)

- Révolution inférieure à 50 ans (valeur économique dès 30 ans), en futaie régulière
- Gestion guidée par la notion de productivité dans la conjoncture économique actuelle
- Investissements importants (révolutions courte, forte productivité)
- Principe de précaution
  - Mise en œuvre des techniques les plus adaptées (choix des provenances, travail des sols...)
  - Cadencement et intensité des éclaircies : densités et résistance au vent
  - Étude sylviculture en Aquitaine (réalisation FCBA/INRA) pour analyse de la bonne relation stabilité/croissance

### Deux objectifs :

- ➔ Maintenir la productivité
- ➔ Préférer les révolutions courtes pour capitaliser sur l'évolution des connaissances lors du renouvellement

Les orientations étant données, il fallait, pour être efficace, définir les actions prioritaires.

Comme les scénarios sont plutôt des scénarios catastrophes, on a d'abord essayé de cerner les problèmes en défrichant le champ des actions qu'on pouvait mener et ensuite on a gradué les interventions,

- en identifiant les peuplements qui présentent un enjeu d'adaptation : il y a certaines régions ou certaines essences *a priori* bien adaptées qui ne posent pas de problème et qui ne justifient pas, au moins pour l'instant, de s'en inquiéter ;
- en se demandant quelles sont les échelles de temps pertinentes : ça rejoint la question de la durée de révolution... si les peuplements commencent à connaître des dépérissements, à quel âge pourra-t-on en retirer de la valeur matière ?
- en identifiant les actions à mener, selon les 3 types indiqués ci-contre.

## Quelques exemples

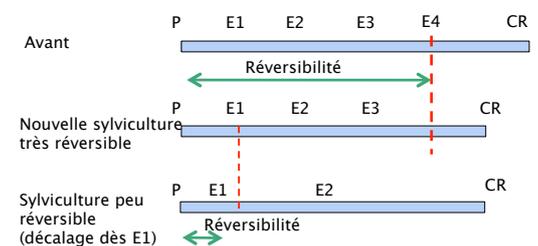
Sur la dichotomie feuillus résineux, je passe rapidement : on l'a déjà évoquée.

Nous avons aussi évoqué un certain nombre d'idées qui permettent de maintenir la productivité en préférant certaines essences et certaines révolutions.

Nous avons dû repenser la conduite des éclaircies quand on cherche à raccourcir les révolutions : le graphe ci-dessous paraît un peu compliqué, mais au fond il est simple : il veut dire que quand on mène une action d'éclaircie, plus on la mène tardivement moins on est impliqué par cette action ; on fait souvent ce choix de date d'intervention en quelque sorte.

### Illustration par la gestion des éclaircies dans une recherche de raccourcissement des

- Suppression de la dernière éclaircie => pas de déséquilibre du peuplement dans une phase de grande sensibilité au vent
- Ce choix fort n'a de conséquence que pendant une partie de la durée de vie du peuplement : maintien d'une réversibilité des décisions



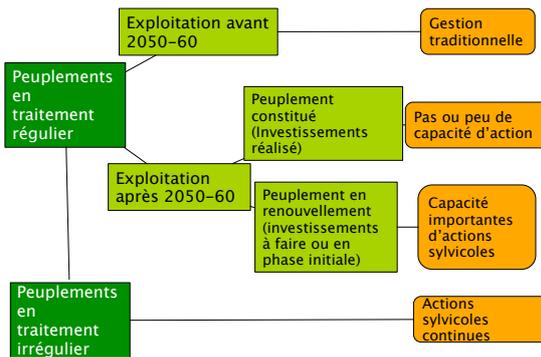
## Sylviculture des feuillus (et résineux de montagne)

- Apparenté à de la gestion de stock
- Diversification locale du capital
- Connaissance du sol et de l'adaptation de l'essence en place
- Identifier les peuplements à enjeux
- Limitation des investissements
- Importance des révolutions (+ de 50 ans)
  - Ce sont des essences qui devront se développer dans un contexte climatique radicalement différent
  - Une adaptation actuelle satisfaisante ne détermine pas l'adaptation future du peuplement

**Un objectif** → Avoir la (les) bonne(s) essence(s) au bon moment et au bon endroit

La sylviculture des feuillus étant apparentée à une gestion de stock, l'idée pour ces forêts est de diversifier localement le capital puisque, plus le capital est diversifié, moins le risque est important, à condition de le faire avec une bonne connaissance des milieux. Ces forêts stocks sont très impactées par l'ampleur du changement au-delà du « pivot » de 2050 : cela ne paralyse pas l'action dans la mesure où cette échéance permet là encore, de caler les raisonnements pour sérier les enjeux (comme le montre la diapo suivante).

## Quels sont les peuplements feuillus à enjeux ?



Les forêts feuillues sont gérées soit en futaie régulière (petite minorité) soit pour la plus grande part en peuplements de traitement irrégulier.

Dans le second cas, on mène en continu des actions qui peuvent notamment aider à la diversification : dans une futaie de chêne par exemple où veulent bien apparaître d'autres essences nobles (ou quelquefois moins nobles), on favorise ces essences ; si d'aventure elles n'apparaissent pas, on « force » un peu la nature par le biais de plantations.

Mais en traitement régulier, soit ça « passe » avant 2050, soit ça ne « passe » pas et dans ce cas c'est un peu plus compliqué puisqu'on essaie de passer en irrégulier, mais au niveau du capital c'est une méthode un peu violente et pas très adaptée en terme économique.

## Zoom sur la Réserve Utile

### Élément stable dans le temps

- C'est le réservoir en eau disponible pour les arbres quand il ne pleut pas
- Considérant les hypothèses climatiques, ce réservoir prend un rôle capital
- Plus il est important, plus le risque lié aux sécheresses est faible

### Hypothèse forte

- Le réservoir se remplit à l'automne / hiver
- Il joue son rôle au printemps / été

La Société Forestière a identifié des seuils critiques de RU utilisés dans les phases de renouvellement des peuplements.



Analyse de la RU dans une fosse pédologique pour identifier les risques sécheresse

La réserve utile, vous connaissez bien, je n'y reviens pas.



## Autres actions

**Recherche d'essences de transition**

- Performantes dans le climat actuel
- Adaptées au climat futur

**Attention portée aux sols**

- Maintenir le potentiel de production en limitant le tassement
  - Plans de circulation sur coupes (cloisonnements...)
  - Prime au matériel adapté (« retour » au débardeurs à câbles plutôt qu'à grappin)
- Porter la plus grande attention aux techniques plantation permettant le bon développement racinaire (croissance/stabilité)

**Cartographie des risques**

- Identifier les risques sur les territoires gérés...
- ... pour mieux cibler les leviers d'action de la Société Forestière en tant que gestionnaire





- Veille technique continue et tests de nouveaux itinéraires techniques
- Formation des équipes
- Traduction de nos actions dans les aménagements (PSG) et sensibilisation de l'administration sur les conditions permettant le maintien de propriétaires investisseurs
- Participation aux groupes de réflexion nationaux, notamment dans le cadre des approches intégrant des réflexions économiques (RMT AFORCE)



## Conclusion

**Le propriétaire forestier institutionnel face au risque**

- Pas d'aversion au risque mais recherche d'une maîtrise la plus complète de celui-ci :
  - Rôle des assurances
  - Besoin de connaissances scientifiques pour agir en connaissance
  - Diversification (territoires, essences, pratiques...)
- Dans le cadre des incertitudes liées au changement climatique, mise en place d'actions sans regrets, si possible réversibles, en maîtrisant le retour sur investissement

**Des décisions non généralisables mais qui ont permis à la Société Forestière d'agir positivement dans ce contexte de grande incertitude, en faveur des patrimoines qui lui sont confiés**

**Rester attentif à l'évolution des connaissances et au retour d'expérience de l'ensemble de la profession**




Max PENNEROUX  
[max.penneroux@forestiere-cdc.fr](mailto:max.penneroux@forestiere-cdc.fr)  
 Société Forestière de la Caisse des Dépôts  
 102 rue Réaumur - 75002 PARIS  
 Tél. 01 40 39 81 00  
[www.forestiere-cdc.fr](http://www.forestiere-cdc.fr)



Concernant les essences de transition, nous avons par exemple introduit le robinier, ce qui n'est pas très facile : il n'a pas une dominance apicale très forte. En tout cas on essaie d'avancer là-dessus avec le Cemagref (Irstea). D'une façon générale, nous n'avancions surtout pas tout seuls : nous sommes bien trop « petits » pour faire de la R&D ; nous travaillons donc avec le Cemagref, mais aussi l'INRA, l'IDF, les organismes qui peuvent nous apporter soutien pour mener une action répertoriée et dont on puisse tirer un certain nombre de bénéfices concernant le changement climatique.

La cartographie des risques, enfin, est une démarche très importante qu'on met en place cette année et qui consiste, pour chaque peuplement, à le classer dans un niveau de risque selon certains critères qui ne sont pas très nombreux : facteurs historiques, facteurs de milieu, et des hypothèses d'évolution de ce milieu

Tout cela bien sûr s'accompagne d'un effort de veille technique et de formation... rien de très original.

## En conclusion

Il faut retenir de tout cela que nous avons un certain nombre de possibilités d'action face au changement climatique.

De plus, toutes nos forêts sont assurées : pas pour le changement climatique, ça n'existe pas, mais pour le risque incendie et tempête. Nous travaillons donc avec les assureurs et les réassureurs sur ces questions de nouvelles fragilités. Sans solutions immédiates, il faut le reconnaître.

Quoi qu'il en soit, il faut prendre le changement climatique comme une donne très sérieuse et on ne peut pas ne pas l'accompagner. On ne peut pas l'arrêter, car il est bel et bien lancé : il y a une rémanence telle que même si on stoppait les émissions de CO<sub>2</sub>, il y aurait quand même une évolution des températures. Pour y couper, il faudrait aspirer du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, le liquéfier, le mettre en bidon et le stocker... ne rêvons pas ! Nous sommes très attachés à cette dynamique de travail sur les solutions d'adaptation au changement climatique.

J'en ai terminé... en attendant d'éventuelles questions.

Merci de votre attention



**Jean-François Dhôte,**  
Chef du département R&D  
de l'ONF

## Adaptation, atténuation et services écosystémiques

Pour terminer cette session sur le changement climatique, je voudrais partager avec vous quelques réflexions sur ces 3 idées d'adaptation, atténuation et services écosystémiques. C'est important de les regarder ensemble parce que quand on fait de la gestion durable multifonctionnelle, *a fortiori* avec la philosophie de la forêt publique et de l'ONF, c'est difficile de séparer les 3 problèmes. *A priori* on fait rarement de la gestion complètement dédiée à l'atténuation par exemple ou à tel ou tel service écosystémique.



Auparavant, je vais passer vite sur les impacts dont on a déjà dit beaucoup de choses, mais je voudrais surtout insister sur les incendies qui ont été un peu évoqués par Myriam Legay et Jean-Luc Peyron. C'est un des enjeux importants, il y a eu un rapport d'expertise national récemment en France sur cette question, et ça ressort beaucoup dans la littérature scientifique, pas seulement sous l'angle des impacts strictement forestiers : il y a aussi des impacts sur la biodiversité, sur le carbone et une question qui commence à émerger, celle des impacts sur la santé publique. On parle notamment de la surmortalité très importante observée en Russie lors de la sécheresse (+ incendies) d'il y a 2 ans (2010) et dans le même ordre d'idée il y a des papiers qui sortent sur les coûts cachés des incendies de forêt en Californie, par exemple. De façon générale on peut s'attendre à une augmentation des questions de santé publique liées à la gestion de la forêt et surtout aux problèmes de mal adaptation. C'est quelque chose à quoi on est peu habitué, mais il y a eu tout à l'heure une question sur la processionnaire du chêne, il y en a aussi sur les fumées dégagées par les incendies, ou sur les allergènes dont la composition pourrait changer.

Le deuxième aspect sur lequel je voulais insister, c'est la question des séquences de dommages, bien illustrée en Aquitaine (mais pas seulement) : là, la question n'est pas tant la vulnérabilité de la forêt elle-même, mais plutôt la vulnérabilité des systèmes de production (jusqu'à quel point est-on résilient vis-à-vis des grosses combinaisons de chocs ?) et la résilience des filières.

**Les impacts des changements globaux sont déjà observés**

**Impacts tendanciels**

- saison végétation : +10 j. entre 1962 & 1995
- remontée en altitude végé. : + 66 m en 25 ans
- productivité accrue : + 20 à 50% depuis 1900

**Crises sanitaires d'ampleur décennale**

- sécheresse : *Waldsterben* ; Tronçais, Vosges, Harth, Vierzon
- tempêtes = perturbation dominante ≥ 1950
- gravité accrue & étendue géographique des incendies : carbone, biodiversité, sécurité, santé publique (Portugal, Grèce, Russie, Californie...)
- séquences de dommages et vulnérabilité des filières régionales : eg Aquitaine (Martin + Klaus + processionnaire + scolytes)

Quercus robur, Vierzon (M. Legay)

Colloque interne «Changement climatique & évolution des usages bois», Paris, 19-20 juin 2012



La problématique de mon propos est résumée sur cette diapositive.

■ Atténuation... : 2 mots importants : « contribuer » et « usages » (ou plutôt l'ensemble des usages)

- **Contribuer** : on n'attend pas tout de la forêt, mais elle a un rôle à jouer ; elle ne supporte pas seule les politiques d'atténuation, mais elle est significative et si on se trompe trop lourdement dans nos itinéraires d'adaptation on peut être confronté à des relargages de carbone incontrôlés, éventuellement massifs, en particulier si on n'est pas capable de faire des récoltes de sauvetage dans de bonnes conditions. De ce point de vue la bonne santé des filières est un élément important pour garantir la fourniture des services par la forêt.
- **L'ensemble des usages du bois** : on a eu souvent des débats focalisés sur le bois énergie d'une part et le stockage dans la forêt de l'autre, comme si on était condamné à errer entre ces 2 options. En réalité l'atténuation comprend bien l'ensemble des usages du bois et c'était tout l'intérêt pour ce séminaire de coupler les deux questions : la diversité des modes de transformation et le changement climatique.

Chacune de ces voies permet de valoriser des propriétés du bois en substitution ou en alternative à des matériaux concurrents et dans quasiment tous les cas on fait des économies d'émissions donc on contribue à l'atténuation de façon plus ou moins efficace.

■ Adaptation (on en a déjà beaucoup parlé) : il est important de relier les choses dans le temps, de prendre des décisions maintenant pour assurer plus tard la pérennité des services. Ça recouvre tout un tas d'opérations qui nous concernent et pas seulement le choix des essences ou l'adaptation des itinéraires sylvicoles ; quasiment tous les métiers du forestier sont concernés. Pour Benoît Cuillier, je vais prendre l'exemple des places de dépôt : avoir un réseau de places de dépôt à l'avance pour absorber les grosses catastrophes c'est une mesure de logistique qui donne de la réactivité et qui permet de ne pas être bousculé par les gros événements lorsqu'ils se produisent ; ça a évidemment un coût, mais ça permet de ne pas être submergé et, du point de vue de l'adaptation, ça n'est pas sans intérêt. Autre mot qui n'a pas trop la cote, c'est la planification, mais je suis convaincu qu'il

ya un besoin renouvelé de planification vis-à-vis de l'adaptation. Ce qui ne veut pas dire qu'en planifiant on est sûr de ce qui va se passer, de la justesse des choix, mais l'important pour faire évoluer ces choix et les rendre plus justes c'est d'en avoir un suivi et d'avoir explicité les objectifs au préalable.

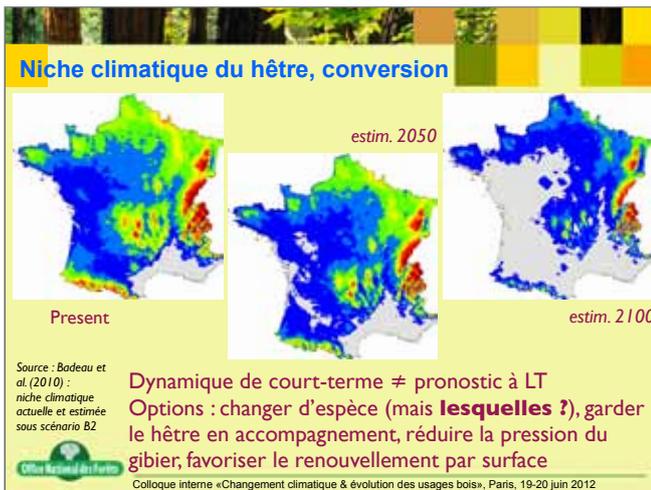
■ Services écosystémiques : comment assurer la qualité et la continuité des services ? Osons le dire : à l'ONF on aime bien faire des choses de grande qualité, parfois sans lésiner sur les moyens, parfois on fait de la surqualité. Il n'est pas impossible qu'avec le changement climatique on soit confronté à des dépérissements, pertes de vitalité, ou dysfonctionnements tellement répartis dans le paysage qu'on n'arrivera plus à tout faire parfaitement. Il faudra peut-être supporter qu'une part assez importante des peuplements n'ait plus le niveau de qualité qu'on souhaite pour les services attendus. C'est aussi lié à la continuité.

■ Convergence des options : il y a des options qui peuvent se dessiner pour l'atténuation (TCR, futaies à courte révolution), d'autres pour l'adaptation (changer d'espèce, améliorer le fonctionnement des sols, etc.)... Est-ce que ces options, regardées par rapport à ces deux objectifs, sont suffisamment convergentes et cohérentes ou faut-il faire des choix (spécialiser un peu l'usage des territoires...) ? Et dans ce cas comment associer les options ? Dans l'instruction de 2009, on a considéré que pour l'essentiel les options sont assez convergentes, mais c'est une question qu'il faut se poser en permanence.

■ Je ne vais pas détailler les questions d'incertitude, mais insister sur ce que j'ai appelé le domaine de viabilité : se demander comment rendre compte de nos options de sylviculture lorsqu'on les soumet à de fortes perturbations (et surtout perturbations combinées) ; dans quel cas c'est viable (on arrive à résister aux perturbations), dans quel cas on sort de notre zone de confort. Il y a des formalismes mathématiques pour examiner ces questions, comme ça a été fait pour les pêcheries (s'il y a un exemple de non-viabilité, c'est bien celui des stocks de poissons : dans bien des cas, on est sorti complètement des bornes). L'autre point c'est la capacité adaptative : pas seulement savoir si nos peuplements sont adaptés aux enjeux, mais aussi s'ils vont avoir la capacité d'évoluer, se transformer positivement, ou au contraire s'ils sont engagés dans des voies plutôt régressives ? C'est difficile de répondre, mais c'est un critère de jugement important.

■ Enfin dans le domaine de la formation, il y a aussi des enjeux importants et on ne peut pas s'en désintéresser, ne serait-ce que parce que l'ONF est associé avec AgroParistech dans la chaire d'entreprise ou parce qu'on est en relation avec les lycées agricoles via le RMT Aforce : la question c'est de hiérarchiser les différents messages, et notamment de faire des arbitrages entre certains objectifs de biodiversité et certains objectifs d'adaptation au changement climatique.

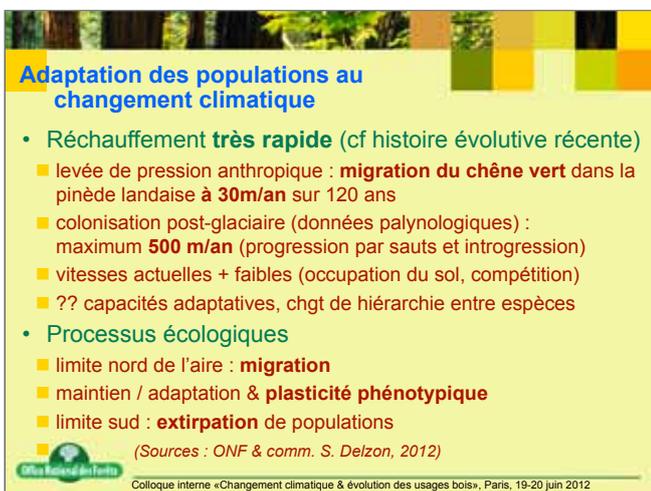
J'ai été un peu long, mais il me semblait important de détailler complètement la problématique. Je vais maintenant en donner quelques illustrations.



Myriam Legay a déjà commenté ces cartes de Vincent Badeau sur la réduction de l'aire potentielle du hêtre, je n'y reviens pas. Toute la question c'est : quelles espèces en substitution (conversion) de la hêtraie ?

En fait, on a déjà commencé ; il y a déjà des options qui ont été prises pour les surfaces qui « passent en tour », mais la question n'est pas fermée : on a vu par exemple que l'avenir du pin sylvestre n'est pas garanti.

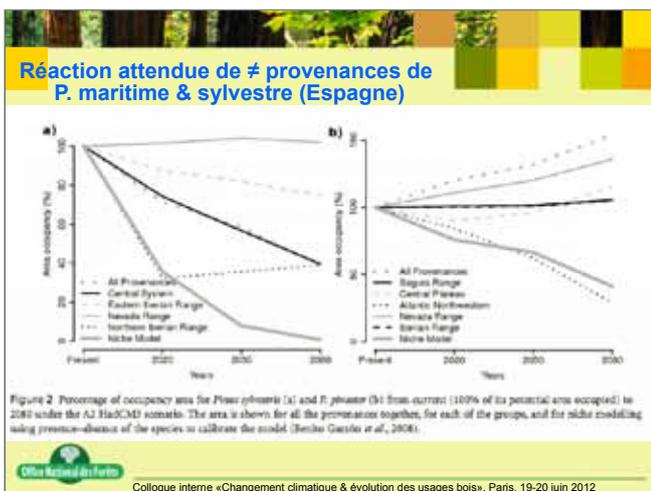
Je vais maintenant présenter très rapidement quelques diapositives sur les questions de génétique pour suppléer Catherine Bastien.



### Quelques aspects génétiques

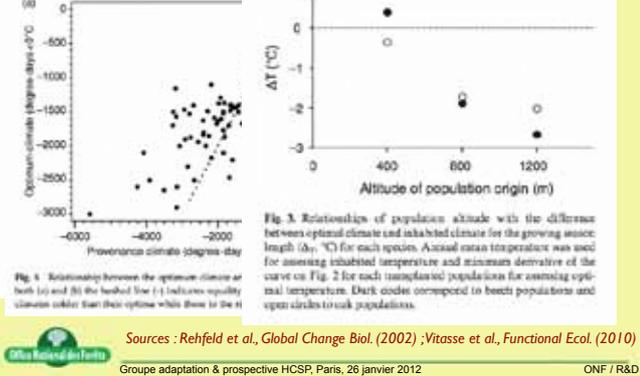
La première chose importante dans ce qu'on sait de la variabilité intraspécifique et intrapopulation, c'est que la pression exercée par le réchauffement est bien plus importante que tout ce que la végétation a connu jusqu'ici. Il y a à peu près un facteur 10 entre la vitesse à laquelle il faudrait que la végétation se déplace pour « suivre » le réchauffement et la vitesse qu'elle a démontrée dans les « meilleures » des situations des périodes post glaciaires : je rappelle ici des chiffres extraits des travaux des généticiens et palynologues.

Il y a déjà des cas d'extirpation de populations, c'est un des mécanismes écologiques d'évolution de la répartition, notamment le pin sylvestre dans le sud-est de la France.



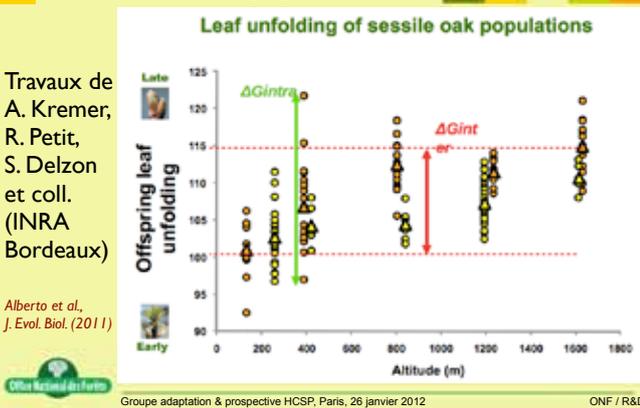
Il y a des travaux significatifs, même s'il ne pas encore très nombreux, sur l'impact de la variabilité intraspécifique sur la résistance au stress hydrique. Ici par exemple, un article récent concernant les tests de provenance de pin maritime et pin sylvestre en Espagne : il s'agit de plantations comparatives permettant d'étudier comment des populations de ces 2 espèces, prélevées à différentes latitudes en Espagne donc sous des contraintes climatiques très variées, réagissent quand on les place dans d'autres climats. On voit ici les simulations du comportement attendu de ces populations dans différents scénarios climatiques, pin sylvestre à gauche pin maritime à droite : chaque courbe correspond à une évolution attendue pour l'une des provenances comparées. Je ne suis pas en mesure de détailler, mais ce qu'il faut surtout remarquer, c'est la gamme d'évolution très large (ça diverge très rapidement à partir de la situation actuelle) et le pronostic d'avenir est assez contrasté selon le matériel génétique qu'on considère. Je ne peux pas en dire beaucoup plus, mais je voulais mentionner l'existence de ces travaux et souligner le fait qu'il faudrait encourager un dialogue entre les résultats de ces travaux issus de la génétique des populations et ceux des travaux issus de l'écologie.

## Position des populations par rapport à leur optimum climatique



Dans la même veine, je vais essayer de résumer la théorie de Rehfeld sur la position des populations par rapport à leur optimum climatique. Diverses populations de pin sylvestre ont été testées à des latitudes très différentes (Amérique du Nord et Eurasie) : on peut ainsi calibrer des fonctions de réponse aux divers paramètres du climat, en général avec un optimum qui définit la situation climatique optimale pour cette population. Lorsqu'on regarde (graphique de gauche) la position de cet optimum par rapport au climat d'origine de la population, la droite en pointillé représentant le cas où ils coïncident, on voit que la majorité des populations se trouvent au-dessus de leur climat de provenance. D'où la notion d'écart des populations à leur optimum climatique, écart qu'on peut examiner en détail et étudier pour d'autres espèces. Le graphe de droite rend compte du même type d'étude appliqué au hêtre (points noirs) et au chêne (points blancs) : on y voit que l'écart à l'optimum climatique du hêtre et du chêne n'est pas le même suivant l'altitude de la population d'origine. Les populations d'altitude ont une marge d'avance relativement importante alors que les populations de basse altitude sont quasiment à zéro, c'est-à-dire qu'elles sont au voisinage de leur optimum climatique. Cet ensemble de résultats est important ; on peut discuter par exemple sur les critères pertinents pour définir le climat (ici ce sont plutôt des critères thermiques), mais en tout cas cette notion d'écart à l'optimum climatique est importante à prendre en compte.

## Forte variabilité intra-population



Voici un dernier exemple sur les aspects génétiques : il s'agit de la variabilité intrapopulation de la date de débournement chez le chêne sessile en fonction de l'altitude d'origine. Ce qui est intéressant ici c'est que la variation entre populations (en rouge) est plus étroite que la gamme maximale qu'on peut rencontrer intrapopulation (en vert). Donc il y a à l'intérieur des populations natives d'arbres forestiers une variabilité génétique incroyable qui donne certains espoirs qu'on puisse voir apparaître des phénomènes de sélection et d'adaptation.

J'en reste là pour la génétique.

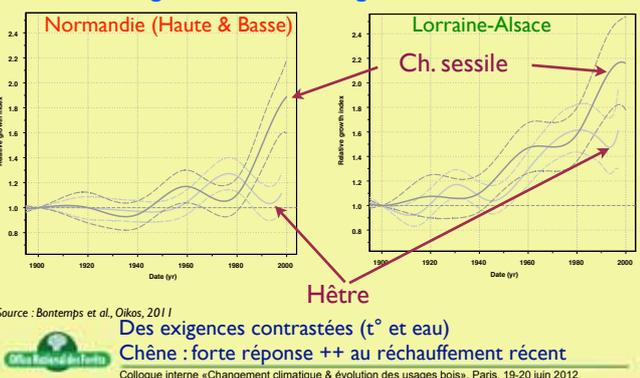
## Autres illustrations importantes pour la gestion

Je voudrais insister sur les **changements de productivité** au cours du 20<sup>e</sup> siècle pour 2 espèces importantes pour l'ONF : le chêne sessile et le hêtre, considérés dans deux régions du nord de la France. Le 1<sup>er</sup> message qui s'en dégage, c'est qu'il y a une augmentation en tendance de la production au cours du 20<sup>e</sup> siècle dans les deux cas.

Le 2<sup>e</sup> message, c'est que cette augmentation n'est pas la même dans les deux régions : elle a été plus forte dans l'est que dans l'ouest et ça coïncide assez bien, de même que l'historique, avec la quantité de dépôts azotés en forêt ; l'essentiel de cette augmentation, jusqu'aux années 80, a été lié à un facteur global qui n'était pas le climat, mais la pollution azotée.

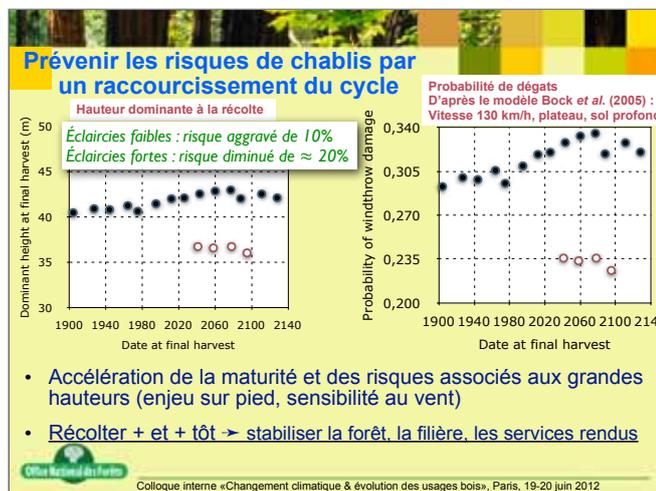
Le 3<sup>e</sup> point, très important pour l'adaptation, c'est la relative désynchronisation et les différences d'historique entre les deux espèces : il faut remarquer l'extraordinaire stimulation du chêne sessile dans les 15 dernières années, en plein dans la bulle

## Niveau de productivité : impacts sur récolte & gestion des mélanges



thermique, alors que le hêtre accusait le coup et connaissait même un accès de faiblesse aux alentours des années de sécheresse de 89-90-91.

Il y a d'autres éléments en ligne de compte, mais on peut faire le pronostic que pour le hêtre on a atteint un maximum de vitalité au milieu des années 80 et que les perspectives vers l'avenir ne sont pas très favorables. Dans le cas du chêne sessile, on a une forte réaction thermique ; les sécheresses des 15 dernières années n'ont pas été si sévères qu'elles aient pénalisé son rythme de croissance et le bilan complet est très impressionnant : sur le plateau lorrain, le chêne sessile a doublé sa vitesse de croissance entre les années 30 et aujourd'hui. Ici l'indicateur c'est la croissance en hauteur, mais on a le même genre de résultat sur la croissance en diamètre et la production des peuplements.



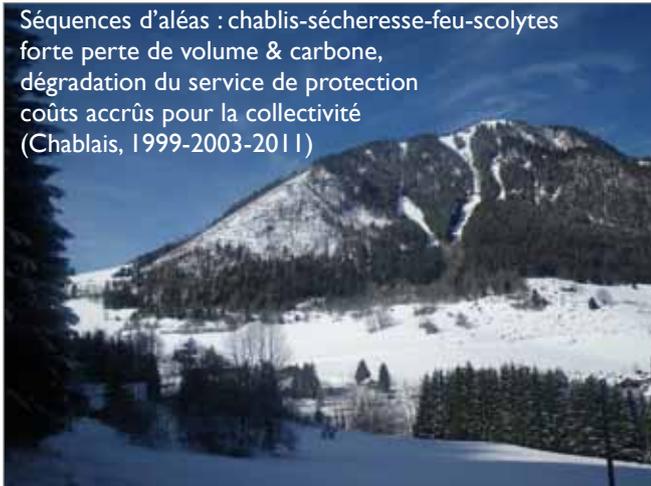
Donc lorsqu'on débat sur le niveau de récolte actuel, il est clair qu'une telle augmentation doit se traduire dans le niveau de récolte, sinon on a une « obésité » des forêts. Le deuxième enseignement concerne le différentiel des espèces : *a priori* la conclusion qu'on serait tenté de tirer c'est que le chêne sessile est parti pour être compétitif que le hêtre dans les stations de l'étude, mais ça ne coïncide pas forcément avec leurs comportements respectifs lorsqu'ils sont à la compétition dans les jeunes peuplements. Ce n'est pas parce que le pronostic d'avenir du chêne sessile est éventuellement un peu meilleur que celui du hêtre sur le plateau lorrain qu'il faut se désintéresser de la dynamique des peuplements au stade de la régénération et négliger les travaux (ne pas laisser le hêtre prendre l'avantage).

Deuxième aspect production, sur le **risque chablis**.

Il y a 5-6 ans, j'ai fait sur un modèle une simulation de l'état des hêtraies de Lorraine à maturité (diamètre 60) pour des stations assez bonnes, de type forêt de Haye. À gauche, on a la hauteur dominante au stade de la récolte (j'ai procédé par générations régénérées tous les 20 ans depuis le 18<sup>e</sup> siècle) : ça commence à 40 m dans les années 1900, puis on commence à capitaliser l'augmentation de productivité, et on finit à 42 m. La différence ne paraît pas énorme, mais les âges ne sont pas les mêmes : 110 ans en fin de période alors qu'on était à 140 ans dans les années 1900, on a plus de hauteur à des âges très inférieurs. À droite, j'ai converti ça en sensibilité à la tempête dans des conditions de type Lothar, grâce aux travaux conduits après la tempête notamment par Jérôme Bock, Pierre Duplat et l'INRA : l'impact est beaucoup plus visible.

L'alternative intéressante à considérer, représentée par les points blancs, est celle de hêtraies qui, à partir des années 80, auraient été éclaircies assez fortement selon les préconisations du BT 31 de l'ONF : elles arriveraient plus tôt au diamètre de 60 cm, et à une hauteur plus faible (37 m), ce qui se traduit à droite par un risque chablis nettement diminué. On a donc des marges de manœuvre avec la sylviculture, et ces marges de manœuvre ont un impact potentiel sur l'évolution de la vulnérabilité au risque tempête. Même si l'aléa lui-même ne change pas (ce qu'ont dit Myriam et Jean-Luc), la vulnérabilité des peuplements augmenterait si on les laissait sur la trajectoire initiale, puisqu'ils seraient plus hauts et plus riches en volume. Il faut avoir ça en tête pour éviter de prendre trop de risques : personne, je crois, n'a envie de revivre les difficultés consécutives à Lothar. En outre, il ne s'agit pas seulement de stabiliser la hêtraie elle-même, mais aussi et surtout les services qu'elle rend, ainsi que la filière qui la consomme.

Séquences d'aléas : chablis-sécheresse-feu-scolytes  
forte perte de volume & carbone,  
dégradation du service de protection  
coûts accrûs pour la collectivité  
(Chablais, 1999-2003-2011)



Je vous présente ici une illustration du risque de dégradation brutale des systèmes dans le cœur même de l'aire répartition des espèces, et pas seulement aux marges sud de l'aire. Il s'agit d'un paysage du Chablais, une hêtraie-sapinière-pessière qui était en bon état, mais qui s'est dégradée à toute vitesse en l'espace d'une douzaine d'années.

On voit ici une grande zone de chablis de 1999, chablis qui n'ont pas été récoltés faute de moyens pour le faire, qui ont donc bien séché et qui ont brûlé en 2003 consécutivement à la sécheresse ; l'extinction de l'incendie a été délicate faute de desserte et il y a eu par la suite des chutes de blocs sur la route, donc des travaux de génie civil (avec du métal) pour remplir le service de protection que la forêt n'assurait plus. On a là un résumé complet d'une situation de la dégradation rapide non seulement de la forêt, mais aussi des services rendus.

Faute de temps je passe sur l'argumentation ci-dessous pour expliquer la nécessité des coupes, et sur les orientations actuelles pour l'adaptation (que nous connaissons tous !).



Argumentation pour justifier les coupes :  
renouveler plus rapidement pour  
- prévenir des dégâts forestiers massifs  
- accroître les capacités adaptatives  
- assurer qualité & continuité des services écosystémiques

### Orientations actuelles pour l'adaptation (INS de 2009)

- **Révolutions + courtes, sylviculture dynamique**
  - récolter plus jeune et moins haut : moins de vulnérabilité / tempêtes
  - éclaircies + fortes : réduire consommation d'eau & stress hydrique
  - favoriser l'adaptation génétique en continu (sélection / résistance)
- **Adapter les espèces, diversifier les mélanges**
  - chênes, robinier, châtaignier ; pins, douglas, cèdre, sapins méditerranéens
  - sauvegarder les populations remarquables en sud d'aire
  - migration assistée : infuser des provenances (+ hybridation ?)
- **Stabiliser les écosystèmes, conserver les stades sénescents**
  - restaurer l'équilibre forêt-gibier (prévenir la pression de sélection)
  - amendement : restaurer la fertilité des sols pauvres/appauvris
  - protéger des μ-habitats à haute diversité (arbres, îlots, réserves)

Colloque interne «Changement climatique & évolution des usages bois», Paris, 19-20 juin 2012

Je vais plutôt terminer en signalant des **besoins de R&D** que nous avons identifiés et que nous exprimons auprès des organismes de recherche.

### Besoins de R&D spécifiques CC exprimés par l'ONF

- **Sciences humaines, économie, conservation**
  - représentations, financement, viabilité
  - connectivité écologique VS propagation des maladies, Natura2000 ?
- **Outils pour l'aménagement**
- **Choix d'essences, quelles nouvelles essences ?**
  - combien d'espèces ? améliorer celles qu'on connaît ou substituer ? quelles régions prospecter ? quand changer ? dans quelle proportion ? associer révolutions courtes et longues ?
  - relancer l'expérimentation (arboretums, plantations comparatives)
- **Amélioration génétique et sylviculture**
  - provenances et variétés pour optimiser le ratio performance/résistance
  - solutions mécaniques : plantation, préparation du sol, exploitation
  - budgets nutritifs, amendements et retour des cendres

Colloque interne «Changement climatique & évolution des usages bois», Paris, 19-20 juin 2012

■ Commençons par la question des sciences humaines, qui paraît fondamentale ; d'ailleurs la Forestry Commission (Royaume Uni) vient de publier un important rapport sur la dimension humaine de l'adaptation. Il ne s'agit pas seulement des représentations de la société, il y a aussi, et d'abord, les nôtres : qu'est-ce que ça nous fait, par exemple, de renoncer à une espèce ? Il y a aussi des questions d'économie, que nous avons déjà évoquées, et tout un ensemble de questions qui concernent les stratégies de conservation dont nous sommes les acteurs ou que nous « subissons » par la réglementation. Il faut s'interroger sur la pertinence et la cohérence des stratégies de conservation de la nature, et notamment sur les possibles contradictions entre l'idée de trame verte, qui cherche à maintenir des connectivités écologiques, et la protection phytosanitaire qui incite à la création de barrières ou freins à la propagation des ravageurs. Ou sur la politique Natura 2000 : est-elle pertinente et robuste face au réchauffement climatique ? Si les forestiers, qui gèrent beaucoup de sites Natura 2000, ne soulèvent pas ces questions, qui le fera ?

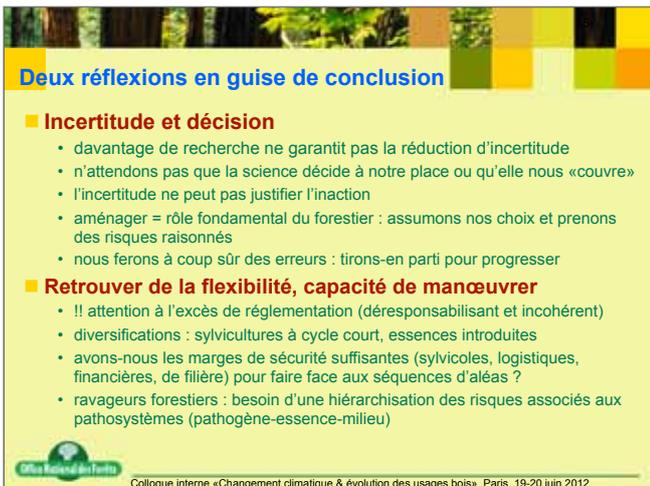
■ Je passe sur les outils pour l'aménagement, même si c'est très important, pour souligner plutôt la question qui sort vraiment : le choix des essences. Il y a un premier aspect stratégique : combien d'essences décide-t-on d'étudier plus en détail (pour l'instant il n'y en a pas tant que ça) ? Est-ce qu'on choisit d'améliorer celles qu'on connaît ou de substituer ? Au colloque de Tours, il y a eu là-dessus un échange de points de vue entre des forestiers qui travaillent sur épicéa de Sitka en Écosse et sur *Pinus radiata* en Nouvelle-Zélande : on se rend compte à les entendre qu'il est difficile de sortir d'un système très optimisé, qui a une forte efficacité sylvicole et industrielle, pour imaginer d'autres essences : c'est un saut dans l'inconnu ; dans un premier temps la tentation est d'essayer d'améliorer le système qu'on connaît (amélioration génétique sur le critère sécheresse, etc.).

■ Il y a enfin beaucoup de questions en sylviculture, sur la manière de réduire la consommation d'eau et le risque de sécheresse, mais pas seulement. Pensons aussi à tout ce qui est lié à la réussite des plantations, au soutien du bon état de l'écosystème, par amendement ou retour de cendres, notamment pour réduire la vulnérabilité au risque de sécheresse : c'est une option considérée dans certains pays.

## Deux réflexions pour conclure

■ Comment prendre des décisions en situation d'incertitude ? Ce qui ressort surtout ces 2-3 dernières années, c'est que non seulement il y a une part irréductible de l'incertitude, comme le disait Jean-Luc Peyron, mais aussi que plus de recherche amène parfois à plus de perplexité. Or si la recherche envoie des messages brouillés qui nous compliquent la vie, il faut le dire. Les chercheurs n'auront pas forcément la possibilité de résoudre la difficulté, mais il faut qu'elle soit exprimée parce que c'est nous qui aurons à décider, qui devons assumer nos choix face à la société, et ce ne sera pas simple. De plus, il n'est guère possible de ne pas de prendre de risques : nous ne pouvons pas, comme les gamins à l'école, rendre copie blanche de peur de nous tromper. Nous allons sans doute faire des erreurs dans certains choix et ce ne sera pas grave si nous savons en tirer parti pour avancer : l'erreur véritable serait de persévérer.

■ Comment retrouver une certaine capacité de manœuvre ? Il n'est pas facile pour nous de manœuvrer, parce que l'ONF est un gros établissement et qu'il est soumis à un ensemble de réglementations quelque peu désaccordé et qui surtout peut être déresponsabilisant : procéder de telle façon simplement « parce que c'est la règle » conduit parfois à une impasse. Il peut arriver que les politiques publiques soient incohérentes entre elles ou qu'elles nous entraînent sur de mauvaises pistes. Il faut savoir repérer et signaler les problèmes. Cependant il y a des diversifications possibles, par exemple les essences introduites ou des sylvicultures très courtes, qu'il ne faut pas écarter totalement même si elles paraissent loin du « logiciel ONF ». On peut se dire par exemple que des sylvicultures très courtes du douglas permettent de faire « tourner »



**Deux réflexions en guise de conclusion**

- **Incertitude et décision**
  - davantage de recherche ne garantit pas la réduction d'incertitude
  - n'attendons pas que la science décide à notre place ou qu'elle nous « couvre »
  - l'incertitude ne peut pas justifier l'inaction
  - aménager = rôle fondamental du forestier : assumons nos choix et prenons des risques raisonnés
  - nous ferons à coup sûr des erreurs : tirons-en parti pour progresser
- **Retrouver de la flexibilité, capacité de manœuvrer**
  - !! attention à l'excès de réglementation (déresponsabilisant et incohérent)
  - diversifications : sylvicultures à cycle court, essences introduites
  - avons-nous les marges de sécurité suffisantes (sylvicoles, logistiques, financières, de filière) pour faire face aux séquences d'aléas ?
  - ravageurs forestiers : besoin d'une hiérarchisation des risques associés aux pathosystèmes (pathogène-essence-milieu)

ONF Réseau des Forêts

Colloque interne « Changement climatique & évolution des usages bois », Paris, 19-20 juin 2012



Merci de votre attention !

le matériel génétique plus vite et que, si c'est couplé à des vergers à graines renouvelés assez régulièrement, c'est un moyen d'évoluer globalement vers les provenances Oregon ou Californie, *a priori* mieux adaptées aux conditions climatiques à venir que la provenance Washington en usage actuellement. Si on n'admet que des révolutions longues, c'est plus difficile. Avons-nous par ailleurs les marges de sécurité suffisantes pour résister aux grosses combinaisons d'aléas ? C'est une question difficile qui met en jeu des aspects très divers relatifs à nos sylvicultures, à la logistique, au financement de l'ONF, à la filière bois (comment écouler les produits s'il y a une grosse catastrophe sur le hêtre ?)...

Enfin il nous faudrait (pour éclairer le choix de gestion, sélectionner de nouvelles espèces, etc.) des messages hiérarchisés en matière de santé des forêts : telle maladie sera une gêne mineure, telle autre peut remettre en cause ponctuellement les choix d'aménagement, telle autre encore pourrait ruiner toute une filière locale...

Il y aurait encore beaucoup à dire, mais je vais en rester là.

## Questions/Réponses

### sur la gestion des forêts face au changement climatique

**Bruno Chopard, département R&D : M. Penneroux, vous avez décrit les idées fortes et principes qui sous-tendent les choix de gestion de la SF-CDC et les évolutions sylvicoles que vous envisagez : pourriez-vous donner des exemples pratiques, en particulier pour le choix des essences ? Vous avez parlé du robinier pour les feuillus ; avez-vous une stratégie chez les résineux pour privilégier telle ou telle essence ou provenance, quitte à ce que ce soit au détriment consenti de la production ? Par exemple privilégier pour le douglas des provenances californiennes que l'on sait un peu moins productives que Washington ? Et cela se traduit-il concrètement par des évolutions de votre panel d'essences ?**

**Max Penneroux :** Les réponses sont en partie dans la question. À la Société forestière on aime bien le douglas, parce que c'est une essence appréciée des utilisateurs. On essaie donc en premier lieu de faire du douglas en recherchant dans l'aire d'origine, qui est très vaste, des provenances qui pourraient être mieux adaptées au changement climatique, au détriment, effectivement, de la croissance : nous sommes dans le réseau d'essais, nous essayons d'introduire le douglas californien dans nos plans de gestion, à dose homéopathique pour l'instant (c'est plus ou moins bien accepté par les CRPF). Le panel d'essences résineuses évolue donc : d'abord le douglas, mais nous passons aussi assez largement au mélèze d'Europe que nous connaissions mal (on peut mettre en avant l'avantage risque au vent), puis au pin laricio (nous n'avons pas de pin sylvestre en production : problème de révolution), et nous avons des essais de plantation de cèdre. Rien

d'autre actuellement. Pas de pin noir d'Autriche, par exemple ; pas de Nordmann ou autres sapins méditerranéens non plus : ils sont sur nos listes, mais on n'a pas fait d'essais, là encore pour des problèmes de révolution. En revanche, on va peut-être refaire un peu de grands, même si c'est un risque, parce qu'en 30 ans les bois peuvent faire 0,8 m<sup>3</sup> de volume moyen.

**Brigitte Musch, CGAF :** Précisons pour le douglas qu'on utilise actuellement une provenance Nord-Washington qui produit bien ; on a aussi, comme alternative vis-à-vis de la sécheresse, une provenance californienne mais elle ne correspond pas tout à fait ce qu'on recherche, d'où l'idée de reinspecter l'aire d'origine aux USA.

**Alexis Hachette, SNTF-FO et RUT à Vierzon.** Pouvez-vous préciser la politique de la SF-CDC en matière d'éclaircie : quelles rotations pratiquez-vous en feuillus et en résineux, vu la nécessité de minimiser l'exposition aux risques et maximiser le rendement économique ?

**Max Penneroux :** Sans entrer dans le détail, il est clair que, quand un peuplement sort d'éclaircie, il est très fragilisé au vent, voire aussi aux attaques de scolytes ou autres pour les résineux. Aujourd'hui on cherche, en phase de régénération naturelle ou en plantation, à arriver très rapidement des densités relativement faibles, dans une gamme qui varie selon les essences de 1 000 à maximum 2 000 tiges/ha, pour pouvoir ensuite diminuer le nombre d'éclaircies. C'est plus facile pour les résineux que pour les feuillus puisque les révolutions sont beaucoup plus courtes. En outre, une éclaircie plutôt en fin de course permet de garder une certaine latitude d'action puisqu'on peut à la fin la faire ou pas et prolonger la révolution.

L'idée est donc de retarder la 1<sup>re</sup> éclaircie pour rentrer dans des bois qui sont déjà utilisables en sciage, et limiter le nombre des éclaircies suivantes.

**Renaud Klein, DTCB :** Sur la stratégie d'adaptation, on a vu qu'un des éléments importants est d'assurer autant que possible le mélange des essences, mais un des freins majeurs à ce mélange est l'impact du grand gibier sur la régénération forestière. Le problème n'est certes pas du même ordre que les aspects scientifiques qui ont été présentés, mais c'est une réalité de terrain très contraignante. La régulation des populations d'ongulés est dans la main de l'administration et des politiques publiques ; or les gestionnaires forestiers sont les seuls à porter le message et se heurtent à d'autres composantes de la société, en particulier aux chasseurs. Je n'ai pas de question, mais un souhait : que les gestionnaires forestiers ne soient plus les seuls mais que d'autres intervenants fassent mieux ressortir cette préoccupation même si elle ne relève pas d'un questionnement scientifique. Cela pourrait contribuer à ce que les politiques publiques prennent bien en compte cette situation inquiétante.

**Bernard Gamblin :** C'est une excellente remarque, et cela n'a probablement pas été assez souligné, en effet. C'est un obstacle important pour les forestiers et vis-à-vis de l'adaptation au changement climatique. En particulier, si on pense aux feuillus précieux pour ces mélanges, ils sont malheureusement très appréciés par les cerfs.

**Max Penneroux :** il est important qu'il y ait une action commune entre l'ONF et autres gestionnaires forestiers parce qu'on est, si on pense notamment au cerf, sur des bassins très vastes et on ne peut pas agir auprès des fédérations et de l'ONCFS s'il n'y a pas un soutien global de toutes les parties du territoire.

**Bernard Gamblin :** Je pense en effet qu'il faut y aller tous ensemble, y compris avec les Communes forestières (dont les représentants sont malheureusement absents ce matin).

**Jean-Luc Peyron :** En tant que membre du comité scientifique de l'ONF, je voudrais ajouter qu'on en a déjà parlé dans cette instance, qu'on en reparlera et que le comité scientifique serait tout prêt à se saisir du dossier. Une façon de s'en saisir serait de faire un papier scientifique à la façon, toutes proportions gardées, dont le GIEC a fait prendre conscience du changement climatique. Un papier à partir de documents scientifiques montrant l'étendue des dommages possibles : pour les populations de gibier elles-mêmes, pour la santé humaine, pour les arbres, pour les animaux d'élevage, etc. Si on met bien sur la table l'ensemble des conséquences d'une surpopulation de gibier, on peut avoir un rôle d'action.

**Bertrand Wimmers, DA Nord - Pas-de-Calais :** Le coût des assurances pour une forêt, c'est de quel ordre ? Est-ce un forfait/ha ? On parle beaucoup de ça, mais je suis complètement sec.

**Max Penneroux :** En matière d'assurances, il y a une évolution. Certaines portent sur la perte d'exploitation, d'autres sur la reconstitution des peuplements et d'autres enfin qui peuvent être mixtes. Aujourd'hui nous travaillons surtout avec des assurances qui sont sur la perte d'exploitation, et on fixe le capital de perte d'exploitation : en gros, on a un peuplement de tant de m<sup>3</sup> à tant d'euros le m<sup>3</sup> et on estime que si ça tombe (arbres enchevêtrés, charges d'exploitation plus forte, chute des cours...) on aura une perte de l'ordre de 20 ou 30 % sur la valeur du peuplement selon qu'on est optimiste ou non. Jusqu'à présent l'aspect reconstitution était assuré par l'Europe et l'État français puisqu'on peut considérer que les forestiers ne sont pas, et de loin, les seuls à profiter de la forêt (il y a bien d'autres fonctionnalités) ; mais les choses évoluent, l'État semble se désengager sur la partie assurance à moyen terme, au-delà de 5 ans. Il y a par ailleurs des consultations pour des assurances européennes qui n'ont pas encore donné de résultat. Aujourd'hui on est à un prix qui varie suivant les régions (c'est plus cher pour le pin maritime aquitain que pour les feuillus de l'est de la France), mais qui donne, pour des peuplements feuillus, une récupération de 3 000 € de capital pour 10 € de cotisation ; c'est à peu près l'échelle en feuillu, mais c'est plus cher pour les résineux.

**Anne-Marie Granet, Direction de l'environnement :** À propos de choix des essences, j'ai un peu le sentiment, d'après les trois dernières interventions, qu'on se focalise beaucoup sur les services de production : quelles réflexions sont en cours aujourd'hui sur la façon d'assurer aussi les autres services écosystémiques rendus par la forêt ? Jean-Luc Peyron a notamment parlé d'acceptabilité des changements d'essences : qu'y a-t-il derrière le mot d'acceptabilité dans le groupe européen ?

**Bernard Gamblin :** On n'a pas parlé que de production, loin de là ; on a parlé aussi, entre autres, de reconstitution de l'état boisé et ce qui vient d'être dit a de quoi inquiéter : si l'État se désengage dans le côté assurance, ça revient à dire à nouveau que la production de bois serait seule à devoir financer la reconstitution de la forêt, avec tous ses services très bien décrits par les divers intervenants ce matin.

**Jean-Luc Peyron :** Quand j'utilise le mot « acceptable », je l'utilise d'une façon un peu floue, l'idée étant de sortir de la notion d'optimum, qui n'a plus de sens en contexte changeant et incertain. Ce qu'il faut rechercher, c'est donc des systèmes qui soient acceptables, qu'on puisse accepter : c'est un peu différent de l'acceptabilité sociale, mais ça peut aussi inclure cet aspect. Une façon de représenter ça c'est de regarder la production : des peuplements qui ne produiraient plus beaucoup seraient sans doute aussi des peuplements en mauvaise santé qui n'assureraient plus la plupart de leurs rôles. Je pense que dans un premier temps il faut balayer de façon relativement large pour la gamme des essences avant de prendre une décision, en regardant l'ensemble des services ; et il faudrait aussi que ces services soient rémunérés tous à leur juste valeur, c'est aussi un problème d'acceptabilité ou plutôt de cohérence sociale.

## Table ronde : Quelles orientations sylvicoles ? (mix-produits, essences, diamètres)



### Participants

Alain Bailly : FCBA

Laurent Denormandie : Fédération Nationale du Bois

Jean-Luc Guitton : Ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire

Hervé Le Bouler : France Nature Environnement,

Olivier Picard : CNPF - Institut pour le Développement Forestier

Jean-Christophe Pouët : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

Philippe Siat : Scierie Siat-Braun

### Animation

Jean-Luc Peyron



Après l'ensemble des exposés, nous sommes invités maintenant à discuter des orientations sylvicoles futures : c'est une réflexion relativement grave qui se déclinera en 3 questions : quels produits vise-t-on ? avec quelles essences ? et quels diamètres ?

Le thème général du colloque porte lui aussi sur les orientations sylvicoles face au changement climatique et aux évolutions des usages du bois :

- par l'atténuation, le changement climatique est susceptible d'influer sur les stratégies de production en parallèle avec les attentes de la société et les possibilités offertes par la technologie ;
- par ses impacts, il peut aussi influencer directement sur l'offre de bois et la sylviculture dans le cadre des mesures d'adaptation.

Ce sont là les mots clés de ce colloque : atténuation, adaptation, technologies, produits du bois.

Je résume rapidement le colloque pour les participants de cette table ronde qui n'ont pas pu être des nôtres jusqu'ici. Hier on a vu que, globalement, l'économie du bois est par moments en situation difficile avec : des prix pas toujours très

attractifs, une mobilisation pas toujours à la hauteur des ressources, des importations importantes de résineux, des exportations de grumes feuillues qui d'ailleurs connaissent des hauts et des bas, ce qui crée des dépressions dans le cas de certaines essences comme le hêtre. On n'a pas vraiment essayé de faire de prospective sur les prix du bois, peut-être nous direz-vous ce que vous en pensez ; on a plutôt insisté sur les possibilités d'innovation en matière de fibres, énergie, ameublement, construction. Aujourd'hui on a parlé essentiellement du changement climatique qui soulève de grandes incertitudes, et quand on a des certitudes elles ne sont pas toujours très optimistes ; néanmoins la sylviculture a des ressources, des marges de manœuvre : le mélange d'essences peut permettre de faire face aux crises biotiques, la génétique ou la plasticité des essences peut aider surmonter une partie du changement climatique, etc. Mais on s'attend cependant à de grands problèmes face auxquels il faut prendre position.

Le titre de la table ronde suggère de s'organiser en 3 thèmes : les produits qu'on peut viser, les essences qu'on peut cultiver et les dimensions jusqu'auxquelles

il faudra les conduire. Pour en discuter, nous avons autour de la table 7 personnalités que nous présenterons au fur et à mesure. Je suggère que chacun se prononce globalement sur ces 3 sujets puis on passera aux questions de la salle en essayant de les sérier selon les 3 thèmes.

Je passe tout d'abord la parole à Philippe Siat, connu pour les industries, les scieries de résineux qu'il possède en Alsace, et qui peut intervenir en particulier sur les demandes la société, notamment sur celles auxquelles il a à faire face en tant que scieur de résineux et sur ce qu'il en conclut pour ses approvisionnements en bois.

### Philippe Siat



Je suis en effet responsable d'une scierie résineuse à 40 km de Strasbourg, la scierie Siat : 280 personnes, un petit 400 000 m<sup>3</sup> de sciages par an ; une cinquantaine de camions quittent la scierie tous les jours en direction des grandes surfaces de bricolage et des négoce de matériaux. Nous exportons très peu, nous livrons sur toute la France du bois résineux en provenance du massif vosgien pour au moins 80 %, avec un petit approvisionnement dans les Ardennes, en Forêt-Noire et dans le Doubs. L'entreprise fêtera ses 200 ans en 2018.

Le souhait des scieurs est de servir les clients : ce n'est pas nous qui avons des souhaits, mais le consommateur, c'est-à-dire vous tous. Or ce que veut le consommateur en matière de sciages résineux, c'est un produit de bonne « qualité » (et pour lui la qualité est souvent liée à la nodosité), à un prix compétitif, car le bois est un produit cher qu'il cherche à économiser. La charpente industrialisée a été calculée pour consommer le moins

de bois possible sur une maison ; même chose pour la charpente en général, ce qui a fait diminuer régulièrement les sections dans les 30 dernières années. Cela permet d'ailleurs une utilisation de plus en plus importante du bois aussi bien en charpente que dans tout ce qui est ossature. Historiquement la part du bois de la scierie résineuse était du bois humide ; aujourd'hui il faut des bois secs pour toutes les utilisations MOB (maison à ossature bois), construction de murs, etc., et ces usages sont train de progresser doucement : actuellement la MOB représente environ 10 % du marché. Cela va aussi dans le sens de la réduction des dimensions, car on ne peut sécher efficacement que des petites sections

Cette demande bois de petit diamètre s'impose à toute notre profession. Dès qu'on est dans les petites sections, il faut une nodosité discrète. Je ne parle pas de défauts, mais, pour le consommateur, un nœud est une singularité qui s'apparente à un défaut : peu importe le nombre, plus le nœud est blanc et adhérent, mieux il est toléré et ça permet d'utiliser le bois (épicéa, douglas) par opposition au bois d'un vieux sapin dont le consommateur ne veut pas, même s'il a une meilleure résistance (cf. propriétés mécaniques du sapin). Lorsqu'on fait en grande surface le test de proposer deux piles de sciages de même section, une pile de sapin (issu de gros bois, vu la ressource) et une pile d'épicéa (issu de bois plus petits), le consommateur se sert systématiquement dans la 2<sup>e</sup> pile simplement parce qu'elle a une nodosité de petit bois. C'est pour ça qu'il ne faut pas dire que les scieurs, ou leur technologie, exigent ce type de bois : c'est vraiment le consommateur.

À côté de ça, la technologie est une aide. Nous avons une scierie Canter pour les bois de 20 à 50 cm de diamètre petit bout et qui scie 3 500 m<sup>3</sup> par jour en deux équipes de 30 personnes. À côté, nous avons une ligne de sciage de bois de gros diamètre à base de scie à ruban ; sa capacité de sciage est de 250 m<sup>3</sup> de grume par jour avec environ 30 personnes. Le coût de sciage des bois de gros diamètre est donc sans rapport avec celui des bois de petit diamètre.

Dès lors que les coûts de main-d'œuvre représentent systématiquement 50 % du coût de revient de leur transformation, les gros bois ne sont pas près de prendre de la valeur dans l'avenir, au contraire. L'évolution des prix des bois de gros diamètre par rapport à celle des bois plus petits s'impose à nous tous, il faut ouvrir les yeux. En outre, le rendement des gros bois est aussi décroissant du point de vue de la qualité (utilisation), puisqu'on sèche plus facilement du bois à nœuds adhérents et blancs que des bois à nœuds noirs dont la densité et la façon d'adhérer seront différentes.

Dans l'esprit du thème de votre séminaire, je pense qu'on a une « chance » historique en ce moment, dès lors que le réchauffement est un constat incontournable : c'est la convergence entre la nécessité de faire des rotations sylvicoles plus courtes (pour l'adaptation des forêts) et la demande du consommateur pour les petits bois, du moins en résineux, car je n'ai pas qualité pour parler des feuillus. Il faut pouvoir saisir cette chance. Pour les résineux, l'avenir est dans les bois de plus petits diamètres et c'est une grosse erreur dans certaines régions d'ignorer le douglas, d'avoir encore des projets de culture de gros sapins (je ne parle pas du sapin qui aurait une utilisation autre qu'industrielle), et de négliger l'épicéa. Car même s'il est plus rustique sur certains points, le sapin se sèche très difficilement par opposition à l'épicéa (sans compter sa sensibilité au gibier, mais c'est un autre sujet). Or nous ne plantons plus d'épicéa : on n'installe en France que 25 millions de plants d'épicéa par an contre 330 millions en Allemagne, 360 en Suède, 1 milliard en Pologne. Il faut très rapidement réanalyser notre politique d'investissement au niveau des résineux pour préparer l'avenir et repartir dans la bonne direction, et des réunions comme aujourd'hui sont très importantes pour nous tous : ne laissons pas passer cette chance de la convergence très forte entre les mesures liées au réchauffement et la demande des consommateurs, même si ça semble un discours difficile par rapport à tout ce qui a été fait dans les dernières années. Je vous remercie.

*Laurent Denormandie, président de la FNB (entre autres, il précisera le reste), va pouvoir compléter les propos de Philippe Siat en nous parlant notamment des feuillus et des perspectives de la filière.*

### Laurent Denormandie



Je suis effectivement président de la Fédération nationale du bois, mais je suis d'abord un scieur et exploitant forestier et, contrairement à Philippe Siat, un pur produit feuillu ; mon entreprise est aussi de taille beaucoup plus modeste. C'est une scierie de feuillu (chêne, hêtre, frêne), avec aussi un atelier de merrain, qui emploie 25 personnes et qui transforme 10 000 m<sup>3</sup>/an ; ça représente assez bien l'archétype de la scierie feuillue traditionnelle et chacun reconnaîtra sans doute dans mes propos le scieur qu'il rencontre sur le terrain.

La contrainte, en feuillus, c'est qu'on travaille avec des rubans : nous n'avons pas la productivité ouverte par les canters. De façon inhérente au ruban, nos capacités de sciage sont modestes et nous avons donc tendance à vouloir scier des gros bois : sur un ruban c'est moins de maintenance, les temps d'aménagement et de griffrage étant très longs. Une fois que la lame est dans le bois, plus la bille est grosse et meilleure est la rapidité de sciage. On cherche donc des gros bois, mais on est peut-être « en haut de la courbe » parce qu'on voit les marchés se modifier. On ne nous demande plus de bille reconstituée mais plutôt des produits en plots dépareillés ou en semi avivés, mais plus de la bille reconstituée, notamment pour le chêne et le hêtre, et on peut arriver à ces produits-là dans les qualités de choix avec des diamètres un peu plus petits. À

l'exportation, quand on fait des containers de sciages ou avivés les sections sont des sections internationales, on n'a pas besoin de très gros diamètres. Même dans des niches comme le merrain, un marché très important pour l'ONF, les diamètres qui vont bien sont de 50-60 cm et pas forcément du 80, même si dans la Futaie des Clos les très gros diamètres atteignent des prix astronomiques. Se pose aussi le problème de la disparition en France et en Europe de la capacité de transformer les billes de tranche : c'est une valorisation des gros diamètres qu'on a perdue parce que le marché est passé à autre chose. Le phénomène gros bois en feuillu n'est donc pas un objectif systématique : on a besoin d'un certain diamètre, mais le très gros diamètre qui était bien valorisé dans les billes de plot à destination de certaines niches du négoce est remis en cause.

D'ailleurs, et c'est très nouveau, le marché du plot traditionnel est en train de chuter. Le négoce (qui assure en France 30 à 40 % de la distribution des produits bois) accuse un arrêt assez brutal de la distribution des plots parce que les artisans demandent autre chose, des produits de 2<sup>e</sup> génération comme on en connaît pour le résineux et qui là non plus ne demandent pas de gros diamètres : carrelets, produits collés, assemblés, etc.

Y a-t-il possibilité pour nous de moderniser l'outil de travail pour arriver à des modèles de Canter ou des télé-twins... plus rapides que nos rubans traditionnels ? C'est possible sur certaines gammes de diamètres : si on est capable, dans certaines régions, de quantifier des volumes disponibles de hêtre de 30-35 en 1<sup>re</sup> éclaircie dans des futaies assez homogènes, on peut tenter de les industrialiser. L'entreprise Gastebois a essayé de scier des petits hêtres dans un outil dédié au résineux : il y a des possibilités, mais il faut une matière première très homogène, ce qui n'est pas toujours simple. On peut aussi imaginer de scier du peuplier de façon plus industrielle pour l'emballage si on trouve du matériel ad hoc (ce qui n'est pas le cas aujourd'hui), vraisemblablement avec des télé-twins. Mais on en est vraiment aux prémices.

Pourquoi devra-t-on s'y coller ? Pourquoi y voit-on des possibilités ?

Premièrement, on voit arriver dans le marché d'aujourd'hui un jeu de chaises musicales possible. L'étude Lochu, commanditée par France Bois Forêt à la demande de la FNB et du Commerce du Bois, vient de sortir : elle examine en détail les segments de marché et montre par exemple que dans des métiers comme celui de la terrasse on utilise beaucoup de produits d'importation et que c'est essentiellement du pin ; on y découvre aussi que le douglas est encore très utilisé en l'emballage, qu'en feuillu on fait aussi de l'emballage... On peut donc imaginer, avec un peu de volonté interprofessionnelle, de recadrer les essences dans des utilisations porteuses : le douglas devrait par exemple se concentrer, avec de la valeur ajoutée, sur la charpente ; ce faisant, il manquera à l'emballage qui devra retrouver une source d'approvisionnement, ce qui permettrait au feuillu, notamment au peuplier, d'acquiescer ses lettres de noblesse de façon un peu plus conséquente au niveau industriel en apportant une solution. Il y a là un jeu de chaise musicale qui n'est pas figé du tout et qui offre une réelle possibilité pour le feuillu de s'introduire sur certains segments en lieu et place d'un résineux qui y était installé et serait mieux valorisé ailleurs.

Le 2<sup>e</sup> aspect c'est qu'il va falloir, avant d'anticiper les essences qui vont aller bien avec le changement climatique, assumer pour la période à court terme les essences qui nous sont disponibles. Nous avons à nos portes des quantités de pin ou de hêtre qui vont arriver de façon plus massive à cause du changement climatique. Nous connaissons tous dans les hêtraies picardes des cantons où le hêtre commence à fatiguer... donc on peut avoir brutalement des volumes conséquents à écouler. La filière doit être capable d'accompagner la mise en marché à laquelle les forestiers seront contraints, de trouver des débouchés pour ces produits. J'ai été frappé par le cas des terrasses : sur 200 000 m<sup>3</sup> de pin posés en France chaque année, il y a 150 000 m<sup>3</sup> d'importation en provenance des pays de l'Est ou du Brésil.

Les distributeurs disent clairement que ce goût pour le pin du Brésil vient de ce qu'il a de tout petits nœuds (grâce à une sylviculture intensive avec de l'élagage), mais que si on peut leur proposer des produits équivalents en lamellé-collé ou abouté-collé, il y a une possibilité pour le pin français. Le marché est-il mûr pour accepter ces produits lamellés-collés ou aboutés, avec évidemment des colles écologiquement certifiées qui résistent aux usages extérieurs ? Si oui, notre pin maritime pourrait s'y tailler la part du lion. Les choses ne sont donc pas bloquées, mais les feuillus pourront-ils prendre le virage ? Que sommes-nous capables de faire par exemple avec le hêtre ? Il y a une réelle volonté d'explorer les possibilités d'utilisation du hêtre en structure (et l'ONF n'y est pas étranger) : on le fait avec enthousiasme, mais aussi avec réalisme. Il n'y aura pas demain de MOB 100 % hêtre, mais il devrait être possible de l'utiliser dans certaines parties (panneaux, sols) moyennant que, techniquement parlant, on ait fait ce qu'il faut pour l'adapter à ces conditions qui sortent de sa gamme habituelle d'usage.

Voilà les défis auxquels nous sommes confrontés ; voilà ce que je pouvais vous dire à brûle-pourpoint sur les feuillus, avec un peu de prospective.

*Poursuivons avec Jean-Christophe Pouët, qui représente l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie : de là, il voit plus « large » que les marchés du bois.*

### Jean-Christophe Pouët



Au sein de l'Ademe, je suis plus précisément chef du service Bioressources, qui traite de ce qui touche à la valorisation de la biomasse (dont le bois) dans différentes utilisations :

- énergétique thermique : chauffage individuel, chez les industriels, réseaux de chaleur dans le secteur collectif ou tertiaire ;
- en biocarburants ;
- dans la chimie du végétal, la molécule issue du végétal remplaçant la molécule de pétrole dans les plastiques, etc.

Je n'ai pas d'exigence particulière à formuler pour le bois énergie (j'ai coutume de dire qu'il faut faire le plein d'« essences »), mais je souhaite rappeler surtout un préalable que nous martelons chaque jour auprès du grand public, des ministères de tutelle et de la Commission européenne : les politiques de développement des énergies renouvelables (ENR), dont la biomasse, doivent **s'inscrire d'abord dans une politique de maîtrise des consommations d'énergie** ; si on continue comme on faisait auparavant nous allons dans le mur, ENR ou pas. Cette politique est en route, même si on ne le voit pas tous les jours : affichage CO2 pour l'incitation à l'achat de véhicules qui en rejettent peu, donc qui consomment de moins en moins, nouvelle réglementation thermique pour les bâtiments neufs, réglementation à venir pour l'habitat ancien, etc. D'ici 2020, on verra vraiment le résultat de cette maîtrise des consommations et ça vaudra le coup alors de persévérer dans les énergies renouvelables.

Une politique de soutien aux ENR repose aussi sur une politique de développement du bois dans la construction et l'emballage. Parce que l'utilisation du bois pour l'énergie, c'est la dernière roue du carrosse ; ça devient intéressant de penser à l'énergie quand on en a fini avec les autres usages du bois : matériau (y compris à partir de sous-produits, comme dans les panneaux d'aggloméré), emballage, papier, etc. Cela inclut aussi une politique de soutien au sciage (une scierie c'est 50 % de produits, 50 % sous-produits), parce que les scieurs sont un

maillon essentiel, la matière première passe par eux : si les grumes partent en Chine, les « déchets » restent là-bas et on ne les voit évidemment pas revenir pour l'énergie. Et cela suppose enfin une forte politique du recyclage (c'est aussi le métier de l'Ademe) : il y a encore beaucoup de bois qui finissent en centre d'enfouissement ou brûlé à l'air libre...

Voilà donc le postulat de départ : une politique de développement des ENR (biomasse) repose sur la maîtrise de l'énergie et sur le soutien au bois matériau de construction, aux industries du sciage, au recyclage.

Il faut le dire parce que la politique des énergies renouvelables est très visible actuellement ; on ne parle que de ça. Une directive européenne impose des objectifs à chaque État membre à l'horizon 2020 : 20 % d'ENR à l'échelle européenne, 23 % pour la France et 10 % dans les transports, que ce soit sous forme de biocarburants ou d'électricité produite à partir d'une ressource renouvelable. La directive a été traduite en droit français, au travers de lois et d'un plan d'action pour le développement des ENR officiellement déposé à la Commission : la part de la biomasse énergie représente 60 à 70 % de l'objectif, c'est considérable. La traduction se fait aussi de façon opérationnelle dans la fiscalité (TVA réduite, crédit d'impôt pour les particuliers), dans les mécanismes d'achat de l'électricité (tarifs d'achat, appels d'offres de la CRE) et dans un autre mécanisme, confié à l'Ademe : le fonds chaleur.

En 2020 les objectifs visent à la fois le chauffage domestique, le chauffage collectif tertiaire (réseaux de chaleur), le chauffage dans l'industrie, la production d'électricité et les biocarburants. Il y a une vraie directive, avec de vrais objectifs assignés à chaque État membre, reste à préciser ce que l'Ademe attend de la forêt, notamment de la forêt publique, au nom de l'État. Ces attentes, il y en a 5, sont les suivantes :

1 – de la réflexion stratégique ; il ne s'agit pas de s'opposer aux lois et directives, il s'agit de dire comment on va les atteindre : moyens techniques,

scientifiques, économiques, problèmes de régénération, questions de biodiversité, questions de sol, il faut nous aider à répondre ;

2 – la meilleure gestion possible des forêts (c'est votre cœur de métier), en incluant les questions de certification ;

3 – l'évaluation des ressources pour anticipation du futur, car il faut entre autres garantir l'approvisionnement des unités de chauffage pour 20 ans minimum ;

4 – la mise à disposition du bois sur le marché, pour alimenter les scieurs et, au-delà, les chaufferies ;

5 – un message clair enfin, parce que la parole de l'ONF compte plus que vous ne croyez : jusqu'où peut-on aller ou pas ? sous quelles conditions ? Les autorités publiques prendront cette parole en compte, quitte à corriger le tir si on est trop ambitieux ou à en faire un peu plus si c'est possible.

*On est là au cœur de ce qu'on appelle aujourd'hui l'économie verte... Nous écoutons maintenant Jean-Luc Guitton, qui est à la sous-direction de la forêt et du bois au sein du ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire : du ministère, il a une vision globale à la fois sur le changement climatique et sur les usages du bois.*

## Jean-Luc Guitton



Vision globale, en effet ! L'adaptation de la forêt et de la filière aux problèmes que soulève le changement climatique va entraîner des changements, que le ministère doit accompagner. Mon propos s'organise en 3 grandes réponses.

Garantir la gestion durable des forêts. Pour la forêt publique, c'est une mobilisation aussi bien au niveau central que

dans les DRAAF qui agréent les aménagements. Il y aura sans doute à revoir les documents-cadres, pour y intégrer les questions de changement d'essences et évolutions nécessaires de sylviculture pour s'adapter au changement climatique. Il faut prévoir des négociations avec le ministère de l'Environnement puisque la gestion forestière a deux volets : produire du bois, mais aussi préserver la biodiversité, avec toute la question de la conservation des habitats. Le ministère de l'Environnement est actuellement sur une position assez ferme de conservation des habitats excluant l'introduction généralisée de nouvelles essences.

Soutenir la filière. Il y a en particulier à réduire le déséquilibre entre l'immense masse de feuillus que produit la forêt française et les possibilités qu'on a de travailler avec les feuillus : il faut leur trouver des utilisations. Le FCBA, que le ministère subventionne, doit travailler à normalisation des feuillus pour qu'ils puissent être utilisés en construction, mais aussi à l'innovation et la recherche de nouveaux produits pour inciter l'industrie à investir dans l'utilisation des feuillus. Il y a aussi les aides directes, même si les budgets ont sérieusement tendance à se réduire : les subventions Adibois représentent quand même quelque 4 millions d'euros (ça donne un coup de pouce aux scieurs) et il y a depuis cette année les prêts participatifs Oséo qui connaissent un grand succès, qui semblent bien répondre à la demande des scieurs pour constituer des fonds propres pour faire face aux investissements, et que nous comptons bien continuer à mettre en place.

Soutenir l'adaptation de la forêt au changement climatique. C'est l'objet du volet forêt du Plan national d'adaptation au changement climatique, un volet ambitieux en 5 actions dont :

- un effort important de développement de la connaissance (la R&D), pour répondre aux questions sur les essences adaptées qu'il y a au climat de la fin du siècle, sur leur autécologie ; un volet d'expérimentation par des arboretums et des expérimentations sur la sylviculture ;
- le transfert aux propriétaires forestiers,

en particulier avec le RMT Aforce, qui travaille à la caractérisation de la réserve en eau des sols, un des points fondamentaux pour demain ;

- l'aide aux travaux sylvicoles (cela dépendra en particulier des négociations sur les fonds Carbone) ;
- et enfin les assurances (ça concerne moins la forêt publique) et la gestion de crise.

Beaucoup de travaux en perspective, donc, de façon à mieux connaître et mieux apprécier l'ampleur du changement et les possibilités d'adaptation de la forêt aussi bien au changement climatique qu'à la demande de la société en bois et dérivés.

*Continuons le tour de table avec Alain Bailly, qui dirige le pôle biotechnologies et sylviculture du FCBA : pour vous, en termes d'essences les jeux sont faits, mais les questions de dimensions, elles, sont importantes.*

## Alain Bailly



Nous avons, à FCBA, une position singulière dans ce paysage, parce nous sommes, en quelque sorte, des intégrateurs. Nous avons entendu la parole des scieurs, on connaît les problèmes forestiers, on entendra la parole de la forêt privée tout à l'heure... et nous, nous essayons d'intégrer tout ça.

L'exemple du diamètre d'exploitabilité en donne une excellente illustration. C'est un sujet extrêmement complexe qui nécessite de trouver des compromis pour concilier toutes les contraintes, parfois contradictoires :

- pour la sylviculture, quand on augmente le diamètre on augmente les

risques (face au changement climatique, aux tempêtes, etc.), mais si on récolte trop tôt, les cycles biogéochimiques ne seront pas optimisés et cela peut poser un certain nombre de problèmes ;

- quand on parle de valeur (économique) des bois sur pied, elle varie fortement en fonction des diamètres et des essences ;
- quand on parle de valeur carbone, c'est un peu pareil ; on pourrait penser que les gros diamètres stockent beaucoup de carbone, mais parallèlement pour le bilan des gaz à effet de serre, l'exploitation de diamètres un peu plus petits dynamise la forêt et *a priori*, en terme de substitution, c'est plutôt mieux ;
- quand on parle d'exploitation, si on augmente des diamètres on augmente la productivité de l'exploitation, mais on perd un peu de productivité des machines sur les branches (branchaison plus difficile), et il y a en plus les questions de déplacement en sous-bois...
- mêmes discussions enfin pour les questions de transport, ou d'outils industriels...
- quand on s'intéresse aux qualités, il y a la question importante du bois juvénile : comment peut-on, en diminuant les diamètres, faire en sorte qu'il y ait moins de proportion de bois juvénile ou un bois juvénile de meilleure qualité ? Et pour le classement, il y a la question de l'homogénéité des lots de bois. Dans les scieries, c'est cette homogénéité qui peut faire la différence...

Notre problème, ou notre position originale, c'est de répondre à des demandes qui sont chaque fois de ce type-là : comment trouver les meilleurs compromis possible entre toutes ces considérations ?

En conclusion, je voudrais passer le message suivant. Comme, *a priori*, la demande de bois va augmenter dans un avenir assez proche, il va falloir remettre en mouvement un certain nombre de forêts ce qui me conduit à attirer votre attention sur deux points :

- je pense que les gros bois sont importants pour les feuillus, les bois moyens pour les résineux, et que le vrai problème

c'est les très gros bois : comment ne pas accumuler trop de très gros bois dans notre forêt ?

- quand on souhaite dynamiser la sylviculture et la remettre en mouvement, l'intervention sylvicole doit permettre de conserver une homogénéité dans la croissance ; on le voit dans toutes les études, les problèmes se posent quand il y a des à-coups dans la croissance et il faut veiller à les éviter.

Voilà le message que je voulais passer à votre assemblée, quand on m'a demandé une contribution technique à cette table ronde.

*On a fait plusieurs fois allusion au RMT Aforce, eh bien son responsable est là : c'est Olivier Picard, membre de l'Institut pour le développement forestier au sein du CNPF.*

### Olivier Picard



Je suis responsable R&D à l'IDF, qui est devenu un service du Centre National de la Propriété Forestière, lequel regroupe les 18 CRPF. Je suis aussi le coordinateur du RMT Aforce, soutenu par le ministère de l'agriculture et aussi aujourd'hui par la filière bois (France Bois Forêt) : c'est un signe très important de l'intérêt que porte la filière à la construction de la ressource de demain.

En tant que représentant de la forêt privée, je vous remercie de m'avoir invité pour un échange entre forêt privée et publique ; on a rarement ces occasions d'échange. Nous les avons dans le RMT Aforce et c'est important parce qu'on partage énormément de questions et que nos expériences peuvent se compléter. On voudrait, en forêt privée, aborder le changement climatique comme un défi : le défi de l'adaptation ; que ce soit l'occa-

sion de repenser les sylvicultures dans un souci à la fois de dynamisme et de prise en compte des demandes de la société ; ces demandes, souvent contradictoires, posent beaucoup de questions importantes. Notre première caractéristique, c'est de compter 3 millions et demi de propriétaires dont 30 000 ont une surface conséquente faisant l'objet d'un plan de gestion ou démarche de programmation de la gestion : cela représente 80 % de la surface de forêt privée. Nous sommes donc face à une grande « biodiversité » de comportements et d'objectifs et par conséquent très philosophes sur la portée des messages techniques, que nous produisons malgré tout avec certains résultats. Cette situation pose aussi le problème du morcellement de la forêt, qu'on peut voir comme un obstacle pour la mobilisation du bois, mais nous avons des outils comme les coopératives qui permettent de regrouper l'offre et de proposer des lots de bois suffisamment importants. J'en viens maintenant aux trois questions posées à cette table ronde.

La notion de mix produits, nous en avons l'habitude en forêt privée, entre l'autoconsommation de bois de chauffage par les propriétaires et la vente de bois d'œuvre locale ou à des coopératives ; c'est quelque chose qui est intégré dans notre gestion. Malgré le changement climatique et tous les changements qui interviennent, le mot d'ordre c'est la production de bois d'œuvre de qualité ; le bois énergie, c'est la dernière utilisation, mais ça vient consolider l'économie forestière donc il est important de le développer. Ceci pour dire qu'en forêt privée traditionnelle, patrimoniale, les cultures dédiées ont très peu d'écho même si elles sont peut-être un peu moins marginales dans le monde intermédiaire avec les agriculteurs. Le marché du bois énergie c'est de valoriser des taillis actuellement sous-exploités et qui mériteraient d'être relancés pour faire ensuite une sylviculture de qualité ; on s'en sert donc comme effet de levier pour améliorer la gestion.

Concernant les diamètres, je voudrais rebondir sur la qualité des bois de résineux, avec l'exemple du douglas. Couper à 30 ans, ce n'est pas un problème pour

un propriétaire forestier du Limousin ; pour les propriétaires de Bourgogne, on sent que c'est plus difficile. Il y a donc une question de culture très importante. Mais par ailleurs France Douglas met en garde sur le fait de couper le douglas trop jeune eu égard au maintien de la qualité : il faut lui laisser le temps de se duraminiser pour acquérir le maximum de ses qualités technologiques. Jusqu'où accélérer la rotation sans dégrader la qualité ni en faire un résineux « quelconque » ? Le « saut » technologique est important.

Pour ce qui est des essences enfin : nous avons aujourd'hui de grosses interrogations sur le chêne, face au problème de dépérissement du chêne pédonculé sur toute la façade atlantique. Un facteur prédominant, c'est la trop forte densité des peuplements ; cela va nécessiter un gros effort de mobilisation, mais pour quels marchés ? On va voir arriver de grosses quantités de bois... Pour le reste, on n'a pas peur des nouvelles essences : le robinier, par exemple, commence à intéresser les propriétaires ; la question est de voir comment introduire des exotiques productives pour prendre le relais d'un certain nombre d'autres essences.

*Avant de passer la parole à la salle (on sent déjà des questions qui s'amorcent...), terminons le tour de table avec le Hervé Le Bouler, qui représente ici France Nature Environnement.*

### Hervé Le Bouler



Je représente FNE et je suis aussi un vieux briscard de la forêt... FNE représente ou entend représenter la société, avec 3 000 associations, 300 000 adhérents ; nous

avons d'ailleurs eu la chance que presque tous les candidats à la présidence de la république sont venus à notre congrès. Nous assurons des dizaines ou centaines de représentations dans différentes structures, y compris au niveau international puisque nous sommes les seuls français à siéger au bureau de PEFC International. Au niveau de la forêt, nous sommes administrateur de l'ONF et siégeons dans des commissions telles que les CTPS, et nous attendons la parution imminente d'un arrêté qui nous invitera à dire notre mot à l'IFN (nous participerons débat sur le comptage des m<sup>3</sup> de bois...). Par ailleurs nous travaillons actuellement avec l'Ademe dans l'évaluation des politiques, etc.

Je vais passer au-delà de la demande de bois, dont il est question ici, pour me placer tout de suite dans le cadre de la multifonctionnalité. À FNE, on assemble 3 types de demandes :

- historiquement, une demande traditionnelle de protection de la nature avec toute l'ambiguïté du mot nature selon que l'on considère les habitats ou qu'on y « entre » plutôt par les espèces (pique prune, grand tétras...); déjà, ça génère des demandes multiples et pas toujours cohérentes entre elles ;
- depuis le siècle dernier, la demande sociale ; on est ici en région parisienne et Pascal Viné pourrait vous dire comme c'est joyeux de gérer la demande sociale à Montmorency, par exemple ;
- depuis une dizaine d'années, une demande nouvelle, mais qui arrive très fort : la demande de bois.

L'ensemble de ces demandes n'est pas simple à gérer parce que la société est contradictoire, extrêmement schizophrène, et composée de beaucoup d'individualisme. Roger Gicquel, ancien journaliste devenu administrateur d'Eau & Rivières de Bretagne, disait qu'on ne peut pas être pour la saucisse et contre les cochons. De la même manière, on ne peut pas être pour le bois et ne pas dire où on le coupe, combien, quand et comment. FNE a là-dessus un message fort : les menaces sur le bois tropical et les enjeux de biodiversité sont tels qu'il faut développer fortement l'usage de bois de France. C'est ce pour quoi

FNE a signé avec l'ONF, la FNCOFOR et la forêt privée le protocole « produire plus tout en protégeant la biodiversité, en travaillant au niveau du territoire » ; je le rappelle parce que c'est toujours d'actualité, encore qu'on puisse discuter la sémantique, car en tant que forestier je pense qu'on ne produit rien : on ne fait que récolter et orienter la production.

Je n'entrerai pas dans les débats de la composition du « mix » demandé, mais je voudrais souligner deux choses.

D'une part, le long terme : on a insisté sur les lois, les orientations politiques fortes, mais les lois changent, les temps changent, Urmatt, Ussel, les directives européennes... le vent tourne : sic transit gloria mundi ! Le court terme est un problème pour le forestier parce que si le forestier avait répondu à la demande exprimée depuis 150 ans, il n'aurait cessé de changer d'orientation comme un canard sans tête ; on ne peut pas orienter la gestion forestière sur la base des demandes du moment parce que le moment ne cesse de devenir du passé obsolète. Comment agir ? On ne peut agir que sur gestion durable des forêts, sans opposer production de bois et biodiversité, parce que la biodiversité est la source de tout : le bois est le résultat de la biodiversité. Faisons durer des forêts avec toute la gamme de débats sur la sylviculture : souvenons-nous du débat sur le TSF et la futaie régulière, on a toujours eu des débats techniques...

D'autre part, il manque un vrai débat de politique forestière, au niveau de la nation, sur ce que la France et les Français veulent de leur forêt. On l'a fait l'an dernier, mais en passant par la bande, parce que c'était essentiel pour la préparation du contrat : il y a eu des discussions internes à l'ONF, FNE a organisé un débat public (où on était plus ou moins les mêmes)... Mais ce n'est pas à nous de le faire : c'est à la nation d'organiser un débat de politique forestière. La dernière loi forestière, sur la multifonctionnalité, date de 2010. Mais face aux enjeux actuels, il faut de nouveau discuter, et de façon plus vaste : sur les mix, les gros bois, petits bois, diamètres... Pour nous FNE, aucune question n'est taboue, y compris celle des exotiques.

## Questions/Réponses

*La parole est maintenant à la salle. Les trois thèmes (produits, essences, dimensions) sont très liés, mais on va essayer de sérier les questions. Quels produits vise-t-on ? énergie, bois d'œuvre, construction, fibre, nouvelles molécules, etc.*

**Jacques Mirault, directeur forêt, DT Sud-Ouest :** J'ai visité récemment des expérimentations portées par un groupe papetier en Aquitaine. Soucieux de garantir son approvisionnement, ce groupe papetier propose aux propriétaires forestiers de contractualiser, par un achat à terme, des bois qui seront récoltés en coupe rase à 20-25 ans ; je parle de pin maritime. Pas besoin de sylviculture : on plante ou on sème puis on coupe à ras. Pour une commune forestière, par exemple, ça répond à la demande de produire du bois ; mais puisqu'on veut de la fibre, du bois d'énergie, du bois d'œuvre, etc., il y a des choix à faire. Ce qu'on a entendu hier sur la demande (les usages du bois), le tour de table aujourd'hui, tout ça était très intéressant, mais on ne vit pas dans le meilleur des mondes : le propriétaire privé ou communal, lui, va essayer de vendre au meilleur prix : si c'est le papetier qui contractualise et qui propose le meilleur prix (et ici le prix proposé donne une rentabilité égale au bois d'œuvre), c'est lui qui emporte le morceau... et quid alors des autres besoins ? C'est juste une remarque pour animer le débat et aborder des sujets tabous.

**Jacques Valeix, inspection générale :** Concernant la régression du marché du plot face à celui des avivés, je n'ai pas compris si le quasi-arrêt de la demande du plot est un phénomène conjoncturel ou si c'est structurel ? Et si c'est structurel, peut-on s'y retrouver en terme de prix puisque les rendements sont totalement différents pour une scierie ? Qu'y a-t-il derrière ce retournement de tendance (il y a autre chose que les négociants) ?

**Laurent Denormandie :** La remarque de Jacques Mirault sur le Sud-Ouest touche à hiérarchisation des usages : c'est un débat de filière qui est fondamental. Le propriétaire, à un moment ou un autre, vend à un utilisateur, à un prix de marché ; faut-il construire, brûler, faire de la pâte ? C'est extrêmement compliqué. Mais un débat est en train de s'instaurer en filière autour de la responsabilité collective ; comme pour les denrées alimentaires : on utilise le blé pour faire quoi d'abord ? Autant c'était tabou il y a quelque temps, autant il y a aujourd'hui quand on en discute une sorte de maturation qui rend la question un peu moins brutale. Et puis les gens ont conscience que tout est vase communicant, que ce qui fait du bien à l'un fait du bien à l'autre et ce qui fait du mal à l'un en fait aussi à l'autre ; on se rend compte qu'il faut gérer une ressource qui n'est pas inépuisable même si elle est renouvelable, et qu'on a tout intérêt à l'utiliser de façon graduelle.

Sur la question des plots, il faut se rendre compte que faire du plot boule, reconstituer une bille de pied avec des liteaux comme on le voit traditionnellement dans toutes les scieries

françaises, c'est une chose qui ne se fait qu'en France, pour un marché franco-français. Aux USA tous les bois sont en avivé 4 faces ; en Amérique du Sud, c'est pareil. Il y a donc une grosse partie du marché international, surtout quand on exporte vers l'Asie, où le réflexe c'est l'avivé : pas question de vendre des boules. D'autant que la boule a un tas d'inconvénients : elle se transporte mal, parce que les longueurs sont hétérogènes ; il y a plusieurs qualités dans la même bille... Chacun sait ici que dans un arbre il y a des « faces », des contraintes, un cœur, des défauts apparents sur un côté ou l'autre qui ne traversent pas la bille, etc. Donc pour les utilisateurs c'est d'un usage difficile par rapport à des produits beaucoup plus standardisés comme les avivés qui arrivent d'Allemagne (par exemple le hêtre de Paul Meyer) ou du Brésil (en exotique), ou les avivés de chêne américain.

Dans ce mouvement, le plot français tire encore son épingle du jeu parce qu'il y a des métiers de niche, parce que traditionnellement l'artisan français aime acheter son plot, le laisser murer au fond de sa cour, et éprouve un certain plaisir à le débiter sans trop faire ses comptes... Mais les générations d'artisans changent, la nouvelle génération s'embarrasse moins, elle a moins la connaissance de la matière, les négociés se rendent compte qu'il est plus facile de manipuler avec les élévateurs des charges standard, homogènes en longueur, qui ne risquent pas de tomber au déchargement des camions, qui se stockent bien, etc. Tout ça nous pendait au nez ! On l'observe depuis un an ou un an et demi, c'est donc récent, mais ça va assez vite : les gros faiseurs de plots adhérents de la FNB nous disent qu'ils ont du mal à vendre leurs plots et les groupes de distribution nous disent qu'on les embête avec ça, que ce n'est pas ce que les artisans demandent. C'est donc quelque chose qui s'installe structurellement.

Mais quels produits de remplacement proposer ? Si on était sûr d'arriver à écouler des produits franco-français, on pourrait généraliser les plots dépareillés ou le semi-avivé et construire en un rien de temps une offre franco-française compétitive et intéressante. Mais l'artisan qui a déjà goûté à l'avivé ou au plot dépareillé peut aller très vite vers du carrelé ou du lamellé-collé qui sont des produits d'importation. Nous risquons donc la double peine en matière chêne : que les plots ne se vendent plus et que se qui se distribue dans le négoce soit du produit d'importation.

Nous avons donc une vraie réflexion sur le chêne face à ce tournant. Par ailleurs, si on doit faire de l'avivé ou du plot dépareillé, le problème peut remonter chez vous, les sylviculteurs : plus besoin de grumes de 70-80 cm en 4, 5, ou 6 m de long, mais plutôt du 50 en 3 m, qu'on devra acheter moins cher ; si vous continuez à faire des gros bois (s'agissant d'une ressource qu'on trouve pas mal en TSF, ça concerne aussi la forêt privée), le gros bois de TSF de 2,5 m<sup>3</sup> avec 25 % de plot se vendra moins cher parce qu'il ne passera plus en plot, mais

en dépareillé ou avivé. Tout ça n'est pas à prendre au pied de la lettre : on s'interroge, dans le cadre d'une réflexion prospective. Toujours est-il qu'il est plus facile aujourd'hui de vendre à l'international ou en France (en industriel) des charges en avivé que des découpes plots.

*Au-delà des dimensions, il me semblait que la différence fondamentale était une question de qualité, qu'on n'avait pas en avivé les mêmes qualités que ce qu'on faisait en plot ? Les débouchés menuiserie ébénisterie seraient en perte de vitesse ?*

**Laurent Denormandie :** Le débouché peut rester le même, mais quand vous importez une charge d'avivé toute largeur, tous les bois d'un même paquet sont de même qualité, et on peut avoir des paquets de qualité QF1 (menuiserie – ébénisterie), alors que dans une belle bille de plot (choix BME), on peut avoir une face sans nœud (ébénisterie) tandis que l'autre face a plus de nœuds (grosse menuiserie, que les artisans ont plus de mal à vendre) : une charge standard est plus facile à mettre en œuvre qu'une bille un peu hétérogène. Le marché existe toujours, mais la mise en œuvre se fait de façon différente.

**Hervé Le Bouler :** Je voudrais souligner qu'il y a un effet de temps : ça a changé en 2 ans et vous nous dites qu'il faut des bois de tel diamètre ; mais si dès ce soir on faisait modifier tous les aménagements forestiers, ça n'aurait d'effet sur le bois qui sort des forêts que dans 15-20 ans au mieux. Un reproche que je fais aux scieurs, c'est de tout mélanger dans le discours : exprimer leur besoin d'aujourd'hui comme un type de sylviculture qui, en fait, produira bien plus tard et n'apportera la réponse que lorsque celui qui pose la question aura passé la main. Ensuite, plot ou avivé, peu importe : que fait on de la totalité du bois ? Si on fait de l'avivé et que le reste n'est qu'un déchet qui ne vaut pas plus que la délignure destinée au bois énergie... Que notre collègue de l'Ademe me pardonne, mais brûler de la fibre de bois c'est un peu se chauffer au diamant vu les qualités qu'il y a là-dessus. L'important, c'est de réfléchir aux autres valorisations et promouvoir les nouveaux débouchés comme on l'a vu hier (nouveaux matériaux, chimie...) pour valoriser le bois au maximum.

Enfin, pour répondre à Jaques Mirault, du pin maritime à 25 ans, pourquoi pas ? Ce qui importe, c'est où on le fait : dans le « champ » de l'agriculture ou dans celui de la forêt ? Si c'est pour remplacer le maïs landais dont les impacts ne sont pas négligeables, OK, mais si c'est pour transformer des forêts conduites à 50-60 en culture à courte rotation, c'est beaucoup plus problématique en termes d'acceptabilité et conséquences sur l'ensemble des fonctionnalités forestières (impacts sur les sols, paysages, oiseaux, durabilité, fertilité...). Si on pense aux forêts du Marensin, on y perdrait la notion de

beauté... En tout cas on ne peut pas rentrer dans la question bois sans considérer l'ensemble des impacts forestiers qui sont derrière.

*J'ajoute qu'il faut faire une analyse approfondie du contrat pour voir s'il est vraiment gagnant-gagnant ; il ne suffit pas de comparer avec le prix du bois d'œuvre, il faut aussi examiner les quantités, l'âge auquel on exploite, etc.*

**Jacques Fendorf, hêtraie de Normandie :** Je reviens sur le hêtre de déroulage, qui m'est cher : si un jour on ne fait plus de hêtre du côté de Dieppe je me demande où on en fera en France... À voir les modèles, on peut penser que ça va cesser un jour, en attendant ce n'est pas le cas ; nous avons de magnifiques billes de hêtre au bord de la route qui ne trouvent pas preneur. M. Siat a dit que ce n'est pas l'industriel qui propose, mais le consommateur qui demande, or à voir les spots publicitaires à la télé j'ai vraiment l'impression du contraire : on lance des modes par toutes sortes de médias... et on déconsidère des produits de très haute qualité comme le hêtre de déroulage ou le chêne de tranchage qui ne trouvent plus preneur en France. Il y a des amateurs dans d'autres pays, on exporte nos billes (vous disiez qu'on n'exporte pas de boules, mais si : il y en a dans des containers pour la Chine !), et ils disparaissent du paysage français. Et je me demande s'il n'y a pas là une faute de la profession au sens large, qui pourrait dire : le hêtre et le chêne sont des bois de qualité, refaisons des avivés, du déroulage, de la tranche en France ! Car ces produits de haute qualité méritent mieux que ce qu'on en fait en ce moment. Si demain je suis obligé de faire du douglas de 30 cm de diamètre plutôt que du hêtre de 65 cm, je le ferai, mais on ne m'empêchera pas de penser que le hêtre de déroulage reste un produit de très haute qualité.

**Laurent Denormandie :** Votre question touche directement la FNB. Quand on analyse les problèmes de marchés du bois en France, il faut se replacer dans le contexte de concurrence de marché. Si on travaille dans des utilisations moins délocalisables comme ce qui touche à la construction comme le marché résineux où la concurrence est plutôt européenne, on arrive à accepter la compétition et, par la productivité, à rester dans la course même si ce n'est pas facile. Les scieries résineuses sont aujourd'hui capables de relever le défi n'ont plus à rougir de ce qu'elles font en proposant des produits qui peuvent être distribués et utilisés dans tous les systèmes constructifs.

En feuillu, c'est totalement différent : le premier marché des feuillus en France, pour les bois sciés, correspond à un marché d'exportation mondialisé, où le prix est mondialisé : donc pour vendre les produits il faut être le meilleur en terme de compétitivité internationale. La dernière belle usine de déroulage, l'usine Brugère (21) vient d'être placée en redressement judiciaire ; si ces usines sont tombées les unes après les autres alors qu'il y a 25 ans, on en avait beaucoup en France, c'est qu'une grosse partie des produits qui en sortaient c'était du contreplaqué.

Or du contreplaqué il s'en importe facilement (notamment d'Amérique du Sud) à des prix défiant toute concurrence. Une autre partie importante servait à produire des objets meublants (sièges notamment) dans des unités installées en Europe, qui elles-mêmes ont été mises à mal par la compétition internationale et ont délocalisé leur production quand elles n'ont pas tout simplement disparu au profit d'entreprises étrangères dans d'autres continents. Le hêtre disponible ne trouve plus preneur localement du fait d'un marché extrêmement compétitif, totalement dérégulé, sans aucune compensation aux frontières ni notion de quota, réciprocité, etc.

On peut dire que c'est scandaleux, inacceptable, je vous l'accorde ; mais dire que ce n'est pas le fait du marché, dire qu'il y a une réelle volonté de certains, ce n'est pas possible. On n'a pas intérêt dans la filière à se passer de la valeur ajoutée de nos unités de transformation ; tous les exploitants forestiers qui font des containers aujourd'hui préféreraient vendre à un scieur local : imaginer qu'ils ont plaisir à charger des containers, c'est une hérésie. Avant même d'être une démarche citoyenne, chacun sait qu'il est plus confortable économiquement, en terme de sécurité, en terme de coût, de vendre localement dans sa région, son pays. Tous ceux qui ont fait de la grande exportation savent que c'est la croix et la bannière. Le constat pour le déroulage de hêtre vaut aussi pour le sciage. Il y a 25 ans, il y avait (en Picardie, Lorraine, Vosges, etc.) des scieries arc-boutées sur des marchés à destination du meuble massif sur l'Italie ou sur l'Espagne. Quand j'ai commencé ma carrière, on envoyait plusieurs camions de carrelats de hêtre par mois à destination de l'Italie ou de l'Espagne : on n'en fait plus aucun aujourd'hui... parce qu'il n'y a plus dans ces pays la consommation ni les usines. La filière constate qu'on a perdu en 15 ans 1 million de m3 de production de sciages feuillus, que ce n'est plus conjoncturel, mais que c'est devenu structurel, et que le défi aujourd'hui est de trouver des nouveaux produits. On s'y est attaqué, on met en place des programmes avec France-Bois-Forêt, avec le FCBA, on est accompagné par le gouvernement. Toutes les têtes de filière (ONF, communes, propriétaires...) en ont pris conscience, il y a une vraie solidarité... Mais je ne prétends pas que ces nouveaux produits on va les trouver demain, ce n'est pas vrai : les résultats, on les verra dans 15-20 ans au mieux. En attendant, ça va être difficile, et je ne nie pas qu'on y a une part de responsabilité : on n'a pas anticipé, entre autres parce que les scieries sont plutôt des entreprises familiales pas très bien armées pour ça...

*Pour les questions suivantes, on va pouvoir passer aux essences et aux diamètres, progressivement.*

**Alexis Hachette, SNTF-FO :** J'aimerais revenir sur la politique ONF concernant l'adaptation de la sylviculture au changement climatique, notamment la politique des guides, de cadencement des exploitations pour répondre aux demandes des

acheteurs. Ce matin, M. Peyron a dit que les aménagements devaient être faits en liaison avec le terrain et qu'il fallait éviter les politiques qui freinent l'adaptation ; M. Vallet a signalé des études qui mettent en évidence que le mélange peut avoir un effet favorable sur la production et que la diversification donne une certaine sécurité pour le propriétaire et pour la filière. Je commence par le mélange : il est bien prévu dans les DRA/SRA et les guides de sylviculture, mais dans la réalité il n'est pas évident à obtenir dans certains contextes stationnels et, quand on a une essence objectif, les différences de croissance font qu'on a tendance à enlever le mélange en travaux puis en éclaircie. On a des guides pour des essences bien définies, mais pourquoi n'y a-t-il pas de guide de gestion des peuplements mélangés ?

J'en viens aux questions de production. Comme l'a rappelé M. Siat, les acheteurs industriels recherchent bois à faible décroissance et à petits nœuds adhérents : pourquoi les guides prévoient-ils encore d'aussi nombreuses éclaircies, qui vont à l'encontre de ces critères ? Dans les guides qu'on déploie aujourd'hui, il est encore prévu une multitude d'éclaircies, et c'est contradictoire. Pour les feuillus, on prévoit aussi des travaux de réduction du nombre de tiges et de nombreuses éclaircies pour dynamiser la sylviculture, et on observe parfois des effets de lisière internes aux parcelles (en cas d'éclaircies fortes) ou en bordure du fait du traitement en futaie régulière (parcelles voisines des parcelles en régénération). En outre, les éclaircies importantes amènent de l'énergie au sol qui permet l'installation d'une végétation qui va capter l'eau au détriment des arbres qu'on veut favoriser. Est-il prudent et réaliste de généraliser l'application des guides ? Je m'adresse au directeur technique et au directeur général.

**Bernard Gamblin, DTCE :** La première réponse c'est que les guides sont une œuvre collective qui s'appuie chaque fois sur les travaux de la recherche, avec un chef de projet qui réunit tous les résultats, anime un groupe de travail et fait le point de l'état de l'art avec les forestiers de ce groupe de travail choisis parmi nos grands experts. Donc ce n'est pas le fait d'une seule personne de la direction technique. Le deuxième point c'est que tous les guides (dits de nouvelle génération) sont relativement récents, mais que notre objectif est de les faire vivre, les faire évoluer en fonction des résultats de la pratique quotidienne. On l'a bien vu durant ces deux jours, on est passé d'un monde de certitudes qui duraient longtemps à un monde grevé d'incertitudes qui nécessitent, en permanence, non pas de refaire les guides, mais de réinterroger certaines options, dont celle du rythme des éclaircies. Les guides prévoient en effet un certain nombre d'éclaircies pour produire des bois de qualité, c'est-à-dire en particulier des bois ayant un accroissement régulier. Alain Bailly vient de le dire : il ne faut pas de rupture dans les accroissements ; donc il faut intervenir régulièrement en éclaircie. Régulièrement, c'est 6 ans ? 8 ans ? Les experts ont fait du mieux qu'ils ont pu, mais ce sont des choses qu'on peut revoir, et de toute

façon il y a pour les gestionnaires à ajuster les préconisations en fonction des stations.

Par ailleurs, les guides ne sont pas mono-essence : ils indiquent bien que nous devons faire des mélanges avec une essence objective dominante ; il faut bien savoir pour quelles essences on travaille en priorité, d'autant que la plupart du temps les essences en mélange n'ont pas le même âge d'exploitabilité. Les guides traitent aussi de la futaie régulière et de la futaie irrégulière, sachant qu'il y a actuellement une dominante de futaie régulière, laquelle répond bien à la demande de produits standardisés, de qualités homogènes et de conditions d'exploitabilité simples. Cette question de l'une ou de l'autre fait l'objet de débats depuis très longtemps, mais il n'y a pas à les opposer ; on interroge ces 2 sylvicultures on essaie de les adapter au contexte pour avoir une vision d'ensemble suivant ce qu'on attend de chacune des parties de la forêt. C'est un débat perpétuellement ouvert ou plutôt qui se rouvre à chaque révision d'aménagement. Comme le disait Hervé Le Bouler on ne peut pas en forêt changer son fusil d'épaule à chaque mode. L'aménagement forestier donne donc un cap pour 20 ans ; à l'occasion de la révision, on fait le point sans céder aux modes, en prenant en compte l'évolution des connaissances, et on infléchit légèrement (ou parfois plus fortement) le cap des objectifs pour la forêt concernée. L'intensité des éclaircies est aussi un problème étudié très sérieusement par les auteurs des guides. Il faut alors savoir si l'éclaircie pratiquée par les gestionnaires est bien celle préconisée par le guide ou si elle a été plus forte que prévu. Auquel cas ce n'est plus un problème de guide, mais de mise en œuvre du guide. Il peut y avoir des difficultés d'appréciation et on peut corriger à l'éclaircie suivante, c'est tout à fait prévu par nos règles de gestion.

En résumé, les guides sont le fruit d'une réflexion collective adossée à la recherche et, ensemble, on va les faire vivre en s'appuyant sur l'expérience de la pratique pour les améliorer en continu.

**Jean-François Dhôte, DTCB-R&D :** Je voudrais ajouter qu'on ne peut pas raisonner la rotation indépendamment du matériel sur pied. Ce qui compte pour la dynamique du peuplement, la vitesse de croissance, la quantité de lumière qui arrive, ce n'est pas seulement la rotation c'est la combinaison des deux. En amont de la conception des guides, les chercheurs qui fabriquent les modèles de croissance, à partir d'essais de sylviculture observés (mesures de terrain) pendant très longtemps, se sont rendu compte qu'une bonne façon de résumer la sylviculture c'est la progression dans le temps du matériel sur pied, qui peut être très faible dans le jeune âge, plus élevé à la fin ou l'inverse. Ce qu'on programme, c'est l'histoire du matériel sur pied : on peut la réaliser soit avec des éclaircies assez faibles et des rotations courtes, soit avec des rotations plus longues et des éclaircies plus intenses. Au total,

si c'est bien le niveau de matériel sur pied qui conditionne la vitesse de croissance, ces deux itinéraires vont aboutir des performances assez voisines en terme de diamètre à la fin de la révolution, mais l'hétérogénéité des cernes va être plus prononcée si on fait peu de coupes de forte intensité. Or on sait par ailleurs, et Alain Bailly vient de le rappeler fortement, que les ruptures importantes de la largeur des cernes sont en général défavorables. Les groupes qui ont travaillé à l'élaboration des guides l'ont bien pris en compte, de même qu'ils ont analysé l'ensemble de l'état de l'art disponible, avant de résumer leurs préconisations : c'est un gros travail collectif, réalisé très soigneusement.

Quant à l'idée de guides pour les mélanges, elle renvoie à un univers beaucoup plus vaste que celui des guides par espèce principale. On peut approcher certains types de mélanges avec des préconisations de peuplement « pur » : quand on a 20 % d'essences associées, ça fonctionne à peu près comme l'essence principale. Mais avec des mélanges équilibrés (plus proches de 50-50) comme ce dont parlait Patrick Vallet ce matin, on sort de l'épure. Pour calibrer les modèles qui permettraient d'établir des préconisations pour la totalité des mélanges d'intérêt sylvicole (il y en a une trentaine en forêt publique), il faut avoir beaucoup de données sylvicoles expérimentales dendrométriques...

**Myriam Legay, DTCB-R&D :** Les travaux présentés par Patrick Vallet sur le mélange chêne-pin dérivent d'une question initiale posée par Pascal Jarret il y a au moins 10 ans : comment faire une sylviculture mélangée du chêne et du pin et avec quels bénéfices pour les 2 essences ? On n'en est pas encore au guide du mélange chêne-pin, mais la question était bien celle-là. Il faut du temps.

Quand on raisonne le mélange dans le cadre du changement climatique ou de la réduction de la vulnérabilité aux risques biotiques, on n'est pas obligé de le concevoir uniquement pied à pied. Au niveau de la forêt, on peut aussi avoir des essences principales différentes d'une parcelle à l'autre. Par exemple, Hervé Jactel dont on parlait ce matin a mis en évidence l'intérêt d'îlots feuillus dans un massif de pin maritime des landes de Gascogne. C'est tout à fait pertinent même si un mélange pied à pied à d'autres caractéristiques.

**Hervé Le Bouler :** Je voudrais souligner qu'on est dans schizophrénie incroyable : on est parti sur un discours de mélange, mais si c'est pour avoir au bout du compte des hêtres que personne n'utilisera... Il y a un problème de raccord entre les questions qui nous passionnent et les enjeux de l'adaptation de la forêt au changement climatique. M. Denormandie est un peu désespérant dans son analyse sur les produits feuillus : il parle des lois du marché, de ce qu'on pourrait peut-être faire demain... Ça me fait penser à mes petits enfants : « demain on pourrait manger ci ou ça, il faudrait cuisiner comme ci ou comme ça... » ; à quoi je réponds

« soit, mais on est aujourd'hui et tu manges d'abord ce qu'il y a dans ton assiette ». Revenons au cœur du problème : on a des millions de m3 de bois feuillus qui se sont accumulés, qui n'ont pas été exploités pour des motifs de structure de propriété (pour sa part l'ONF met en vente de façon régulière) et qu'on ne sait pas comment utiliser. Un scieur normand me disait récemment : « les hêtres de ma forêt partent en Chine et j'ai l'impression qu'ils reviennent sous forme de meubles scolaires dans l'école de ma commune ». Le 1er problème c'est : comment valoriser les bois feuillus qui existent ? Ça ne dépend de personne ici, sauf à le réclamer en tant que citoyen : c'est d'avoir une politique de réindustrialisation productive. On en entend beaucoup parler actuellement, mais j'entends peu la voix des forestiers pour dire qu'il faut qu'on y soit. Je sais que FBF a un discours là-dessus, mais c'est un peu comme le pâté de cheval et d'alouette : on met un petit peu d'argent sur la valorisation des bois feuillus et on met le paquet sur la transformation de 2 millions d'hectares de vilain taillis en plantation résineuse, moi je dis qu'il faut inverser. La priorité absolue dans les 10 ans qui viennent c'est de valoriser les feuillus qui existent, après on verra.

*Effectivement il faut sans doute faire les deux, mais je vois que Philippe Siat et Laurent Denormandie veulent intervenir...*

**Philippe Siat :** Je trouve votre discours passionnant, et vous résumez très bien la situation. Vos petits enfants veulent tout, et vous avez tranché en disant « on mange ça ». C'est clair et net : vous avez donné la direction, on ne va pas partout. La multifonctionnalité de la forêt pousse à ne pas choisir et, quand on ne choisit pas, on a tous les risques de cumuler tous les inconvénients. C'est ce qui manque : se donner une direction et s'y tenir. Vouloir arranger tout le monde, ne pas choisir, ça mène à une impasse.

**Hervé Le Bouler :** Je peux vous suivre si vous parlez des fonctions sociales, mais je répète que si on ne protège pas la biodiversité on cessera de produire du bois parce que le bois est l'enfant de la biodiversité en forêt. Et que je sache, la multifonctionnalité c'est dans la loi française, et qui a été votée à la quasi-unanimité.

**Laurent Denormandie :** Je ne voudrais pas qu'on prenne mes propos pour des propos pessimistes, mais ce qui prime c'est de dresser un tableau honnête de la situation ; question de responsabilité. Je crois fondamentalement qu'on va effectivement arriver à faire des choses en feuillu. Il n'en reste pas moins que, dans notre quotidien de scieurs feuillus, on perd des marchés de mois en mois et que les clients ne font pas la queue devant nos entreprises. J'observe aussi que les consommateurs que nous sommes tous n'achètent plus de meubles massifs (ça coûte trop cher, on va chez Ikea), aménagent des combles avec du parquet flottant acheté chez Leroy Merlin (parfois même pas en bois, mais en mélaminé), etc.

C'est bien le consommateur qui, pour une question de pouvoir d'achat et de prix, dicte sa loi. Les premiers sanctionnés, c'est nous, PME ou TPE confrontées à des fermetures d'entreprise. Et nous sommes aussi les premiers intéressés à ce que ça change, mais ça se fera pour le feuillu dans un délai à plus de 10 ans.

Ceci dit je voudrais apporter une note d'optimisme venant de l'étude Lochu, concernant les parts de marché qu'on peut prendre en utilisant le bois local (résineux) ; il y a deux exemples simples. D'abord celui des gros sapins boudés par le marché habituel des bois d'importation parce que ce sont des gros diamètres et qu'on y trouve de gros nœuds, des parties à purger, etc. : il est possible de développer ce que j'appelle des solutions franco-françaises, des solutions constructives utilisant des sections plus fortes. En France, on doit s'affranchir des concepts de construction issus des concepts d'importation : ce ne sera pas facile, mais plus rapide que pour le feuillu. Je m'explique : nous partons en France d'un concept de construction traditionnellement lié à la « maison de maçon » tandis que nos voisins, en particulier scandinaves, ont depuis longtemps des concepts de construction en bois correspondant évidemment à leurs propres bois ; ils ont donc tout naturellement exporté des exemples de solutions constructives adaptés à leur ressource, et c'est là-dessus que la construction bois a commencé à se développer en France. Mais on peut aujourd'hui développer des concepts franco-français : je viens de parler du sapin, mais il y a aussi l'exemple du pin maritime. On peut proposer des solutions locales avec du pin maritime éventuellement abouté : le groupe Gascogne s'emploie actuellement à développer des solutions pour que le pin maritime puisse être utilisé en structure.

On peut donc faire des choses, on doit se démarquer et on le fait. Jusque récemment, en Bretagne, l'épicéa de Sitka partait systématiquement en emballage, dénoté pour accroissements trop forts et victime d'un *a priori* systématique des utilisateurs. Or en Bretagne il y a une forte dynamique de construction bois. Quelques pionniers (scieurs, donneurs d'ordres, constructeurs...) se sont groupés pour essayer d'utiliser la ressource locale d'épicéa de Sitka ; par chance, les machines de classement sont arrivées dans le même temps et on a pu requalifier une bonne part des billes en bois de structure. Vous voyez que tout n'est pas pessimiste !

**Marie Leÿs, direction développement :** Il y a eu une grosse campagne en faveur de l'utilisation du bois, et nos concitoyens y ont été sensibles. Et comme on trouve maintenant beaucoup d'objets en bois dans les magasins, les gens en achètent volontiers, mais sans faire de différence : ma mère, par exemple, pensait avoir « aidé la forêt » en achetant un objet... en bambou contreplaqué ! Il faudrait une 2<sup>e</sup> campagne plus approfondie pour montrer par exemple que le hêtre c'est mieux que le bambou, qu'il y a bois et bois.

**Laurent Denormandie :** On entre dans le registre des campagnes de communication qui incombent à France Bois Forêt (FBF) et France Bois Industries Entreprises. Au départ, la communication c'était « consommer du bois » : et on constate effectivement un engouement pour le bois, le consommateur suit. Maintenant on arrive à un virage ; on a bien entendu ce message, plusieurs personnes nous l'ont relayé : consommer du bois, oui, mais du bois local. On en parle régulièrement avec l'ONF qui participe aux travaux de FBF. Pour les années qui viennent et dès 2013, on va mettre l'accent sur la consommation de bois local, sachant que pour les entreprises, ça renvoie aussi à l'appellation « produit français ».

**Hervé Le Bouler :** Sur la notion de bois local, qui suppose une réindustrialisation, je vous transmets un message fort de FNE : c'est une question de volontarisme et de politique industrielle. Or il manque le décideur État. Je vais être provocateur : en matière de nucléaire ou d'armement, ce ne sont ni le consommateur ni les lois du marché qui ont décidé, à tort ou à raison, de doter la France de l'outil industriel ! Ça a été une politique forte de l'État... Si on peut convaincre l'État qu'il faut une politique industrielle de filière de bois en France, elle pourrait se développer. On manque d'une volonté politique nationale pour industrialiser des filières. Je pense que la communication « consommer du bois local » est importante pour faire levier ; bois français, ça peut être perçu comme un peu franchouillard, mais la notion de bois local, ça fonctionne.

*Jean-Luc Guitton veut-il réagir ? Le ministère de l'Agriculture est au cœur de systèmes interministériels et la politique industrielle peut en faire partie. Il y a eu récemment une étude du pôle PIPAME (pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques) regroupant les ministères de l'Économie, de l'Industrie et de l'Agriculture... Cette étude, réalisée par un cabinet extérieur à la filière forêt-bois, avait axé son propos sur les possibilités d'innovation et faisait entre autres le constat qu'il y a un défaut d'organisation collective de l'ensemble des acteurs et qu'il faut agir avec plus de cohérence. Il est vrai que la filière forêt-bois est, contrairement à d'autres, un tissu de PME qui n'ont pas la même voix que les gros groupes industriels dans des domaines concurrents... Par exemple, dans les discussions sur le carbone, les responsables du béton nous expliquent que, du point de vue environnemental, le béton c'est beaucoup mieux que le bois !*

**Jean-Luc Guitton :** Le ministère de l'Agriculture n'a compétence que sur la scierie ; à l'aval, la 2e transformation relève de l'industrie. Un des points novateurs du nouveau gouvernement c'est d'instaurer la liaison entre le ministère de l'Agriculture et celui de l'industrie (DGCIS), et de nous demander de travailler conjointement sur l'ensemble de la filière bois. On peut donc espérer de ce rapprochement des

solutions nouvelles pour avancer dans le sens souhaité. Mais il y a déjà des démarches récentes comme celle des états généraux du Massif Central, conduite par la DATAR, qui a rassemblé l'ensemble de la filière dans des journées d'étude en partant des produits et en regardant où se fait la valeur ajoutée et quelles sont les ruptures d'approvisionnement. C'est une démarche tout à fait positive pour rapprocher les maillons de la filière et les faire travailler ensemble.

*Encore une ou deux questions ?*

**François Kocher, agence Bourgogne Ouest :** Sauf erreur, les prix du bois ne cessent de baisser depuis 30 ans. Quel est votre sentiment sur la suite, sachant que la matière première c'est la partie résiduelle du marché ? Pour les propriétaires qui sont face aux incertitudes du changement climatique et à l'augmentation du coût des travaux (ça vaut aussi pour l'ONF), la question est prégnante.

Je vais rappeler mon élément de réponse à la baisse du prix des bois depuis 30 ans, qui est certaine et manifeste (Benoît Cuillier l'a très bien montré) : quand on remonte à 30 ans, on se situe entre les chocs pétroliers et aujourd'hui, et ça n'est pas neutre, car les chocs pétroliers avaient fait flamber les prix du bois en les multipliant par 2 à 3. Autrement dit on part du moment où les prix étaient au point le plus haut, ce qui donne une vision exagérément pessimiste de la baisse qui a suivi. Inversement j'y vois pour l'avenir un aspect positif : nous entrons à nouveau dans des problèmes d'énergies fossiles (notamment pétrole) qui pourraient renchérir le bois dans le futur. Je ne sais pas ce qu'en pensent les industriels, mais depuis le petit choc intervenu 2008 on observe un frémissement des prix du bois. À moyen terme, les problèmes d'énergies fossiles auront fatalement des conséquences sur les prix des bois.

**Laurent Denormandie :** Les éléments structurels de consommation bois en France pour les 25 ans qui viennent vont amener, si les politiques prévues se mettent réellement en place, une consommation supplémentaire de plusieurs millions de m<sup>3</sup> liée à l'énergie et à la fibre. En conséquence, ça devrait chauffer en terme de prix. Parallèlement, la ressource disponible en résineux devrait structurellement créer des tensions dans certaines régions. Pour le pin maritime, il va y avoir un problème de ressource en bois frais dans certaines catégories de diamètre : dans le massif aquitain, leur prix va probablement monter ; de même on peut penser que la demande en bois énergie va faire augmenter le prix du bois d'industrie dans certaines régions. Pour l'épicéa et le douglas, la conjoncture est actuellement défavorable puisqu'ils sont très liés à la construction et à l'activité économique européenne ; mais dès lors que l'activité va redémarrer et qu'on va retrouver des chiffres de l'ordre de 400 000 logements/an, la part du bois augmentant, ça va de nouveau « tirer » le marché.

Mais ce que vont devenir précisément les cours du chêne de qualité intermédiaire, je n'en sais rien. Ce que va devenir le marché du hêtre ? Il tient en grande partie aux exportations de grumes vers les pays asiatiques ainsi qu'aux outils de sciage montés en Europe et qui exportent, mais uniquement vers ces mêmes pays : or on commence à parler d'un possible ralentissement de la croissance en Asie, de bulle immobilière en Chine... Si demain la Chine baisse considérablement sa présence sur le marché international, ça pourrait avoir des conséquences dommageables sur l'ensemble des prix de la matière. Ce qui est certain, c'est qu'il y a 30 ans le prix de la matière bois dépendait essentiellement de ce qui se passait dans le périmètre d'un pays ou de 2 ou 3 pays ; aujourd'hui il dépend de la mondialisation et de la libre circulation des marchandises.

Je reviens donc à ce que disait notre collègue de FNE : notre problème en France n'est pas de faire pousser du bois, vous savez le faire ; ce n'est pas de le scier, nous savons le faire ; c'est de consommer en France le produit qu'on fait plutôt que des produits d'importation, c'est une politique de réindustrialisation. Mais les solutions sont nécessairement européennes. La FNB a fait des propositions dans le cadre de l'organisation européenne des scieries pour appeler à une régulation des exportations, entrer éventuellement dans une logique de quotas pour ne pas détruire la production en France et s'atteler à un régime de réciprocité : que la taxation dans un sens puisse s'exercer dans l'autre. Il n'est pas concevable qu'un produit fini qui part en Chine soit taxé et que celui qui vient de Chine ne le soit pas : si demain les produits distribués chez Leroy Merlin, Castorama ou autre prenaient 20 % à l'import, ça calmerait un peu le jeu (un reportage télévisé montrait récemment l'exemple des parquets dans un magasin parisien : le différentiel entre local et importé était de 30 %). Dès la mise en place du nouveau gouvernement, la FNB a entrepris des démarches, au nom de la filière dont elle n'est que le relai : il s'agit de faire prendre conscience et de batailler pour la ressource produite localement puisse être transformée localement pour pouvoir être consommée localement, voire exportée dans le cadre d'une compétitivité gagnante accompagnée par l'État.

**Olivier Picard** : Pour compléter, je voudrais dire qu'aujourd'hui, c'est essentiellement le bois qui rémunère le sylviculteur ; mais on travaille aussi, en collaboration avec l'ONF, à des actions sur le paiement des services écosystémiques, que ce soit la qualité de l'eau ou le stockage de carbone. On commence à avoir des exemples de contractualisation de ce service ; on n'en est qu'au tout début de ce type d'outils (pour la biodiversité, c'est encore autre chose). En ce qui concerne les nouveaux marchés du bois, par contre, j'ai bien peur que le sylviculteur qui va produire la matière première destinée aux nouveaux process ne voie pas beaucoup de différence avec le marché de la trituration et de la plaquette forestière, même s'il s'agit de produits à haute valeur ajoutée (chimie verte et autres filières de pointe). Enfin je ne peux que souscrire à l'idée de localisation, de circuits courts avec un

minimum d'intermédiaires ; l'idéal serait de pouvoir vendre du bois rond utilisable directement !

**Patrick Kubler, directeur d'agence à Colmar** : Ma question s'adresse à Jean-Luc Guitton, qui a évoqué l'aide à l'investissement forestier : pouvez-vous nous renseigner sur le bilan et sur l'avenir du dispositif plan d'épargne forestier ou compte d'épargne forestier qui devait permettre aux communes forestières de mettre de l'argent de côté pour réinvestir en forêt ? Je ne suis pas sûr qu'il ait été beaucoup utilisé... L'année 2011 ayant une très belle année en termes de recettes forestières (recettes record en forêt communale dans l'agence), certains élus pourraient vouloir y recourir pour réinvestir plus tard en forêt.

**Jean-Luc Guitton** : Le compte d'épargne n'est pas du tout utilisé par les communes jusqu'ici : le taux n'est peut être pas assez rémunérateur et il n'y a sans doute pas eu assez de publicité auprès des élus ; à l'inverse, du côté de la forêt privée, il y a une démarche qui a été initiée depuis la loi de 2010 (création du compte d'épargne assurance forestière), mais qui n'a pas été transposée pour la forêt publique. Il y a donc un chantier à conduire pour inciter les communes et plus généralement les propriétaires forestiers à placer l'argent des récoltes pour pouvoir l'utiliser au moment où ils en ont besoin pour l'investissement forestier. Car l'un des freins à l'investissement, c'est le décalage entre récolte et travaux ; la plupart des propriétaires rechignent à mettre en forêt de l'argent extérieur à la forêt. Par ailleurs les propriétaires demandaient que le compte d'épargne ait la même fiscalité que la forêt : ça fait partie des discussions que nous allons avoir avec le budget, puisqu'on va rebattre les cartes dans les mois qui viennent.

Je profite de ce que j'ai la parole pour parler des négociations actuelles pour la Stratégie forestière de l'Union européenne ; il n'y a pas de politique forestière européenne à proprement parler puisque le bois ne fait pas partie des compétences de l'Union européenne (tout est sur le marché libre), mais il y a une stratégie pour permettre un rapprochement et une certaine coordination entre pays. Le dossier avance bien, mais on voit les différences entre les pays, en particulier avec les pays nordiques ou même l'Allemagne qui mettent en avant la subsidiarité et qui pensent pouvoir s'en sortir du fait de leur puissance au niveau production et transformation. Je pense qu'ils font erreur (c'est une appréciation personnelle), car beaucoup de questions actuelles comme celle du changement climatique dépassent les frontières. Quoi qu'il en soit, il est difficile, que ce soit au niveau l'Union européenne ou de la Pan-Europe (puisque'il y a aussi un contexte de discussion dans le cadre de Forest Europe, soit UE + d'autres pays d'Europe dont la Russie), de faire converger les forestiers sur des textes communs. S'ils ne le font pas, d'autres le feront en s'appuyant sur des directives de l'environnement, du commerce ou de l'énergie, pas à l'avantage des forestiers !

*Peut-être Jean-Christophe Pouët et Alain Bailly ont-ils un message complémentaire avant de conclure ?*

**Alain Bailly :** Je n'ai rien à ajouter, sauf à appuyer ce qui s'est dit, en particulier sur la nécessité de réindustrialiser la filière.

**Jean-Christophe Pouët :** Juste un petit rappel concernant la chimie du végétal ou la biochimie (nos équipes y travaillent aussi) : c'est vrai qu'il y a un gros « business » possible derrière ça, avec beaucoup de valeur ajoutée, mais si on se comporte avec les objets finis (flacons plastiques) comme on le faisait jusque-là et qu'on ne les recycle pas correctement, on aura le même souci d'insuffisance de ressource pour subvenir aux besoins de matière première.

*Il est temps maintenant de conclure. Globalement j'ai relevé que :*

*à la base, le consommateur dicte sa loi ce qui nous conduit finalement à une demande de bois résineux plutôt petits et de bois feuillus plus gros, mais pas trop, ainsi qu'à un moindre besoin de plots auxquels se substituent les avivés ; pour les débouchés feuillus, on s'attend à des innovations possibles, mais qui vont prendre du temps ;*

*on a besoin, on va avoir besoin d'un ensemble de produits qui vont de la molécule jusqu'au bois massif ; personne n'a évoqué le modèle en cascade, l'agencement de plusieurs débouchés qui fait que la même « molécule » de bois peut avoir plusieurs usages au cours de sa vie ;*

*un objectif important est de garantir la gestion durable et, dans ce cadre, d'alimenter la filière bois, de s'adapter au changement climatique, d'intégrer le long terme et de faire le bon choix d'essences (même si on n'est pas entré dans le détail, car ce n'était pas vraiment le lieu pour le faire) ;*

*il y a des états d'âme ou au contraire un plaidoyer pour le bon compromis, ce qui fait la richesse du travail de forestier ; le problème s'est posé de la multifonctionnalité : faut-il faire un choix unique ou concilier plusieurs objectifs, comment arbitrer ? C'est le travail du forestier d'arbitrer entre différents services écosystémiques, entre différents critères aussi :*

*les risques, les marchés... Faut-il suivre les marchés en dépit des risques ou prévenir les risques sans tenir compte des marchés ? Il faut probablement faire les deux et il y a aussi des arbitrages à faire entre impératifs industriels et forestiers ; le terme de mix produits montre d'ailleurs qu'on ne vise pas un produit, mais un ensemble de produits...*

*le marché est très dérégulé, ce qui nous pose des problèmes de compétitivité comme on en connaît pour le déroulage et le sciage du hêtre ; il faut sans doute songer à des réponses possibles à cette dérégulation et à ses effets néfastes ; pour finir sur une note d'espoir, le consommateur trouve désormais beaucoup d'objets en bois (pas forcément de l'origine souhaitée), et de nouveaux produits apparaissent ; le bois a des caractères renouvelables qui finiront par payer à long terme ; cependant il faut s'organiser au moins pour mieux communiquer et prendre des mesures propres à assurer le développement du bois.*

*Merci à tous, intervenants et participants ; je passe maintenant le relais au directeur général de l'ONF, Pascal Viné, pour la clôture du colloque.*



# Clôture du colloque

par Pascal Viné

Merci à tous les intervenants de ces journées et de cette table ronde passionnante, Merci encore aux collègues de la DTCB qui ont organisé ce séminaire, et à la DRH pour les aspects matériels.

Je n'ai pas pu participer à toute la journée puisque, avec Hervé Gaymard, président du Conseil d'Administration de l'ONF, nous rencontrons ce matin le nouveau ministre de l'Agriculture ; mais j'ai eu des échos des travaux de ce matin et j'ai suivi en partie ceux d'hier. Je ne vais pas revenir sur les conclusions de Jean-Luc Peyron ni sur l'ensemble des échanges, mais je voudrais souligner quatre points.

En premier, me réjouir de la qualité des débats.

J'ai souhaité qu'on puisse avoir très régulièrement des débats entre nous, même si nous ne pouvons pas être très nombreux ; nous avons ici une bonne représentativité de l'ensemble des collègues de l'établissement. Il est important qu'on puisse débattre de sujets sans doute un peu difficiles, et je crois que c'est une bonne chose de montrer qu'à l'ONF on est capable d'affronter un certain nombre de questions, de les mettre en débat, d'y participer, non pour conclure, mais en tout cas pour contribuer à la réflexion. Je souhaite que ces débats s'inscrivent dans le temps de façon récurrente, qu'on puisse ouvrir d'autres débats compliqués : il a été question par exemple, et j'en suis tout à fait d'accord, de l'équilibre forêt gibier. Ou pourquoi pas plus difficile encore : l'irrégulier et le régulier, etc. Abordons les sujets qui sont au cœur de nos problématiques : ça nous permet de parler technique, et d'en parler avec nos grands partenaires.

Le deuxième point que je retiens, c'est que les enjeux que nous abordons sont des enjeux de société.

C'est la demande du consommateur, mais aussi son attente sur les différents niveaux de services offerts par la forêt, et

c'est des enjeux de filière : Philippe Siat et Laurent Denormandie ont clairement mis l'accent sur les enjeux technologiques, qui permettent de faire des « sauts » ou non ; on a également des enjeux immédiats, de demain, qui peuvent être abordés par le forestier, mais qui ne peuvent pas être tranchés par le seul forestier. Et puis il y a la multifonctionnalité, un principe déterminant de notre travail, consubstantiel de l'activité du forestier ; mais si important soit-il, le concept ne répond pas à toutes les questions. On voit bien lorsqu'on aborde les différents paramètres de la multifonctionnalité, que ce soit la biodiversité ou la production, pour ne parler que de ceux-là, qu'il faut rentrer dans le détail : qu'entend-on par préserver la biodiversité ? qu'est-ce que c'est que produire plus ? pour quel usage ? On ne peut pas se contenter d'une logique globalisante si on veut apporter des réponses adaptées aux enjeux de la multifonctionnalité. Il faut rentrer dans le détail, le débat que nous avons eu aujourd'hui en a bien montré la nécessité. Au fond, c'est une question de politique forestière - politique d'amont, mais aussi d'aval - et notamment de politique industrielle ; c'est une question que nous avons évoquée ce matin avec le ministre Stéphane Le Foll. Et nous, forestiers, sommes au cœur de ces préoccupations, puisque nous sommes, si je puis dire, à l'origine de ces enjeux.

Le troisième point, c'est ma conviction que nous, ONF, sommes dans une dynamique de filière.

On ne peut pas séparer l'ONF de la filière. Nous sommes un outil au service d'une politique forestière qui s'inscrit dans des enjeux de société et des enjeux de filière. À ce propos je voudrais souligner le travail réalisé ces derniers mois par l'ensemble de la filière, que ce soit France Bois Forêt ou France Bois Industries Entreprises, notamment au travers du Fonds Carbone, pour la mobilisation des crédits carbone qui vont être mis aux enchères l'an prochain. Nous

avons dans cette démarche l'exemple même de ce que nous pouvons faire quand, plutôt que de se « renvoyer la balle » les uns aux autres, nous montrons que tous ensemble nous avons envie de développer la filière forestière française, et notamment pour les territoires. Car l'enjeu de notre filière est aussi un enjeu territorial, on l'a vu en terme de production, de biodiversité, d'accueil du public... J'ai souvenir d'un débat il y a quelques années autour de la filière agricole, dont on disait qu'elle n'était pas délocalisable. Eh bien la filière bois montre hélas qu'on peut avoir une filière qui produit de la matière première, mais dont les activités de transformation se délocalisent progressivement. Ce n'est pas parce qu'on est producteur de matière première qu'on garantit la filière, et c'est aussi vrai en agriculture que dans le secteur forestier. Il faut en être conscient pour y répondre, et ce ne peut être qu'une réponse de filière avec sans doute une place toute particulière pour le forestier.

Ce qui m'amène au quatrième point : le rôle du forestier.

Le forestier est, comme je le disais « à l'origine », il est intégrateur d'un certain nombre de demandes. C'est un métier difficile, qui nécessite beaucoup d'écoute. Plus que jamais, en raison des enjeux que nous avons vus (évolution des usages du bois, adaptation au changement climatique), le métier de forestier exige, à l'ONF comme chez nos collègues de la forêt privée, que nous soyons capables d'écouter ce que disent nos partenaires. Et je crois qu'au fond ça nous renvoie sur les enjeux de gouvernance, aussi bien pour la politique forestière que pour l'ONF : savoir que nos décisions impactent un certain nombre de secteurs, et agir en conséquence. L'important c'est qu'on soit capable de construire des démarches sylvicoles qui intègrent au mieux, avec des choix à faire de façon objective et transparente, les attentes de nos partene-

naires : ça passe par une gouvernance plus ouverte (ce que nous avons inscrit dans notre contrat d'objectif pour 2012), qui permette le dialogue, de manière à ce que les décisions des forestiers de l'ONF soient conformes aux attentes de la société. Il n'est certes jamais facile de savoir ce qu'attend la société, c'est un être complexe, schizophrène... mais si on arrive à construire ce dialogue comme nous le faisons aujourd'hui, on sera plus à l'aise pour bâtir sur le long terme notre démarche sylvicole dans le cadre des décisions qui seront prises avec l'État et les Communes forestières.

Pour ma part, je suis très heureux d'entretenir ce dialogue avec nos partenaires, et je suis persuadé que si nous cultivons ces espaces de discussion, de construction de nos démarches sylvicoles et autres, nous répondrons encore mieux qu'aujourd'hui (nous répondons déjà bien) aux attentes de la société.

Compte tenu des enjeux soulevés tout au long de ces deux jours, le défi devant nous est très important. Il ne faut pas manquer le rendez-vous du changement climatique ; nous n'avons pas le droit non plus de manquer celui des attentes

des concitoyens en matière de produits renouvelables comme le bois. C'est un défi à relever au sein de la filière et avec le reste de la société. Les outils existent, nous avons la motivation, il faut montrer que nous voulons et que nous sommes capables de le faire ensemble.

En tout cas j'ai très envie de le faire, avec l'ONF, la filière et l'ensemble de nos partenaires, et je vous donne rendez-vous l'an prochain, peut-être sur la question de l'équilibre forêt-gibier.

Merci à tous et bon retour.







---

## à suivre

---

### Prochain dossier : EMERGE

L'année 2013 commencera avec un dossier consistant sur la restitution du programme de recherche EMERGE : Elaboration de Modèles pour une Estimation Robuste du bois Energie. C'est-à-dire ? Une façon exigeante de repenser la dendrométrie.

### Retrouvez RenDez-Vous techniques en ligne

**Sur intraforêt :** pour les personnels ONF, tous les articles sont accessibles au format pdf dans le portail de la direction technique et commerciale bois (Recherche et développement / La documentation technique) ; pour un article particulier, utiliser le moteur de recherche de la base documentaire.

**Sur internet :** [http://www.onf.fr/\(rubrique Lire, voir, écouter / Publications ONF / Périodiques\)](http://www.onf.fr/(rubrique Lire, voir, écouter / Publications ONF / Périodiques))

La revue **RenDez-Vous techniques** est destinée au personnel technique de l'ONF, quoique ouverte à d'autres lecteurs (étudiants, établissements de recherche forestière, etc.). Revue R&D et de progrès technique, elle vise à étoffer la culture technique au-delà des outils ordinaires que sont les guides et autres instructions de gestion. Son esprit est celui de la gestion durable et multifonctionnelle qui, face aux défis des changements globaux, a abouti à l'accord conclu en 2007 avec France nature environnement : « Produire plus de bois tout en préservant mieux la biodiversité ». Son contenu : état de l'art et résultats de la recherche dans les domaines de R&D prioritaires, mais aussi porté à connaissance de méthodes et savoir-faire, émergents ou éprouvés, clairement situés vis-à-vis des enjeux de l'établissement ; le progrès technique concerne toutes les activités de l'ONF en milieu naturel et forestier, en relation avec le cadre juridique.

Sous l'autorité du directeur de publication assisté d'un comité directeur ad hoc, la rédaction commande des articles, suscite des projets, collecte les propositions, organise la sélection des textes et assure la relation avec les auteurs. N.B. : certaines propositions, parfaitement légitimes en soi, ne se justifient pas forcément dans RDV techniques et méritent d'être orientées vers d'autres revues forestières. Enfin le comité éditorial, siégeant une fois par an, est informé de cette activité et émet ses avis, critiques ou suggestions.

***Si vous désirez nous soumettre des articles  
prenez contact avec :***

ONF - Département recherche  
Christine Micheneau  
Tél. : 01 60 74 92 47  
Courriel : [rdvt@onf.fr](mailto:rdvt@onf.fr)

