

## Feuille de Route Stratégique Pôle de Compétitivité **Xylofutur** 2009 - 2011

### *Sommaire*

#### **LES DOMAINES ET THÉMATIQUES PRIORITAIRES DU PÔLE**

Les Axes Stratégiques..... *p. 2*

#### **LES PRINCIPAUX OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES ET DE MARCHÉ DU PÔLE A 3 ANS**

II, 1 Produits issus de Bois Massif..... *p. 3*

II, 2 Produits issus des Fibres et de la Chimie..... *p. 8*

II, 3 Gestion et Exploitation Des Forêts Cultivées..... *p. 14*

## LES DOMAINES ET THÉMATIQUES PRIORITAIRES DU PÔLE

Tout en restant centré sur l'Aquitaine et le Pin Maritime dans le respect de ses principes fondamentaux et de son identité, le pôle Xylofutur (ex IPMF) réactualise sa stratégie au vu de l'expérience acquise pendant ses trois premières années de fonctionnement et des conclusions de l'audit national des pôles réalisé par le CIIACT au premier semestre 2008.

### I, 1 Les axes stratégiques

La première phase de développement 2005-2008 s'est concentrée sur trois axes stratégiques :

- 1- Recentrer les acteurs vers l'anticipation des marchés depuis la forêt jusqu'aux produits finis ;
- 2- Améliorer la compétitivité par la maîtrise des coûts, l'innovation et la promotion ;
- 3- Développer et partager la veille technologique.

La première phase a permis de fédérer un noyau d'acteurs issu de la filière pin maritime et a abouti à la mise en œuvre d'une trentaine de projets pour 32,7 millions d'Euros d'investissements en R et D.

Elle a également permis de consolider le partenariat entre Universités, Ecoles, EPST, Centres Techniques appelé CAP FOREST et d'amener cet ensemble Recherche - Enseignement Supérieur à un niveau d'excellence Européen.

**L'ambition du Pôle Xylofutur «Produits et Matériaux des Forêts Cultivées» est d'atteindre un niveau d'excellence international sur les secteurs et process suivants :**

- 1 - Produits issus de bois massif** dans les secteurs de la construction, de l'amélioration de l'habitat, de la décoration et de l'emballage.
- 2 - Produits issus des fibres et de la chimie des composants ligno-cellulosiques** (chimie verte).
- 3 - Gestion et exploitation des Forêts cultivées** ayant pour vocation le développement industriel.

Les objectifs de marché et le positionnement de la filière sont décrits précisément pour chacun des dans le chapitre II.

Pour atteindre ces trois objectifs, le Pôle se doit d'anticiper les évolutions du marché des matériaux et produits forestiers, grâce à la Veille et à une politique de partenariat avec les Pôles Européens de même nature ; d'améliorer la compétitivité des entreprises et du système Forêt cultivée-Bois-Fibre-Chimie en explicitant pleinement sa contribution au Développement Durable, en promouvant l'innovation technologique et organisationnelle ainsi que le transfert de technologie, en développant la formation, et en élevant le niveau d'industrialisation des trois secteurs.

## II LES PRINCIPAUX OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES ET DE MARCHÉ DU PÔLE A 3 ANS

### II, 1 PRODUITS ISSUS DE BOIS MASSIF

Dans tous les pays, les experts affirment qu'il n'y a pas de filière bois saine (nous parlons d'une filière complète et diversifiée comme celle d'Aquitaine) sans une première transformation compétitive ; la première transformation est celle où l'arbre est débité et scié (ou déroulé) en vue de certains usages (ici : la construction, l'emballage et les palettes, le décor pour le bois d'œuvre, le connexes pour certains panneaux et la papeterie).

En Aquitaine, malgré deux tempêtes en 10 ans, on tient à ce que le bois d'œuvre soit privilégié, c'est à dire que sa valeur et sa quantité donnent de la valeur aux grumes d'où la nécessité pour la forêt d'approvisionner les industries en conséquence.

Le sciage produit dans une année normale un volume de 1, 6 Mm<sup>3</sup> ;

Le déroulage 0, 25 Mm<sup>3</sup>, (avec une production à peu près identique dans deux usines ciblées sur le déroulage du peuplier à construire en Lot et Garonne ; Pin Maritime et Peuplier sont les seules essences déroulables sous nos climats).

Une autre caractéristique de la filière est la durée extrêmement courte (à cause du bleu) entre l'abattage et le stockage de produits semi-finis : 8 jours environ ; cette filière fonctionne à flux tendu et en circuits courts (grand nombre d'unités moyennes de sciage en Gironde et Landes, sans compter les usines en Dordogne, Lot et Garonne et Charente Maritime). Une dernière donnée est que le Pin Maritime est facilement imprégnable d'où des traitements de préservation et des finitions facilités.

#### Le Sciage

Les opérations de la chaîne de production d'une scierie sont successivement :

- le tri des billons par qualité sur les quais en amont des lignes de sciage,
- l'écorçage, le mesurage, le cubage,
- le sciage proprement dit, avec un plan de sciage informatisé, en fonction des commandes clients et en vue du rendement matière maximum,
- le délignage, le tri, le classement des sciages,
- l'empilage, le tronçonnage,
- le traitement, le séchage,
- le stockage,
- la transformation (usinage, rabotage) en produits semi-finis.

#### Les Panneaux

Outre les produits de scierie, la Commission Bois et Bois Construction examine également les innovations dans les panneaux :

en Aquitaine, 7 unités de production mettent annuellement sur le marché (Pin Maritime)

- 1, 2 Mm<sup>3</sup> de panneaux de particules,
- 0, 2 Mm<sup>3</sup> de panneaux MDF,
- 0, 1 Mm<sup>3</sup> de panneaux isolants,
- 0, 25 Mm<sup>3</sup> de Contre-plaqués ou LVL.

## La Construction

La cible commerciale privilégiée de ces produits du sciage, du déroulage et de l'industrie des panneaux est la CONSTRUCTION :

- la structure (charpente, contreventement, ...) : bois, LVL, Contre-plaqués,
- l'enveloppe (murs, planchers, toiture) : ossature bois, caissons, bois extérieurs et/ou intérieurs,
- l'isolation (panneaux isolants) thermique ou phonique,
- le décor, l'agencement : parquets, lambris, panneaux MDF ou Contre-plaqués.

Avec cette cible, l'industrie du sciage et du panneau d'Aquitaine, située au cœur du marché du Sud-Ouest de l'Europe, n'a aucune raison d'échouer (malgré les tempêtes) : avec le Pôle IPMF elle a pris conscience des exigences (réglementaires, commerciales) de la construction, des capacités du matériau de Pin Maritime (dont certaines habitudes diffèrent du standard Européen) ; elle sait qu'elle doit s'industrialiser au plus vite, mieux rentabiliser l'appareil de production, ne pas se disperser sur un trop grand nombre de produits, mutualiser sa démarche commerciale et accentuer son lobbying.

## II, 1-1 à 4 OBJECTIFS DE MARCHÉ :

L'objectif principal est d'augmenter les parts de marché du bois des essences cultivées régionalement dans la construction sur le territoire français et les pays limitrophes.

### II, 1-1 La stratégie de l'industrie du sciage est de respecter l'équilibre dans la valorisation et le positionnement sur les marchés : 1/3 emballage, 1/3 décoration, 1/3 construction.

A la fin du 20<sup>ème</sup> siècle, le Pin Maritime est très peu utilisé sur les chantiers de construction (la charpente ne représente que 5% du sciage) sous la pression commerciale des bois scandinaves, livrés plus régulièrement et à temps, aux dimensions désirées et séchés. Un tiers, des sciages Pin Maritime sont destinés au décor (parquets, lambris), 50% est transformé en palettes.

En 2006, IPMF met en avant un « objectif sciages » à 10 ans : 1/3 structure, 1/3 décoration, 1/3 emballage. C'est un changement colossal pour la profession mais, lorsqu'on voit que le marché français de charpentes et ossatures bois (1.3 Mm<sup>3</sup>/an en 2005) augmente de 20% tous les 5 ans, on comprend que cet objectif est réaliste, à condition que les industriels du Pin Maritime assurent le séchage, le marquage c'est à dire l'assurance de qualité, les longueurs (5 m au moins) des bois qu'ils veulent destiner à ce marché. Là, les verrous sont en train de sauter avec les résultats positifs des projets XYLOCLASS et ABOVE (encore en cours) et l'assimilation des exigences du marché de la construction.

Cette stratégie est soutenue par le goût des consommateurs pour la construction bois et pour les bois locaux (conséquence de la crise des carburants et des leçons du Grenelle de l'environnement). La tempête de 2009 offrira une opportunité de transformer un stock malheureusement gigantesque de troncs de Pins en bois d'œuvre, en un stock de produits semi finis : poutres de bois massif, BMR, lamelles de Bois lamellé collé, composants pour poutres en I, ...

L'accentuation de la production de Contreplaqués et lambris (LVL) en Pin Maritime (et peupliers) permettra également de satisfaire le marché de la Construction.

## II, 1-2 Développer l'offre en EWP (Bois d'ingénierie)

On appelle EWP (Engineered Wood Products) ou bois d'ingénierie (au Canada) un bois reconstitué de façon à être homogène, à obtenir une bonne stabilité dimensionnelle, parfois à être renforcé dans les directions perpendiculaires au fil du bois.

Souvent ce sont les essences les plus impropres à la consommation en bois de charpente mais les plus abondantes qui inspirent les réalisations les plus marquantes d'EWP : parallam, BLC canadien, pin attaqué par des insectes transformé en panneaux structuraux en Colombie Britannique... Le Pin Maritime Aquitaine se retrouve ainsi sur le marché selon une gamme de produits, cités de façon non exhaustive ci-dessous :

- bois massifs assemblés par collage (BMR),
- sciages purgés des singularités et aboutés,
- sciages aboutés puis lamellés (BLC),
- bois déroulés reconstitués en stratifiés (CP, LVL),
- gros copeaux encollés agglomérés par pressage (OSB),
- copeaux, sciures, encollés agglomérés (panneaux de particules),
- fibres agglomérés (panneaux de fibres, MDF),
- fibres agglomérés (panneaux pour l'isolation),
- farines et sciures (composites Bois Plastiques).

(Les cinq premiers types de matériaux sont structuraux).

L'évolution des liants et adjuvants vers des formulations environnementales acceptables et sans nuisance pour la santé favorisera la promotion des EWP pour la construction.

L'apparition de formes nouvelles (formage) et de dimensions nouvelles (épaisseur, longueur...) est aussi une piste à explorer.

## II, 1-3 Développer l'offre en matière de services et de solutions constructives

Progressivement les industries du bois seront amenées à changer leurs livraisons vers le bâtiment : ce ne sont plus des km de poutres et des m<sup>2</sup> de panneaux qui seront livrés mais des charpentes, des murs, des planchers, prêts à être posés, dans un colisage respectant la traçabilité des produits et le marquage de leurs qualités, accompagnées de la quincaillerie nécessaire.

C'est le menuisier traditionnel qui se transformera en fabricant de blocs portes labellisés, c'est le charpentier qui se transformera en poseur. C'est pour le bâtiment, l'assurance de construire plus vite et à meilleur prix ; c'est pour l'industriel du bois l'occasion de proposer des innovations propres à l'essence Pin Maritime.

## II, 1-4 Développer l'offre à haute valeur ajoutée, intégrant les atouts du design et de l'éco-conception

L'innovation, le design et le soin apporté à l'éco-conception des produits permettent à l'industrie d'être compétitive sur des marchés de grande masse (parquets, lambris, bardage, terrasses...), marchés mondialisés, de maintenir sa compétitivité au rythme des changements de tendance, au rythme de la modification des exigences de confort et bien-être dans l'esprit des consommateurs.

La Filière Pin Maritime a particulièrement investi dans le domaine du design et notamment dans les produits décoration depuis plus de trente ans. Ses produits se situent, dans ce domaine, au niveau mondial le plus élevé. La filière utilise pleinement les énormes potentialités du Pin Maritime dans ce domaine.

## II, 1-5 à 8 **OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES :**

### II, 1-5 Maitriser le matériau et ses mises en œuvre :

- Développer les technologies de reconstitution et de contrôle,
- Exploiter de façon optimisée la durabilité du matériau (naturelle et conférée).

Si la notion d'EWP et ses avantages sont devenus communs depuis une dizaine d'années, il est nécessaire, sur une matière première différente de celle des expériences étrangères, d'appliquer de façon optimisée des techniques plus ou moins éprouvées à leur fabrication. Les contrôles de la matière à toutes les étapes de la transformation sont incontournables : « qualité de bois » à différentes échelles, analyse de la nodosité par exemple ; teneurs en eau, en composants chimiques...

La mise en place de nouvelles technologies pour le traitement du bois physico chimique, dans la masse ou en surface, pour l'usage de nouveaux adjuvants, pour les traitements de finition, ... est attendue à travers de nouveaux projets du Pôle.

### II, 1-6 Maitriser les process : développement de procédés de fabrication intelligents et performants, plus économes en énergie et en matière première.

A chaque opération de la chaîne de production (détaillée en II 1 pour le sciage), on peut, grâce à la connaissance de la matière et des process, gagner quelques % dans le bilan matière et dans le bilan énergie de la transformation : l'exemple du séchage est remarquable à cet égard ; le gain de la filière, en absolu, est alors à considérer.

Le projet ABOVE est très éclairant : comment la connaissance de la matière ligneuse, de l'arbre, des relations statistiques entre propriétés du bois, de la physique, de la chimie et de la mécanique, nous amènent, par paliers successifs, vers une transformation fertile du Pin Maritime.

## II, 1-7 Explorer de nouvelles technologies et anticiper la réglementation des produits et process

L'appropriation, parfois sans conséquence économique, des nouvelles technologies (informatique, traitement du signal et de l'image, laser, UGV) a été constante dans l'industrie du bois ; mais on observe que les retombées sur le marché sont lentes en raison des barrières réglementaires et législatives érigées par la concurrence (autres matériaux, industrie étrangère...) autant que par le principe de précaution.

Il est nécessaire de consacrer des sommes importantes à la veille réglementaire, aux relations avec les organismes en charge de cet aspect de l'innovation (FCBA, CSTB), à la représentation de la communauté Xylofutur dans les groupes de travail français et européens.

## II, 1- 8 Pour la construction, maîtriser la participation du matériau au confort et à la santé des occupants

Le défi pour la recherche est de trouver et justifier (pour l'industrie d'exploiter) les moindres propriétés de bois dont on peut tirer bénéfice pour la Construction bois en terme de Santé et Confort. Par l'ordre d'apparition dans les discussions au sein de la communauté de la Construction bois :

- l'inertie thermique : le phénomène est connu, modélisé, l'est-il au point d'être prédictible en terme de performance d'un logement ?
- l'inertie hygroscopique (moisture buffering) : le phénomène est plus lent, moins bien décrit, et la route est longue entre le modèle de laboratoire et la modélisation des logements.
- les propriétés psychosensorielles : odeur, couleur, toucher, ...
- les propriétés anti bactériologiques,
- les émissions des matériaux à base de bois.

Il est prioritaire de définir, entre scientifiques de différentes disciplines, les meilleures atmosphères intérieures pour la vie dans un logement (bois) et de construire un programme sur les propriétés multifonctionnelles du Pin Maritime et des autres essences locales.

## II, 2 PRODUITS ISSUS DES FIBRES ET DE LA CHIMIE

Les usines de production de fibres papetières chimiques européennes sont de moins en moins compétitives par rapport aux usines de pâtes notamment Sud-Américaines et asiatiques compte tenu du différentiel croissant dans les coûts du bois rendu usine. En effet, ces dernières sont alimentées par du bois provenant de plantations intensives d'eucalyptus ou d'acacia situées autour des usines. Les arbres y sont coupés jeunes, 6- 8 ans, contre 50-60 ans en Europe, en raison d'une productivité forestière 3 à 5 fois supérieure. De plus, l'avantage sur le coût de transport est considérable par rapport aux usines françaises. Afin de pérenniser nos entreprises, il faut considérer le pin maritime comme une source de matières premières renouvelables (cellulose, hémicelluloses, lignine et extractibles) dont il faut pour chacune d'entre elles trouver des applications nobles et économiquement rentables en substitution aux produits d'origine fossile. Dans ce cadre là, les objectifs de marché et technologiques sont décrits ci-après :

### OBJECTIFS DE MARCHÉ :

#### II, 2-1 Développer de nouvelles applications des substances naturelles bioactives en substitution des produits de synthèse issus des ressources fossiles (Biopolymères, Biomolécules, Biocarburants, ...).

Le bois est constitué des trois polymères : la cellulose, les hémicelluloses et la lignine. Les deux premiers sont des enchaînements de sucres, la troisième est un polyaromatique complexe de structure variable en fonction de la nature du bois mais typiquement formé d'enchaînements phénylpropane.

Bien des applications existent déjà pour ces composés (en particulier pour la cellulose) mais -beaucoup d'autres restent à défricher.

C'est surtout le cas pour les hémicelluloses que l'on a beaucoup de mal à valoriser. En effet, leur hydrolyse fournit essentiellement des sucres en C5 (pentosanes) peu enclins à la fermentation.

De ce fait, il conviendrait donc de trouver de nouvelles applications pour ces polymères que la tendance actuelle dans les travaux en cours promet de rencontrer de plus en plus fréquemment dans les sous produits de la biomasse (par exemple dans les biocarburants de deuxième génération). Un certain nombre de programmes ont également pour sujet une extraction préalable des hémicelluloses avant cuisson du bois ou leur récupération dans les liqueurs après cuisson.

Il sera donc important de leur trouver des voies de valorisation ;

La lignine en tant que telle est peu valorisée sinon par combustion pour fournir de l'énergie aux usines. Compte tenu de l'évolution du prix de celle-ci quelle que soit son origine, on voit mal les papetiers se priver d'une telle source d'énergie (verte).

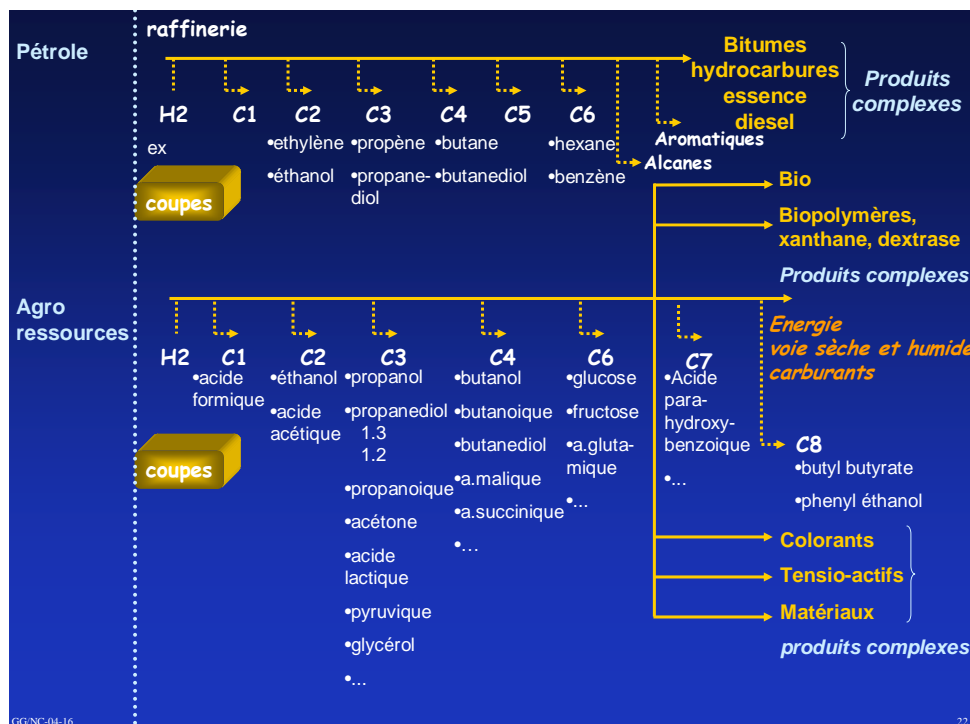
Il est cependant des cas où les liqueurs résiduelles sont excédentaires (liqueurs noires kraft et effluents alcalins de blanchiment par exemple) ; dans ce cas, on doit d'ores et déjà imaginer des utilisations autres qu'énergétiques.

C'est par exemple le cas à Tartas où les **lignosulfonates** sont commercialisés en particulier comme additifs pour le béton mais on pourrait certainement trouver d'autres applications peut-être plus rémunératrices. La structure complexe de la lignine, comparée à la cellulose et la diversité des procédés d'obtention, limitent sa valorisation en tant que matériau. Par ailleurs, de nombreuses recherches attestent d'un potentiel important de la lignine dans des domaines comme les résines pour composites à base de bois ou comme biocides ou antioxydants.

Le bois se prête bien **aux biocarburants de deuxième génération** par opposition à ceux issus de la première puisqu'il présente une foule d'avantages :

- non comestible il n'entre pas en compétition avec l'alimentation humaine,
- il ne nécessite normalement ni irrigation ni engrais,
- il se renouvelle naturellement à grande vitesse.

Mais la réflexion oblige à convenir qu'il est dommage de n'utiliser cette formidable usine à photosynthèse que pour en brûler les produits comme carburants alors que l'on sait que les agro ressources permettent l'accès à pratiquement tous les produits chimiques aujourd'hui issus du pétrole comme le montre le tableau ci-après. On oublie en effet - en ne parlant que de la future pénurie de carburant - que presque tous les produits qui nous entourent sont issus du pétrole et que la menace de pénurie doit être étendue aux produits chimiques de base.



Nous pensons donc qu'il faudrait développer cette chimie - en particulier - celle des sucres afin de rendre industrielles ces réactions essentiellement connues au laboratoire.

Un premier exemple peut être cité et concernant une usine du Tennessee qui, à partir d'amidon de maïs, fabrique depuis quelques mois 45000 t/an de propane diol 1-3 matière première essentielle pour la chimie des polymères.

Il s'agit à l'évidence d'un exemple à suivre avec les molécules issues du bois.

## **II, 2-2- Développer la production de biomatériaux composites.**

De façon générale, les composites peuvent remplacer les matériaux métalliques comme l'acier et l'aluminium, et permettre ainsi des allègements de structure conséquents réduisant les coûts, le poids et donc la consommation de carburant et les pollutions. Cette filière représente en France 20 000 emplois pour 450 entreprises (*Ministère de l'industrie, 2006*). La fabrication de composites à partir de matières premières renouvelables que ce soit pour les matrices (biopolymères) ou les renforts (fibres naturelles) représente une voie d'avenir. La production mondiale de biopolymères (d'environ 700 000 tonnes) est par ailleurs en forte croissance, et augmente chaque année de 60% (source Agrice 2006).

Les fibres et la sciure de bois, peuvent être incluses dans les polymères à condition de pallier l'incompatibilité structurelle entre la cellulose (hydrophile) et le polymère (hydrophobe). Dans ces conditions les biorenforts représentent un avantage vis-à-vis des renforts minéraux ou organiques traditionnels à la fois pour leur prix et leur abondance. Par ailleurs, une entreprise comme Arkéma (premier chimiste français) produit depuis plusieurs années des polyamides biosourcés (gamme rilsan polyamide) de haute performance et s'intéresse aux renforts d'origine renouvelables. Les marchés visés sont très importants car ils vont de l'aéronautique à l'industrie automobile en passant par l'habillement. Des travaux importants sont à réaliser sur ce point pour valider l'intégration de particules ou de fibres de bois dans des biopolymères de haute performance. Le programme BEMA initié en avril 2008 et dans lequel est impliquée la société Arkéma devrait permettre de valider cette association d'ici 2011.

Dans un autre domaine, la question du collage dans les panneaux de bois prend aujourd'hui une importance primordiale du fait des contraintes environnementales liées au formaldéhyde et à l'emploi de polymères de type Urée Formol, Mélamine Urée Formol, Phénol Formol et Polyuréthane issus de matière première fossile. Le programme BEMA doit également permettre de mettre au point d'ici 2011 de nouveaux liants issus de matières premières renouvelables comme la farine de maïs et les tannins d'écorces de pin maritime. L'étude de la compatibilité bois/liant sera fondamentale dans la réussite de ces travaux.

La fonctionnalisation en surface de la cellulose afin d'améliorer sa compatibilité sera donc encore une fois importante.

Cette fonctionnalisation est également une base fondamentale dans toutes les applications impliquant la cellulose dans ses utilisations en tant que pâtes à usages chimiques.

## **II, 2-3 Développer des fibres, papiers et panneaux, avec de nouvelles fonctionnalités, notamment pour les secteurs de l'emballage et de la construction.**

Les fibres lignocellulosiques sont un matériau composite à part entière, du fait de l'organisation ultra structurale de ses parois et de l'association des trois principaux constituants du bois. De ce fait, ces fibres sont une base complexe apportant certaines propriétés, déjà exploitées dans certains applications industrielles comme le papier et les panneaux mais pour lesquelles il est nécessaire de développer de nouvelles caractéristiques afin de mieux les valoriser dans leurs applications actuelles ou dans de nouveaux produits.

Dans ce but et comme cité précédemment, la fonctionnalisation des fibres lignocellulosiques représente ici un enjeu majeur. Les nouvelles technologies de greffage, chimique ou enzymatique, développées dans le secteur industriel de la chimie et, notamment dans la fonctionnalisation des polymères, doivent être adaptées aux fibres lignocellulosiques et aux conditions industrielles de leur production.

Ces modifications permettront d'envisager l'utilisation de fibres lignocellulosiques dans de nouvelles applications telles que l'incorporation dans des matériaux composites (compatibilité avec la matrice polymère), la production de papiers ou panneaux avec des propriétés originales (antimicrobien, antibactérien, accumulateur d'énergie, transport d'énergie, ....).

Ces systèmes de fonctionnalisation doivent être étendus aux différents types de fibres lignocellulosiques disponibles sur la marché, notamment les fibres recyclées car c'est un matériau hétérogène pour lequel les technologies doivent être adaptées.

## **OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES :**

**II**, 2-4 Améliorer les process d'extraction avec un objectif de performance environnementale.

### **Amélioration des rendements pâte / bois dans les usines de pâtes**

Ce sujet constitue un challenge fondamental pour tous ceux qui fabriquent des pâtes de cellulose. Que ce soit pour vendre cette pâte sur le marché ou pour la transformer, le prix de revient est intimement lié au rendement pâte/bois : un calcul rapide montre qu'une amélioration du rendement de un point améliore le prix de revient de la pâte d'environ 5% ! Compte tenu des éléments défavorables que constituent - entre autres - le renchérissement du prix du bois avec la concurrence du bois de chauffage, le taux du dollar (le marché des pâtes est libellé dans cette monnaie), et le coût salarial, il est de plus en plus difficile en France d'assurer un minimum de rentabilité à ces activités. La seule issue consiste à améliorer le rendement dont nous venons de voir l'énorme impact sur les prix de revient.

Par ailleurs, pour ceux qui fabriquent du papier, le moyen le plus économique de réduire la quantité de fibres vierges consiste à introduire des matières premières moins chères comme les papiers recyclés pour ceux qui fabriquent du papier d'emballage ou des charges minérales pour les fabricants de papier impression écriture. Le problème est que dans les deux cas, on fragilise le papier qui peut ne plus répondre aux spécifications mécaniques demandées par les utilisateurs. Il existe donc aujourd'hui des limites qui ne peuvent être dépassées et qui par conséquent font plafonner l'économie réalisable par l'utilisation de ces matières premières peu onéreuses.

Un travail basique est donc nécessaire pour repousser ces limites afin, par exemple, de rendre les papiers recyclés plus « liants » ou encore de mettre au point des charges minérales « actives » qui feraient moins chuter les propriétés mécaniques des papiers.

## **II, 2-5 Développement de la valorisation des biopolymères et des biomolécules en rapport avec les industries ciblées.**

Certaines molécules organiques très intéressantes sont présentes dans les bois d'industrie mais, pour la plupart d'entre elles ne sont pas valorisées.

C'est le cas des terpènes dans les bois résineux qui passent à travers la cuisson et dont une petite partie est récupérée mais souillée de produits soufrés qui en diminue la valorisation ultérieure.

Pourtant, depuis des années, et surtout depuis l'arrêt du gemmage (dans dans la plupart des pays industrialisés), il y a pénurie de ces produits chimiques. Ceux-ci ont de multiples applications notamment dans les secteurs de la parfumerie, de la cosmétique, de la pharmacie et de l'agro alimentaire. Plusieurs projets sont en cours, en particulier une pré extraction des copeaux de papeterie avant cuisson, mais il y a d'autres possibilités. Par exemple on pourrait certainement extraire les sciures avant de les vendre aux Sociétés spécialisées dans leur valorisation (les sciures contiennent trois fois plus de terpènes que les copeaux de bois) ou encore les écorces avant combustion.

Même chose pour les souches en complément d'un programme (en cours) de valorisation énergétique de celles-ci.

Dans ce cas les produits récupérés ne seront pas des terpènes mais d'autres composés industriellement importants connus d'après une expérience industrielle américaine (laquelle ?). Des écorces de pin maritime peuvent par exemple être extraites des tannins condensés susceptibles de pouvoir être ensuite utilisés dans la fabrication de colles industrielles (A. Pizzi 2002). Parmi les produits extractibles, on peut également citer également la valorisation des molécules présentes dans les nœuds.

Ces exemples montrent qu'il existe un grand nombre de produits chimiques qui ne sont pas ou peu valorisés aujourd'hui.

## **II, 2-6 Etendre les technologies papetières à la production de biocarburants et des sucres fermentescibles.**

### **Bioéthanol et Papeterie**

Le point commun de tous les procédés de fabrication de bioéthanol est la fermentation alcoolique des sucres mais, dans ce domaine, la cellulose n'en est qu'une source indirecte. Il s'agit d'un polymère de glucose et avant d'envisager d'utiliser les sucres qu'elle contient, il faut commencer par l'hydrolyser et c'est là que les choses se compliquent car la cellulose se trouve en présence de lignine. En effet, la lignine joue un rôle protecteur vis-à-vis des autres produits :

- elle les protège contre les attaques chimiques
- elle les protège contre les attaques enzymatiques.

Si bien que tous ceux qui se sont attelés à la tâche de la valorisation de la cellulose se sont heurtés au problème initial, à savoir l'élimination de la lignine. Beaucoup de méthodes ont été proposées (acidolyse, explosion du bois, thermolyse....) mais toutes sont difficiles et gourmandes en énergie.

Or, les papetiers réalisent depuis longtemps, la séparation de la cellulose et de la lignine. De plus, la lignine ainsi séparée est concentrée, puis brûlée en chaudière fournissant ainsi pratiquement l'essentiel de l'énergie (verte) requise pour le process. Le procédé Kraft présente de plus l'avantage de réaliser la régénération des produits chimiques de cuisson du bois rendant ainsi l'ensemble pratiquement bouclé à la fois en produits chimiques et en énergie.

Le programme en cours sur l'obtention de bioéthanol après hydrolyse et fermentation des pâtes papetières issues de la cuisson du bois a pratiquement fini l'étude laboratoire puisque des essais sur 20 kg de pâtes ont été réalisés. Une première approche du prix de revient ayant été réalisée avec des résultats convenables, les études de financement d'un pilote vont pouvoir démarrer.

Certains points restent cependant à préciser :

- peut-on diversifier la qualité du bois entrant afin d'en diminuer le coût ?
- les enzymes ne supportent apparemment pas une forte concentration en vieux papiers. Il va falloir essayer de comprendre pourquoi car la quantité de vieux papiers utilisée influe évidemment directement sur le prix de revient de l'éthanol.

## **II, 2-7 Maîtriser la physico-chimie des interfaces dans les biomatériaux.**

Greffer des molécules avec des propriétés recherchées (hydrophobie, résistance, barrière, antimicrobien, oléophilie).

La modification chimique ou enzymatique ou par greffage de molécules spécifiques des fibres lignocellulosiques permet de leur conférer de nouvelles propriétés. Ces modifications doivent être étudiées et leur industrialisation approfondie afin de permettre l'intégration dans fibres modifiées dans des matériaux auxquels elles confèrent de nouvelles propriétés. Par exemple, pour les papiers, des propriétés barrière aux liquides et aux gaz sont importantes notamment dans le secteur de l'emballage avec l'ouverture vers de nouveaux marchés. De même, des propriétés antimicrobiennes ou antibactériennes devraient permettre de pénétrer de nouveaux secteurs industriels ou de nouveaux marchés (secteur hospitalier, agroalimentaires, ...).

Pour les panneaux de process, le développement de propriétés hydrophobes, antibactériennes ou antimicrobiennes permettraient de produire des biomatériaux avec de nouvelles fonctionnalités dans les secteurs de l'équipement ménager ou hospitalier. En combinaison avec des surfaçages spécifiques, ces biomatériaux pourront répondre à des cahiers des charges jusqu'alors impossibles.

En plus de la fonctionnalisation des fibres, l'utilisation de microfibrilles ou de nano-objets de cellulose dans les biomatériaux apporte une nouvelle cohésion interne, de nouvelles propriétés, notamment de renfort. La production à grande échelle de ces microfibrilles ou de nano-objets de cellulose est encore un défi, qu'il faudra relever dans les prochaines années pour que la fonctionnalisation de ces micro- et nano-objets de cellulose permette de créer des biomatériaux compétitifs, ayant des propriétés adaptées et plus faciles à recycler.

La production de ces micro- et nano-objets de cellulose est un enjeu important, compte tenu de la consommation énergétique et des différents traitements qu'il faut employer pour préparer les fibres.

La physico-chimie de ces solutions doit être étudiée pour faciliter la production mais surtout l'utilisation dans les secteurs industriels potentiellement intéressés par de tels renforts.

## **II, 3 GESTION ET EXPLOITATION DES FORETS CULTIVÉES**

Premier massif cultivé d'Europe avec 1 Mha, le massif aquitain est particulièrement bien positionné pour entrer dans le champ des forêts visées par le Pôle.

C'est le support d'une filière bois active à l'origine de productions multiples issues principalement du sciage et de la trituration du pin maritime, avec en perspective la valorisation énergétique d'une part significative de la biomasse.

C'est un contributeur majeur à l'économie régionale : 34 000 emplois pour la filière et 12 % de l'emploi industriel régional.

Ce succès repose sur un certains nombre d'atouts parmi lesquels :

- Une ressource en grande partie cultivée, homogène et facile d'exploitation.
- Un couplage forêt / industrie qui voit l'essentiel du bois récolté transformé sur place.
- Des partenariats efficaces des acteurs de la filière et des organismes associés pour favoriser :
  - La valorisation de la production du massif : prélèvement de l'ensemble de l'accroissement biologique suivie d'une régénération (renouvellement en continu de la ressource)
  - La dynamique de recherche / développement et d'innovation sur des volets stratégiques tels que la génétique du Pin maritime, les techniques de sylviculture et de mobilisation du bois, le suivi et la protection de la ressource, les itinéraires techniques...
  - L'intégration des exigences récentes du développement durable, en particulier la certification forestière et la prise en compte du rôle de la forêt et du bois du point de vue de la séquestration du carbone (cf. infra) et des autres services environnementaux (protection des des eaux et des sols, conservation de la biodiversité, .)

Cependant, des facteurs de vulnérabilité menacent sans cesse la compétitivité du massif et sa capacité à soutenir un développement industriel d'envergure :

- Les risques biotiques et abiotiques (tempête, sécheresse, insectes, fomes...) exercent une pression croissante, avec l'exemple marquant de deux tempête qui ont mis à terre plus de 60 M m3 en moins de 10 ans.
- Le massif forestier subit une fragmentation progressive (par la mise en place d'infrastructure, la proximité des zones urbaines, les zonages...) qui compromet sa fonction productive.
- Certains métiers jugés peu attractifs, tels que ceux de l'exploitation forestière et des travaux sylvicoles, connaissent déjà une pénurie de main d'œuvre,
- Le tissu des PMI du sciage est mis à mal depuis la fin des années 90,
- Le couplage entre acteurs qui favorise les synergies génère aussi des interdépendances où les difficultés d'un partenaire peuvent rejaillir sur les autres (exemple, risques induits par la crise du sciage sur la sylviculture et les autres acteurs industriels),
- La crise de l'immobilier, la crise de la consommation et la crise financière fragilisent encore davantage les industries, en particulier celles du sciage et du panneau.

Dans ce contexte et dans un environnement en mutation profonde (marchés, énergie, changement climatique, génération d'acteurs...) se profilent des enjeux majeurs, parmi lesquels bon nombre d'opportunités, décrites ci après :

### **OBJECTIFS DE MARCHÉ :**

- II**, 3-1 Assurer durablement la fourniture des ressources adaptées en quantité et en qualité aux industries afin d'augmenter leur compétitivité et d'anticiper les attentes exprimées par le marché.

En terme de développement forestier, les opportunités de marché sont nombreuses, pour peu que la maîtrise des risques permette de pérenniser le développement de la filière :

- L'amplification du gain génétique (création variétale, bénéficiant de l'apport des biotechnologies) en terme d'adaptation de croissance et de qualité, pour le pin maritime, ou d'autres espèces forestières à forte capacité de croissance (pin taeda, eucalyptus),
- La modernisation continue des méthodes de récolte, le développement de la performance logistique des approvisionnements intégrant les Technologies de l'Information et de la Communication,
- A la faveur d'une image de plus en plus vertueuse du bois, l'émergence de nouvelles valorisations du bois en construction, en énergie et en chimie verte.

Le développement technique forestier qui porte en soi un gisement d'emploi important en amont (sylviculteurs, entrepreneurs de travaux, pépiniéristes et marchands grainiers, prescripteurs et gestionnaires...) comme en aval de la filière (exploitants et industriels) n'est toutefois possible qu'en confortant dans un environnement économique concurrentiel la capacité pour l'Aquitaine de conserver sa compétitivité face à des systèmes intégrés,

- en imaginant des solutions contractuelles originales, nécessaires à l'essor de nouvelles capacités industrielles,
- Plus globalement en renforçant des relations de qualité entre les acteurs multiples de la filière et du territoire autour du développement forestier.

- II**, 3-2 Veiller au développement de la biomasse énergie sans bouleverser les équilibres de la filière.

Le développement des énergies renouvelables est un des enjeux majeurs du développement durable, et s'inscrit d'ores et déjà dans la perspective d'engagements politiques européens de court terme (Kyoto). Le massif cultivé des Landes de Gascogne offre des perspectives de récolte de biomasse ligneuse très attractives du fait d'un système forestier cultivé pérenne et compétitif, de sa facilité d'accès, mais également de la réactivité et de l'adaptabilité des acteurs économiques (producteurs et industriels).

Un tiers du volume de l'appel d'offre CREII (330 kW) a été dévolu à l'Aquitaine en 2008, avec l'engagement d'opérateurs industriels majeurs. Toutefois ce développement ne peut s'envisager que dans le cadre d'une politique interprofessionnelle concertée préservant l'équilibre de la filière, la totalité de l'accroissement étant mobilisée annuellement, avec de plus des réductions temporaires de récolte des bois sur pied du fait des chablis de janvier 2009.

La résilience et la capacité d'innovation des acteurs du massif est donc déterminante pour saisir l'opportunité, face à l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique, de :

- faire valoir le rôle de « pompe à carbone » que joue la forêt cultivée,
- développer la biomasse énergie sans bouleverser les équilibres de la filière,
- adapter la gestion forestière au changement climatique pour permettre à la forêt de conserver ses différentes fonctions, notamment celle de production.

Une ressource « conjoncturelle » sera disponible pendant une dizaine d'années avec les chablis de 2009, mais un processus innovant de production pérenne de biomasse doit parallèlement monter en puissance (sylvicultures alternatives et récolte de rémanents d'exploitation) pour produire structurellement sur le massif environ 0.8 M m<sup>3</sup> par an de biomasse énergie.

## OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES

### II, 3-3 Amplifier le gain génétique (création variétale, bénéficiant de l'apport des biotechnologies) en terme d'adaptation de croissance et de qualité,

Le programme d'amélioration génétique du pin maritime est un des plus avancés au monde, et a déjà permis une création variétale dont les gains sont appréciés de toute la filière (croissance et rectitude). Ce programme d'amélioration permet d'augmenter la rentabilité de la production forestière et la capacité de production du massif, et de fait, crée une valeur partagée par les acteurs de la filière. Ce programme suppose de gérer une population d'amélioration sur le long terme (structuration en lignées, croisements), d'installer des tests et d'analyser des familles en routine, pour différents critères.

Il faut envisager l'intégration de nouveaux critères comme l'adaptabilité des variétés (efficacité de l'utilisation de l'eau ou résistance aux stress, résistance au vent), la résistance aux maladies ou la qualité technologique du bois (branchaison, résistance mécanique du bois, composition chimique, propriétés des fibres).

L'utilisation de variétés à base génétique restreinte (croisements contrôlés, clones) peut permettre de répondre à des besoins spécifiques, en particulier si la transformation industrielle offre des possibilités de valeur ajoutée sur des critères cibles. Les biotechnologies vertes représentent un enjeu de taille, pour tous les grands massifs résineux cultivés (Nouvelle Zélande, Amérique du Nord et du Sud...), avec une perspective d'amplification des gains et de la puissance de sélection. La génomique fonctionnelle et la sélection assistée par marqueurs sont des outils en plein essor, et pour la forêt cultivée de pin maritime un outil de savoir et de transfert technologique de premier plan pour le moyen terme (5-10 ans).

Enfin, le transfert du progrès génétique ne se conçoit qu'avec l'appui d'un réseau de démonstration et de validation des gains théoriques sur le terrain. Les effets du progrès génétique doivent être optimisés au plan sylvicole, avec l'appui d'un réseau d'essais de terrain bien structuré, couplé aux outils de simulation.

D'autres espèces forestières offrent sur le territoire aquitain un fort potentiel de création variétale, suivant les mêmes processus et les mêmes enjeux que ceux décrits précédemment : il s'agit principalement du peuplier, du pin taeda, de l'eucalyptus gunnii et gundal, et dans un moindre mesure du robinier pseudo acacia.

## II, 3-4 Conforter la durabilité des systèmes de productions forestiers notamment face aux enjeux du changement climatique pour permettre à la forêt de conserver ses différentes fonctions, dont celle de production.

L'enjeu évident des prochaines années est de mettre au point un système de production à la fois efficient, résilient notamment face au vent, et adapté aux stress climatiques.

### (1) risques abiotiques

- en minimisant les risques « tempête » et « sécheresse » selon les méthodes de gestion et de reboisement, ainsi que la sélection d'espèces - ou de variétés au sein d'une espèce (Cf plus haut) - plus adaptées. L'enjeu est d'une part d'identifier les mécanismes de résilience et d'adaptation aux stress liés au changement climatique, d'autre part de déterminer des stratégies multi-échelles de résistance au vent (aménagement du territoire, diversification de la sylviculture...),
- en modernisant continûment les moyens engagés dans la gestion des incendies, et en partageant les ressources liées aux systèmes d'information géographique

### (2) risques biotiques

- en mettant en œuvre des méthodes préventives et curatives contre l'extension des pathogènes racinaires
- en analysant les interactions entre la sylviculture et la prévalence des attaques d'insectes,

### (3) développement durable et performant

- en préservant la fertilité du sol à différentes échelles de temps (ce qui suppose d'analyser et de modéliser les cycles bio-géo chimiques propres à la forêt de production, ainsi que de constituer des référentiels en terme de minéralomasse « sol-végétal »),
- en optimisant l'utilisation des ressources en eau, dans un contexte de conflits d'usage probable (modéliser la consommation en eau des peuplements forestiers, ainsi que la concurrence avec les adventices, analyser l'influence des facteurs pédo-climatiques et hydrologiques avec l'appui des technologies d'analyse spatiale...)
- en élaborant des alternatives culturelles à l'utilisation des produits agro-pharmaceutiques pour la maîtrise des adventices et des dégâts d'insectes ravageurs.

## II, 3-5 Moderniser continuellement les méthodes de culture et de récolte, le développement de la performance logistique des approvisionnements en intégrant les Technologies de l'Information et de la Communication.

- Améliorer les performances de l'exploitation forestière mécanisée (qualité, environnement, sécurité, productivité) de la forêt cultivée en Aquitaine

Au plan technique l'enjeu consiste, pour les propriétaires forestiers, les exploitants et les entrepreneurs de travaux forestiers, à :

- faire évoluer les concepts et les méthodes d'exploitation mécanisée des peuplements de pin maritime, ainsi qu'en retour les schémas de production forestière adaptés à ces concepts,
- intégrer les nouvelles technologies de l'information géographique (SIG, GPS,...) à tous les échelons de la filière : gestion forestière, prospection, exploitation, transport,
- construire des modèles d'optimisation de la gestion de la ressource sur pied : contrôle automatisé non destructif (sur pied et à l'abattage) des volumes et des qualités, optimisation des découpes et minimisation des pertes,
- produire « propre » en élaborant des méthodes de récolte de biomasse forêt, en minimisant l'impact au sol et aux peuplements des méthodes d'abattage et de débardage, en concevant et utilisant des huiles biodégradables, en respectant les zones sensibles et le réseau hydrographique (GPS embarqué...),
- améliorer les performances économiques et sociales des entreprises d'exploitation forestière : analyse des facteurs clés de succès des entrepreneurs en Aquitaine, évolution des compétences et des emplois avec l'appui d'outils pédagogiques modernes, amélioration des conditions de sécurité (par exemple, système d'alerte pour travailleur isolé), optimisation de l'ergonomie et des rythmes de travail, etc.

Développer et diffuser des systèmes logistiques compatibles et intégrés.

La chaîne de mobilisation est caractérisée par une série d'interfaces entre les opérations successives qui font intervenir différentes entreprises. Les nouvelles technologies de l'information constituent ainsi une voie d'avenir pour le partage des informations, première étape vers une automatisation et une systématisation des échanges rendant alors possible les assemblages en terme de "chaîne logistique intégrée", réduisant les coûts et améliorant la flexibilité de la chaîne d'approvisionnement. Les plate-formes d'échanges d'informations permettent, en partageant en temps réel les données entre acteurs, de trouver des solutions organisationnelles collectives originales, et contribuent à créer les conditions de la traçabilité des produits forestiers attendue par la société civile.

Il s'agit en particulier de concevoir des systèmes d'information intégrant les technologies nécessaires au développement d'une foresterie de précision. Les priorités identifiées sont d'une part de tester l'efficacité des outils utilisables (outils de navigation, méthodes de traçabilité...), d'autre part d'organiser les systèmes d'information en analysant les besoins des acteurs forestiers, décrivant les organisations et les contextes dans lesquels ils doivent être mise en œuvre et en définissant les paramètres de mesure de l'efficacité.

- II**, 3-6 Imaginer des solutions originales pour conserver la compétitivité de la filière et permettre l'essor de nouvelles capacités industrielles.

**Une réflexion prospective multi-acteurs doit-être engagée.**

La modernisation des modalités de commercialisation des bois est rendue nécessaire par la réactivité attendue par l'industrie du bois pour se placer sur des marchés devenus hautement concurrentiels.

Répondre rapidement à la demande internationale par la qualité, les standards et les volumes attendus amène à concevoir de nouvelles méthodes d'approvisionnement, compatibles avec les possibilités et les attentes d'une propriété forestière, découplée de l'industrie et morcelée (ex : construction d'accords contractuels entre détenteurs de la ressource et acheteurs de bois ronds).

Il s'agit également d'un travail de facilitation pour la définition d'un plan d'action et d'une stratégie multi-acteurs pour les principaux massifs forestiers (enjeux de la multifonctionnalité, et projets interprofessionnels).

En effet, les projets de développement technologique et organisationnel doivent d'insérer dans le cadre d'une politique territoriale concertée, faisant appel à des méthodologies bien spécifiques. Le contexte de la tempête Klaus rend l'effort de concertation et de prospective d'autant plus incontournable sur la période 2009-2010.