

PNFB – GT4

Recherche, Développement, Innovation

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Coordination: Jean-Michel Carnus et André Richter

Contributions écrites: Meriem Fournier, Stéphane Grelier, Andreas Kleinschmit von Lengefeld, Guy Landmann, Myriam Legay, Philippe Monchaux, Véronique Morin, Olivier Picard, Christophe Orazio, Bernard Thibaut

Participations aux ateliers du GT4: Nathalie Barbe, Didier Basset, Michel Beckert, Luc Bouvarel, Jean-Marc Callois, Loïc Cotten, Guy de Courville, Christine Delisée, Julien Dugué, Pierre Grenier, Joseph Gril, Tammouz Eñaut Helou, Jean-Christophe Hervé, Bernard Lazarini, Sophie Llaser, Jean-Michel Leban, Hervé le Bouler, Julie Marsaud, Edith Mérillon, Jean-Pierre Michel, Dominique Millereux, Laeticia Morabito, Mathieu Moslonka-Lefebvre, Benjamin Piton, Bernard Roman-Amat, Jurgis Sapijanskas, Hélène Soubelet, François Tamarelle, Anne Varet

Table des matières

1. INTRODUCTION	3
2. ETAT DES LIEUX	4
a. Recherches forestières	4
b. Recherches en sciences du bois	5
c. Recherches technologiques et industrielles.....	6
d. Analyse stratégique	8
3. ENJEUX A RELEVER	11
1. Le secteur dans une perspective sociétale.....	12
2. Adaptation au changement climatique et gestion durable	14
3. Renouveau industriel et valorisation de la ressource bois française	16
4. Produits innovants pour la bio-économie	18
4. PROPOSITIONS D’ACTIONS.....	21

NB les sigles et abréviations utilisés dans le rapport font l’objet d’un lexique p 24

1. INTRODUCTION

L'objectif principal du groupe de travail quatre (GT4) « Recherche, Développement, Innovation » (RDI) est de contribuer au sein du PNFB à l'élaboration d'un programme d'actions prioritaires de RDI sur l'ensemble des secteurs de la filière forêt-bois. L'ambition du travail réalisé est de permettre une réelle avancée en termes d'affichage politique de la RDI forêt-bois en intégrant notamment les aspects d'innovation, de constituer un point de référence permettant aux communautés scientifiques et organismes de transfert de se structurer autour des priorités de la filière, et de fournir un signal vers les financeurs quant aux thématiques de RDI à privilégier. Les objectifs secondaires du GT4 sont de dresser un état des lieux et un diagnostic sur l'offre de RDI forêt-bois française (chapitre 2) et d'identifier les enjeux à relever et les besoins de RDI pour les 10 prochaines années (chapitre 3)

Les travaux du GT4 ont été menés en articulation avec d'une part le Contrat Stratégique de Filière Bois (CSF) dans sa dimension RDI, et d'autre part les orientations de la Stratégie Nationale de Recherche (SNR) au niveau des cinq défis suivants (parmi les 10 identifiés dans la SNR):

- Défi 1: gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique
- Défi 2: une énergie propre, sûre et efficace
- Défi 3: stimuler le renouveau industriel
- Défi 5: sécurité alimentaire et défi démographique
- Défi 8: sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives

Les systèmes forêts & filières bois sont aussi concernés par certains défis transversaux de la SNR tels que les questions relatives au numérique (*big data, capteurs..*), aux systèmes complexes et à l'ingénierie associée (robotique, impression 3D...), ou aux relations entre citoyens, science et technologies ; parmi les 14 programmes d'actions prioritaires de la SNR, 4 portent sur des questions de recherche concernant les forêts et les filières bois (Système terre & climat, Bio-économie au service des transitions énergétique et écologique, Sciences humaines globales et connectées, Matériaux stratégiques dans une économie durable).

Par ailleurs, dans un souci d'efficacité et de cohérence avec les programmes de recherche européens, l'élaboration des propositions du GT4 s'est également basée sur l'agenda stratégique de recherche et d'innovation (SRA 2020) élaboré par la plateforme technologique européenne forêt-bois (FTP) pour Horizon2020.

Les membres du GT4 (40 organisations représentées) comprenaient des acteurs de la recherche, de la filière, des ONG, des élus et des institutionnels. Compte-tenu de la diversité et du nombre important de participants, la méthodologie adoptée a été de travailler par ateliers et mini-groupes et de se réunir en session plénière pour restitution à l'ensemble du GT4 des travaux de chaque groupe. Cette organisation a permis de gagner en efficacité pour que le GT4 mène au mieux ses missions dans des délais contraints. Ce format en atelier est également propice à la participation de tous les acteurs et à la prise de parole. La composition des ateliers a favorisé la co-construction avec un mélange des acteurs reflétant la diversité des parties prenantes, même si les organismes de R&D étaient majoritairement impliqués et qu'il y avait un manque de participation des professionnels de la 1^{ère} et de la 2^{ème} transformation du bois.

Le GT4 s'est réuni le 27 janvier 2015 pour une réunion initiale de validation de la méthodologie, puis au cours de 3 ateliers successifs d'une journée: 13 mars (« Besoins RDI forêt-bois»), 24 avril (« Offres RDI forêt-bois»), 5 juin (« Actions RDI forêt-bois »). Le présent rapport de synthèse est basé sur des contributions écrites d'experts (chapitre 2) et sur les restitutions des animateurs d'atelier pour les chapitres 3 et 4.

2. ETAT DES LIEUX

L'ensemble des recherches françaises concernant la forêt et le bois est brièvement décrit ci-après dans les domaines forestiers (a), des sciences du bois (b) et des recherches industrielles (c). Ces recherches peuvent être arbitrairement scindées en :

- **recherche fondamentale** ou académique, qui se détermine par les questions scientifiques non résolues mises en avant par la communauté scientifique elle-même ;
- **recherche finalisée**, qui se détermine par les questions de portée « générale » visant à répondre à des besoins, demandes d'un secteur d'activité ou d'une société ;
- **recherche appliquée** (technologique ou industrielle) qui vise à mettre au point un produit qui sera vendu sur les marchés ou mis au service de la société.

Les deux premières sont qualifiées de **génériques**, elles sont avant tout évaluées par leur production de connaissances et d'organisation de ces connaissances au service de toute la collectivité. La recherche appliquée est principalement évaluée par les produits mis sur le marché et par les prises de brevet qui protègent l'opérateur de recherche et ses partenaires.

a. Recherches forestières

En l'absence d'une connaissance précise des effectifs de chercheurs et des financements mis en œuvre dans le domaine des recherches forestières, c'est l'approche bibliométrique (analyse quantitative des publications) qui permet d'appréhender au mieux la place de la France au niveau international et ses caractéristiques.

La **recherche forestière française** (thèmes « forêt » et « bois » cumulés) apparaît, avec 4,8 % des publications mondiales, au **8^{ème} rang mondial**, derrière les Etats-Unis, le Canada, l'Allemagne, le Brésil, le Japon, le Royaume-Uni et l'Australie, et devant les pays nordiques européens, l'Espagne ou l'Italie. La part des publications françaises dans le corpus mondial est restée constante au cours des années récentes. Près de 60 % des publications françaises se font en collaboration internationale, ce qui correspond à un bon niveau. Le premier pays partenaire est les Etats-Unis, suivi par l'Allemagne, le Royaume-Uni et l'Espagne.

Comme dans tous les pays européens, la recherche porte majoritairement sur les aspects environnementaux, écologiques et biologiques des forêts et des arbres forestiers (ce qui couvre notamment les grands thèmes comme les effets du changement climatique), nettement devant le champ de la sylviculture et la gestion forestière. La France se situe, de ce point de vue, entre le pôle « sciences écologiques » qu'incarne le Royaume-Uni et les pays forestiers à filières forêt-bois plus développées / intégrées (Allemagne, Suède, Finlande) qui font porter plus de poids sur les sciences liées à la gestion et à l'exploitation forestières. Parmi les thèmes **peu développés** en France, on peut notamment citer le **machinisme et l'exploitation forestière** et, de façon générale, les **sciences économiques et sociales**.

Si on considère les différentes institutions de recherche françaises, l'INRA vient en tête, avec 26 % des publications nationales, suivi par le CNRS (14 %), le Cirad (9 %), l'IRD (5 %), le MNHN (5 %), AgroParisTech (3,7 %), Irstea (3,4 %) et le CEA (2,2 %). Les scores apparemment modestes des institutions généralement associées au sujet « forêt » (l'INRA en particulier) tiennent à l'importance de la production scientifique des laboratoires universitaires : les 24 universités contribuant chacune à plus de 0,5 % des publications totalisent ensemble 47 % des publications. On peut souligner

l'éparpillement de ces laboratoires, ce qui, ajouté au fait qu'il s'agit majoritairement de recherche académique, explique leur relativement faible visibilité au sein du monde forestier. On peut a contrario souligner que la moitié de la production universitaire est concentrée sur quatre universités : Lorraine (7,5 % du total national), Toulouse 3 %, Aix-Marseille, et Montpellier (4-5 % chacune).

Les seuls **acteurs de R&D et de recherche technologique** qui atteignent 1 % des publications sont, respectivement, l'ONF et FCBA. Ces scores modestes tiennent à la moindre priorité donnée dans ces organismes en matière de publications scientifiques, mais aussi à la modestie des effectifs de recherche concernés.

A noter encore que les deux instituts principalement dédiés aux collaborations avec les pays des Suds (Cirad et IRD) représentent 1/6 des publications. Par ailleurs, l'INRA et le CNRS ont également une activité significative dans le domaine tropical.

Les publications françaises sur la forêt et le bois sont très majoritairement issues de six Régions : Languedoc-Roussillon (23 %), Ile-de France (23 %), Lorraine (17%), Aquitaine, Rhône-Alpes et PACA (10 % chacune). On peut aussi noter la contribution de la Guyane avec 3 %. La répartition géographique des recherches « forestières » au sens commun du terme serait certainement différente, et ferait apparaître les pôles de recherche forestière les plus connus.

Le diagnostic de la recherche forestière française réalisé par Yves Birot dans le cadre de la prospective INRA 1998¹ reste en partie valable: en particulier, la faiblesse des sciences économiques et sociales reste encore marquée en dépit d'un effort réalisé dans le domaine de l'économie forestière, et la recherche-développement reste un maillon faible du système français. Depuis ce diagnostic, les progrès réalisés dans le domaine de la coordination sont réels, grâce notamment à l'action de plusieurs Groupements d'Intérêt Scientifiques et du Groupement d'Intérêt Public ECOFOR, qui n'a toutefois pas mandat de constituer une « enceinte de définition des axes stratégiques d'une politique nationale de la recherche dans le domaine de la filière forêt bois » dont Yves Birot avait déjà constaté l'absence. Plus récemment, dans le cadre du PIA, des coordinations et structurations régionales et nationales se développent entre organismes de recherche et universités au sein notamment des Labex ARBRE et COTE ainsi que de l'Equipex XYLOFOREST.

b. Recherches en sciences du bois

La **recherche générique en sciences du bois** peut être évaluée au travers des publications dans les revues scientifiques par une analyse bibliographique sur les mots clés « Wood or timber ». On peut aussi regarder la production de thèses (fichier Sudoc). Par ailleurs, les acteurs français de cette recherche sont assez bien répertoriés dans le cadre du Groupement de Recherche (GDR) « Sciences du bois » dirigé par Joseph Gril, qui comprend un fichier de 650 contacts « concernés » dont on a extrait, en lien avec l'analyse bibliographique, les 315 personnels **actifs** (à temps plein) en recherche : chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs de recherche, qui constituent les 151 **permanents** (CDI) d'une part, les post doctorants et doctorants (164 CDD) d'autre part. Cela permet de recouper les informations et de bien voir l'investissement des différentes institutions au travers des permanents et des thèses en cours.

A partir de la bibliographie brute (nombre de références), la France a été positionnée dans le concert des nations en séparant 3 périodes : 1985-1994, 1995-2004, 2005-2014. On a aussi comparé par la bibliographie l'effort consacré aux différents matériaux concurrents du bois : métaux, polymères, céramiques et béton.

¹ Prospective : la Forêt, sa filière et leurs liens aux territoires, INRA 1998

Pour le lien avec la recherche appliquée, on a seulement identifié les thèses financées par le dispositif CIFRE, en relation avec le monde professionnel. Il en ressort quelques constats :

- En Europe et dans le monde, la recherche « bois » ne représente que 6% des recherches sur l'ensemble des matériaux, 8 fois moins que les métaux, 5 fois moins que les polymères, et aussi moins que les céramiques ou le béton.
- La position internationale de la France est bonne sur le bois (plutôt meilleure que pour les autres matériaux) et elle a progressé depuis 30 ans.
- Environ 2/3 des recherches relèvent des sciences de l'ingénieur et 1/3 de la biologie et des SHS, et la France se situe dans la moyenne pour la répartition en thématiques.
- 3 régions (Lorraine, Languedoc et Aquitaine) concentrent les 2/3 des **actifs**; en ajoutant l'Île de France et l'Auvergne on dépasse les 3/4.
- Les actifs appartiennent à un grand nombre d'unités de recherche (54), mais 37 d'entre elles regroupent à peine plus de 1/4 des scientifiques. Les 8 unités comportant au moins 10 actifs représentent la moitié de l'effectif.
- 17 universités regroupent la moitié des effectifs permanents, l'INRA, le Cirad et le CNRS salariant les autres. L'INRA est le premier employeur (20%) suivi de près par l'Université de Lorraine où se situe la plus grosse unité (LERMAB avec 50 personnes).
- Il y a environ 40 thèses soutenues par an dans 50 établissements d'enseignement supérieur, dont environ 6 CIFRE (6% des thèses Cifre).
- Il y a environ 6 thèses CIFRE par an et il faut noter que les laboratoires d'accueil sont assez différents des principaux laboratoires de recherche en sciences du bois, la proximité de l'entreprise déterminant leur choix.

La bonne situation actuelle de la recherche publique française sur le bois dans le monde est le résultat d'une action volontariste de longue durée initiée à la suite du rapport Bouvarel (1975), avec une incitation interministérielle soutenue pendant 20 ans (1980 – 2000) qui a mobilisé les universités et le CNRS totalement absents avant 1975 (pratiquement aucune thèse sur le bois en sciences de l'ingénieur). Le regard posé sur les thèses CIFRE semble confirmer l'impression d'une assez forte déconnexion d'avec le monde de l'entreprise. Bien que l'analyse ne soit pas assez poussée, il apparaît bien que des secteurs entiers comme l'ameublement sont délaissés (par la recherche générique et les CIFRE), alors qu'un secteur comme l'emballage pour les boissons est très visible, tant dans les thèses que dans les publications. Le secteur de la construction (et les disciplines associées) mobilise au moins la moitié des efforts.

c. Recherches technologiques et industrielles

Il existe un grand nombre d'intervenants dans le domaine de la recherche technologique et industrielle pour la filière bois (Centres Techniques Industriels, Centres de Ressources Technologiques, CRITT,... ; - tableau 1) sans oublier la recherche privée menée par des laboratoires adossés à des grandes entreprises (Lapeyre par exemple). La visibilité sur les travaux - même collectifs - reste limitée notamment du fait de la confidentialité le plus souvent demandée par les acteurs industriels qui participent à ces travaux.

Dans les acteurs de cette recherche, il faut citer également l'Institut National pour la Transition Énergétique INEF 4 qui, avec le soutien financier du programme Investissements d'Avenir et de la Région Aquitaine vise à co-générer et déployer l'innovation dans le secteur de l'habitat durable. Il se compose de 5 membres fondateurs : Nobatek, FCBA, l'Université de Bordeaux, Promodul (association d'industriels pour la performance et le confort thermique) et le Conseil Régional d'Aquitaine.

Tableau 1: Principaux acteurs en matière de recherche technologique et industrielle (non exhaustif)

Organisme	Type	Domaine	Effectif total	Effectif filière *
FCBA	CTI	Forêt bois ameublement	340	340
CTP	CTI	Pâtes, papiers, cartons	130	130
CSTB	EPIC	Construction	900	5
NOBATEK	CRT	Construction	50	5
CRITT Bois Epinal	Association	Construction	15	15
CRITT Bois Rodez	Association	Construction	5	5

*Effectif filière : ETP travaillant sur des projets intéressant la filière bois

Le nombre de brevets déposés dans les thématiques relevant de la filière forêt-bois peut être considéré comme faible. Il est aux alentours de 90 brevets en 2014, dont 60% concernent le seul domaine de la construction. Il y a très peu d'innovations de rupture, elles sont essentiellement incrémentales, et portent soit sur des produits, soit sur des procédés.

Une partie importante des recherches technologiques et industrielles est aujourd'hui orientée vers le bois dans la construction et les nouvelles utilisations des composants du bois (chimie verte). Elles se structurent autour des pôles de compétitivité (principalement les pôles XYLOFUTUR, seul pôle dédié à la filière forêt-bois, et Fibres-ENERGIEVIE) qui facilitent le financement des projets par leur labellisation.

Le secteur de la **construction** est aujourd'hui le principal marché des produits (70 % du volume) et offre de belles perspectives de développement en France et en Europe. Les recherches portent en particulier sur la valorisation de la ressource en feuillus, notamment en ce qui concerne la caractérisation des différentes essences et la mise au point de systèmes constructifs permettant de mettre en avant leurs qualités intrinsèques. Elles touchent également à l'amélioration des performances des systèmes constructifs dans les domaines de faiblesse du matériau bois (acoustique, propagation du feu en façade, durabilité, thermique d'été...) mais également à la mise en avant de ses points forts (comportement face au risque sismique par exemple).

La **chimie verte** offre d'importantes perspectives de débouchés, notamment pour les bois de qualité secondaire. Les molécules extraites du bois sont déjà utilisées pour certaines d'entre elles dans le domaine de la santé ou des cosmétiques. Les travaux menés actuellement visent à élargir les domaines d'utilisation de ces molécules, mais aussi à industrialiser leur extraction (bio-raffinerie). Les recherches portent également sur les composants élémentaires du bois (micro- et nanofibrilles de cellulose) qui trouveront demain des utilisations dans le domaine des isolants biosourcés ou des matériaux composites.

Dans les autres domaines de recherche, il convient de signaler celui de la **mobilisation de la ressource forestière**, compte tenu de l'enjeu qu'il représente en France. La nécessaire augmentation de la récolte passe par des travaux en matière de mécanisation de l'exploitation des bois (outils adaptés aux feuillus, innovations dans les méthodes de débardage) et d'optimisation de la logistique (informatique embarquée, portail d'échange de données...). Ces travaux sont aujourd'hui pour la plupart conduits par l'institut technologique FCBA en partenariat avec Irstea (exploitation) ou des interprofessions (logistique).

Focus sur la recherche technologique et industrielle pour l'Industrie de production de Pâtes, Papiers et Cartons (PPC).

Une grande majorité des sites de production de PPC situés sur le territoire français appartiennent à des groupes internationaux. Il existe dans le monde plusieurs centres de recherche technologique opérant pour le secteur de production des PPC. Les principaux sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Ne sont pas répertoriés les centres sud-américains et asiatiques qui sont en cours de création ou de consolidation, et dont l'importance reste encore peu probante.

Tableau 2 : Centres de recherche technologique des industries de PPC avec le personnel associé. Ces chiffres fournis à titre indicatif donnent une vision des tailles et efforts respectifs. Les données pour le secteur des PPC sont celles de la colonne « PPC ».

Institut	Pays	Total	PPC
CTP	France	130	130
FCBA	France	340	7
FPIInnovation	Canada	600	260
Innventia	Suède	210	210
PTS	Allemagne	155	155
VTT	Finlande	2375	(150)

Certains centres comme FPIInnovation et FCBA intègrent d'autres activités que celle de production des PPC et en lien avec la ressource forestière. Le VTT a des activités multisecteurs, y compris hors forêt.

A l'échelle européenne, les objectifs de la « Bio-Based European Platform » à l'horizon 2030 sont rappelés ci-après :

- 30% des produits chimiques sont biosourcés ;
- 25% de l'énergie utilisée dans les transports provient de biofuels ;
- Le marché européen des fibres et polymères biosourcés tels que la viscose, les fibres carbone, les bioplastiques, les dérivés de nanocellulose va continuer de croître. Les papiers-cartons restent des produits 100% biosourcés ;
- 30 % de l'énergie calorifique et électrique produite en Europe l'est à partir de biomasse.

Ces objectifs influencent plus ou moins les axes de R&D des centres français et européens pour lesquels de grandes lignes peuvent être identifiées qui portent sur le développement:

- De produits d'emballage, sanitaire & domestique, intégrant des fonctionnalités pouvant être apportées grâce à l'électronique imprimée ;
- De la bio-raffinerie ;
- Des biomatériaux et des bioénergies ;
- De l'efficacité et de la productivité des outils de production.

d. Analyse stratégique

L'analyse stratégique du dispositif français de RDI forêt-bois est présentée sous forme de 2 matrices forces-faiblesses-opportunités-menaces issues de l'atelier du 24 avril 2015 et concernant d'une part les activités de recherche générique (tableau p. 9) et d'autre part les dispositifs et activités de développement et de transfert technologique (tableau p. 10).

MATRICE ANALYSE STRATEGIQUE – RECHERCHE GENERIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bon niveau global de la recherche française, bien positionnée au niveau mondial (coopérations internationales) ▪ Force des recherches en génétique et en écologie forestière ▪ Dynamisme des recherches sur les indicateurs (directs et indirects) du fonctionnement des écosystèmes et de la biodiversité ▪ Connaissances sur le rôle de la forêt / qualité de l'environnement ▪ Recherches sur les liens entre genèse du bois dans l'arbre et propriétés du matériau ▪ Interconnexion des acteurs en recherches sur le bois (GDR) ▪ Bon niveau de multidisciplinarité ▪ Qualité des connaissances sur la ressource forestière 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peu de recherches technologiques sur le machinisme (sylviculture/reboisement, récolte, logistique, transformation...) et de recherches sur l'ergonomie et la pénibilité du travail en forêt ▪ Manque de recherches en économie de la filière et des marchés et en micro-économie à l'échelle des entreprises ▪ Peu de recherches et d'innovations sur l'organisation des acteurs, la gouvernance et les instruments de politiques publiques ▪ Manque d'intégration des connaissances (écosystèmes< services<territoires ou matériau<composant< système<bâtiment) ▪ Peu de connexions entre recherche générique et recherches appliquées pour l'innovation ▪ Faible coordination dans le domaine du suivi continu des forêts ▪ Manque de synergies intersectorielles (eau, agro-alimentaire, matériaux, énergie) dans le cadre des enjeux de la bio-économie ▪ Absence de dispositif de pilotage des recherches forêt-bois
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nouveaux outils disponibles dans les sciences du vivant (moléculaires) ou venant d'autres secteurs comme la physique (observation et mesure, acquisition, traitement et analyse de données...) ▪ Nouveaux procédés et outils pour la sélection et le mixage de matériaux différents dans des multi-matériaux techniques ▪ Contribution à des fronts de science (ex écologie fonctionnelle) et à des avancées technologiques (ex TIC appliquées aux systèmes forêts et filières bois) ▪ Positionnement dans le créneau des innovations basées sur la nature (bio-inspirées) : forêt et bois modèles de systèmes complexes et performants (biodiversité, bilans carbone ...) ▪ Recherche-actions en lien avec le développement régional et les filières locales forêt-bois (construction, énergie, bio-raffinerie) ▪ Attractivité du matériau bois pour les étudiants en sciences de l'ingénieur ▪ Collaborations et complémentarités possibles des recherches au niveau européen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Désintérêt des étudiants pour le secteur forêt-bois et pour les recherches sur la forêt en tant que système de production ▪ Manque d'attractivité des domaines généralistes (gestion, sylviculture) et des recherches technologiques par rapport aux domaines de « pointe » ▪ Manque de ressources financières pour les recherches forêt-bois ▪ Faible visibilité du secteur forêt bois dans les instances de la recherche nationale et européenne ▪ Marginalisation des recherches forêt bois par rapport aux recherches agronomiques et agroalimentaire ou sur les matériaux concurrents du bois ▪ Fuite des compétences à l'étranger

MATRICE ANALYSE STRATEGIQUE – DEVELOPPEMENT FORESTIER & TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Structures du développement forestier et de l'enseignement supérieur bien connectées avec une recherche forte ▪ Fort investissement dans la formation par la recherche ▪ Dispositifs et infrastructures de R&D importantes et beaucoup de connaissances acquises à transférer ▪ Capacité d'innovation, en particulier pour de nouveaux produits à l'export ▪ Compétences scientifiques et technologiques présentes sur tout le territoire et reconnues au niveau mondial ▪ Complémentarité entre les laboratoires publics/privés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque d'appropriation des connaissances par les acteurs et de communication avec la société (dont les jeunes-> recrutement) ▪ Insuffisance du recueil des besoins auprès des acteurs de la filière et manque d'adéquation des recherches par rapport à ces besoins, ▪ Insuffisance de dialogue entre amont et aval du secteur sur la R&D ▪ Manque d'innovation <i>bottom-up</i> et de connexions avec les territoires (petit nombre et situation précaire des CRITT Bois) ▪ Manque d'outils de financement de la RDI forestière (sur le modèle du CASDAR pour l'agriculture) et du risque lié à l'innovation ▪ Peu d'appétence des industriels pour la R&D et faiblesse du transfert technologique avec un cloisonnement et une multiplicité des secteurs industriels et acteurs institutionnels ▪ Emission des acteurs de la R&D industrielle et manque de visibilité sur leurs activités ▪ Absence de liens avec la recherche industrielle d'autres secteurs et faiblesse française des biens d'équipement ▪ Très faible implication des SEHS et mauvaise intégration des aspects socio-économiques
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bio-économie: un challenge et des nouveaux produits et marchés à saisir pour la filière en lien avec d'autres secteurs ▪ Remettre l'Humain au cœur du système et valoriser l'atout environnemental ▪ S'appuyer sur les structures de développement existantes pour les revisiter (CETEF 2020) ▪ Attirer des financements privés sur le développement forestier et mobiliser les professionnels (TFA et CVO) ▪ Fonds UE disponibles pour développer le transfert technologique au profit de la filière et des organismes de R&D ▪ La France peut jouer un rôle de leader dans la valorisation des feuillus ▪ S'appuyer sur les pôles de compétitivité pour inciter les entreprises à faire de la R&D et favoriser l'émergence de start-up ▪ Contexte économique incitatif à la R&D et aux mutations industrielles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faiblesse du niveau d'investissements dans le secteur forêt bois ▪ Baisse des financements publics et manque de moyens humains pour couvrir la R&D forestière ▪ Divergence forêt-société : une société qui ne sait plus prendre en compte les temps longs de la forêt ▪ Divergence recherche générique et problèmes locaux (diversité, spécificité) ▪ Vision régionalisée de la R&D forestière Conflits d'usage et problème d'approvisionnement industriel ▪ Distorsion dans les exigences entre les matériaux (normes environnementales) ▪ Absence de fabricants français de bien d'équipements spécifiques ▪ Centre de décisions et d'influence des entreprises hors de France (industries lourdes)

3. ENJEUX A RELEVER ET DOMAINES PRIORITAIRES DE RDI ASSOCIES

Les besoins en recherche qui ont été identifiés sont regroupés en 18 domaines prioritaires de RDI (tableau 3) autour de quatre enjeux principaux à relever : connecter forêts et sociétés, préparer les forêts du futur, stimuler le renouveau industriel en valorisant la ressource bois nationale, et développer une bio-économie forestière innovante. Ces enjeux constituent également les axes stratégiques de l'agenda de recherche et d'innovation 2020 de la plateforme technologique forêt-bois européenne.

Tableau 3 : axes stratégiques de l'agenda de recherche de la FTP

Le secteur dans une perspective sociétale	Adaptation au Changement Climatique et gestion durable	Renouveau industriel & valorisation de la ressource nationale	Produits innovants pour la bio-économie
1.1 Performance du secteur dans un contexte de changements globaux	2.1 Adaptation au CC et gestion des risques	3.1 Usine verte du futur	4.1 Emballage intelligents
1.2 Perception sociétale et communication	2.2 Développer les systèmes d'évaluation et de suivi des forêts	3.2 Usine numérique du futur	4.2 Construire et vivre avec le bois
1.3 Politiques et bonne gouvernance	2.4 Intégration des services écosystémiques	3.3 Procédés de fabrication flexibles et faciles à piloter	4.3 Nouvelle génération de produits bio-sourcés
	2.3 Intensification durable de la production	3.4 Eco-conception de nouveaux assemblages et matériaux	4.4 Production de combustibles pour la bioénergie
	2.5 Technologies et modèles pour améliorer la mobilisation	3.5 Logistique d'approvisionnement	4.5 Développement des bio-raffineries
<u>SNR défi 8</u>	<u>SNR défis 1 & 5</u>	<u>SNR défi 3</u>	<u>SNR défis 2 & 5</u>
<i><u>SNR – PAP Sciences Humaines et Sociales globales & connectées</u></i>	<i><u>SNR – PAP Système Terre: connaissance, surveillance, prévision</u></i>	<i><u>SNR – PAP Matériaux stratégiques dans une économie durable</u></i>	<i><u>SNR – PAP Bio-économie au service des transitions écologiques & énergétiques</u></i>

Les quatre enjeux de RDI identifiés dans le PNFB sont à relier également à cinq des 10 grands défis de la stratégie nationale de recherche (SNR – défis 1, 2, 3, 5, 8) et les 18 domaines prioritaires ont vocation à s'articuler avec les programmes d'actions prioritaires (PAP) de la SNR ainsi qu'illustrés par les 4 couleurs du tableau.

Les contributions écrites issues de l'atelier du 13 mars 2015 (p 12 à 19) présentent pour chaque enjeu des éléments de contexte et les problématiques concernées et décrivent brièvement les orientations ou objectifs de recherche spécifiques à chacun des 18 domaines avec les résultats attendus.

3.1. - Enjeu 1 : le secteur dans une perspective sociétale

3.1.1 Performance du secteur dans un contexte de changements globaux

Les changements globaux comprennent les évolutions climatiques, les changements d'usage des sols, la mondialisation de l'économie, l'arrivée des nouvelles technologies, la recherche des alternatives aux énergies fossiles... Plusieurs préalables sont à prendre en compte : des forêts multifonctionnelles et diversifiées, sources de biens et services fournis à la société; des forêts à dominante privée, avec 50% de la quantité de bois récoltée hors marché; des forestiers privés attachés à leur forêt, qui leur procure plaisir et fierté, avec un aspect économique qui vient après et qui concerne plutôt les grandes propriétés.

Dans ce contexte, il apparaît important d'évaluer les modèles de gestion durable: répondent-ils toujours aux attentes ?

- La certification est-elle efficace ? Quel est son rapport coût/efficacité ?
- Les enjeux de qualité de la filière sont-ils bien pris en compte à leur juste hauteur (emplois, qualification, productivité, sécurité,...) ?

et de proposer de nouveaux modèles socio-économiques qui améliorent :

- Les relations entre amont et aval du secteur et de ses filières, avec l'inadéquation entre l'offre de forêts à dominante feuillue et une demande industrielle de bois résineux ;
- Le partage de la valeur entre producteur et industrie qui concentrera la valeur ajoutée avec les nouveaux débouchés de la bio-économie (matériaux, fibres, chimie verte,...) ;
- La prise en compte, l'évaluation et la valorisation du pouvoir d'atténuation du changement climatique par les forêts et les produits à base de bois ;
- La mutualisation des risques dans le cadre des incertitudes climatiques, et économiques.

Les différentes dimensions des changements globaux nécessitent par ailleurs de combiner différentes approches pour évaluer la performance du secteur et de ses différentes filières en lien avec l'émergence de la bio-économie:

- **Observer** de nouvelles variables socio-économiques et suivre des indicateurs avec un rôle structurant des plateformes de modélisation et de stockage/échange de données (ex : observatoire économique); simuler et évaluer l'effet de nouvelles pratiques de marché notamment en matière de ventes de bois (regroupement de l'offre, contrats, marchés à terme.) et de marchés du carbone
- **Expérimenter** (in situ et in silico) pour évaluer et simuler la réponse des systèmes aux conditions futures.
- **Modéliser** pour s'adapter : intégrer les modèles sociaux (jeux d'acteurs, modèles multi-agents...), notamment à l'échelle des territoires dans les plateformes de modélisation existantes (CAPSIS, ...).
- **Analyse prospective** à différentes échelles et différents niveaux d'organisation afin d'anticiper les risques en tenant compte des incertitudes.
- **Passer de l'analyse des impacts à l'adaptation, favoriser les échanges Recherche/Gestion, les réseaux d'acteurs, les actions collectives et participatives...**
- Poursuivre et amplifier les travaux du métaprogramme ACCAF de l'INRA et du RMT AFORCE

3.1.2 Perception sociétale et communication

Aujourd'hui, la perception des forestiers de leur forêt peut se caractériser par l'attachement, le plaisir, le patrimoine, l'environnement à protéger, puis le revenu économique. La gestion est différente de la récolte de bois, elle ne se fait que dans un climat de confiance avec les intervenants.

La forêt est perçue comme soumise à de nombreux risques ce qui peut conduire à l'immobilisme de peur de se tromper.

- La communication vers les citoyens doit permettre de faire comprendre la complexité, la dynamique des systèmes forêt-bois et la multitude de services que procurent la forêt et le bois, et d'aborder les compromis entre leurs aspirations à plus de nature/biodiversité et à plus de carbone renouvelable dans les matériaux et l'énergie...Il ne faut pas laisser les forestiers gérer seuls les conflits avec la société ; il s'agit de leur fournir des outils de négociations tout en développant des actions pédagogiques pour expliquer les choix politiques et leurs déclinaisons opérationnelles (faire des coupes, planter des arbres, fertiliser...), la réduction des conflits sociaux pouvant passer aussi par l'innovation politique (cf 3.1.3).
- Il est nécessaire de faire valoir le positionnement et les performances du bois par rapport aux autres matériaux, afin de conduire à l'acceptation sociale de la récolte de bois et de la gestion forestière.
- Le reboisement et le renouvellement des forêts sont au centre des préoccupations des acteurs économiques. Il y a un besoin de pédagogie et d'innovations socio-économiques et politiques pour favoriser les financements et les investissements, et il est nécessaire d'aborder la question de l'acceptabilité sociale de la coupe de bois et du reboisement, qui véhiculent une image de la forêt « industrielle » souvent connotée négativement. Peut-on rendre ce message acceptable à travers par exemple des démonstrateurs et expérimentations à l'échelle de massifs permettant de mettre en évidence les conséquences positives de la gestion ?

Communiquer vers le citoyen pour expliquer la complexité et réduire les contradictions (biodiversité, carbone, énergie renouvelable..) :

- Développer les Sciences participatives pour aborder ces sujets, au sein des territoires, ouvrir les équipes de recherche ou de R&D à d'autres disciplines et approches (marketing, sciences de gestion, agroécologie et agroforesterie, géographie) ;
- Favoriser le partenariat entre recherche, instituts techniques, R&D et animation des territoires (PNR, PETR...) ainsi que les filières (Interprofessions) ;
- Former les cadres de l'industrie, de l'environnement et des politiques publiques ;
- Inciter les « non forestiers » au « Agir et penser forêt » (Eviter les « réponses simples et fausses à des problèmes complexes »)

Pour répondre le plus efficacement aux attentes sociétales, il faut mettre en place des observatoires des perceptions et des comportements afin d'éviter de générer et d'accentuer une divergence entre les motivations des acteurs forestiers et industriels et les attentes et représentations de la société.

3.1.3 Politique et bonnes gouvernances

- Promouvoir une vision intégrée et dynamique du fonctionnement des forêts et des filières associées en lien avec les territoires et les marchés : c'est un tout. La gestion forestière doit prendre en compte les multiples productions et services fournis, la variété des débouchés du bois, et les évolutions qui se profilent ;
- Comme dans d'autres secteurs, les politiques publiques s'entrechoquent, sans être toujours cohérentes entre elles et conduisent le forestier à devoir arbitrer, entre différents modèles de gestion, qui plus est dans un avenir incertain ;
- Comment gérer la diversité des forêts et des filières qui y sont liées, faut-il une seule politique, ou bien va-t-on vers une régionalisation de la politique forestière en lien avec la problématique du changement d'échelle et la question de l'évolution du rôle de l'Etat à l'aune des dynamiques de décentralisation (et notamment la régionalisation) mais aussi de l'eupéanisation;

- Développer une démarche intersectorielle en facilitant les interactions amont aval, mettre en place la taxe carbone pour promouvoir les secteurs qui stockent le carbone renouvelable y compris dans les sols forestiers, bien développer le compromis entre adaptation et atténuation, mieux définir la place du bois énergie dans le mix énergétique national, mieux situer le bois énergie par rapport au bois matériau ;
- Intégrer les services écosystémiques, moteur du regroupement en mobilisant de nouveaux forestiers qui permettent le développement de modèles innovants de gestion en commun, des expérimentations, et la résolution des conflits d'usages ;
- Créer les conditions favorables à l'investissement et proposer des systèmes d'implication des industries dans le renouvellement des forêts, pour lisser les aléas des prix des bois ;
- Evaluer les politiques, notamment la comparaison de l'efficacité des différents instruments d'incitation à la gestion, l'exploitation et l'investissement.

3.2. - Enjeu 2 : adaptation au changement climatique et gestion durable

La gestion durable des ressources forestières vise à fournir à la société l'ensemble des biens et services qu'elle attend de la forêt sans compromettre la capacité des écosystèmes forestiers à répondre aux besoins futurs. Elle suppose de prendre en considération le renouvellement, en quantité, qualité ou fonctionnalité, des différentes ressources forestières qui alimentent ces biens et services : sols, ressources en eau alimentées par les bassins versants forestiers, stock de bois sur pied, et biodiversité forestière dans son ensemble. L'évolution des conditions climatiques complique l'appréciation de la durabilité, et impose de dépasser les critères de comparaison à un état de référence local considéré comme satisfaisant, pour rechercher des critères plus fonctionnels (possibilité d'un fonctionnement satisfaisant).

La pression croissante sur la ressource bois, fondamentale dans le développement de la bio-économie, s'accompagne d'une diversification accrue des attentes sociétales par rapport à la forêt. Les schémas de transformation et de production traditionnels s'en trouvent bouleversés. Par ailleurs, les nouvelles technologies présentent des potentiels d'innovation forts dans la filière, pas encore pleinement exploités malgré une récente montée en puissance. L'enjeu est donc de **gérer la forêt pour en obtenir des biens et services toujours plus diversifiés, en ménageant sa capacité à répondre aux besoins futurs, dans des conditions climatiques en évolution**. Cet enjeu correspond principalement aux défis 1 et 5 de la stratégie nationale de recherche, et aux axes stratégiques 6b et 7a du Contrat de filière. Face à cet enjeu, cinq domaines de RDI paraissent prioritaires :

3.2.1. Adapter la forêt aux changements climatiques et améliorer la gestion des risques climatiques et biotiques

- Développer et mettre à disposition les connaissances et les outils susceptibles d'éclairer les choix de gestion forestière, dans un objectif d'augmentation de la résilience des forêts gérées et d'adaptation au changement climatique. Développer à cette fin des démarches complémentaires de modélisation et d'expérimentation, en prenant en compte la diversité de la forêt française ;
- Stimuler les recherches d'amont et les recherches appliquées en vue de l'introduction de nouvelles espèces et de la création de nouvelles variétés forestières améliorées, en incluant une analyse de performance et de risque ;
- Améliorer la préparation à la gestion de crises et développer des outils pratiques de gestion du risque à partir des connaissances scientifiques ;
- Poursuivre la recherche sur les processus entrant en jeu dans la vulnérabilité/ résilience et l'adaptation ;

- Poursuivre la recherche sur les processus qui déterminent les propriétés des fibres et du bois, la résistance aux bioagresseurs, l'utilisation de l'eau et l'absorption des nutriments.

3.2.2. Développer les systèmes d'information et de suivi sur la forêt

- Améliorer le suivi de la ressource et de ses tendances d'évolution, en combinant l'inventaire terrain, les approches par télédétection, et la modélisation aux différentes échelles (de la tige à la ressource) - Évaluer la disponibilité à venir de la ressource pour les différents usages, mettre en place un monitoring fin du renouvellement des forêts ;
- Créer une nouvelle infrastructure d'information incluant les réseaux de suivi et bases de données harmonisées des infrastructures de monitoring existantes ;
- Développer le suivi des risques et de leur évolution en lien avec la mise en place de systèmes de veille et d'alerte, la compréhension des processus associés à différentes échelles spatiales et temporelles et les méthodes de simulation de leur évolution ;
- Développer le suivi d'un réseau des parcelles de référence en gestion, pour mieux connaître la diversité des pratiques de gestion, les tracer et suivre leurs effets ;
- Évaluer et suivre la qualité patrimoniale des forêts à forte biodiversité spécifique et remarquable.

3.2.3. Mieux intégrer l'ensemble des services écosystémiques

- Analyser les compromis entre services écosystémiques à différentes échelles (spatiales, temporelles, décisionnelles) et développer des approches multidisciplinaires intégrées à l'échelle du paysage - Développer des outils d'aide à la décision flexibles pour assurer la durabilité des approvisionnements sur un paysage ;
- Caractériser les besoins en produit bois, non ligneux et autres services écosystémiques et leur évolution ;
- Améliorer l'évaluation des services écosystémiques et développer des instruments de cadrage/législatifs pour compenser les manques à gagner liés aux services non marchands, ainsi que les approches permettant d'étayer leur rémunération ;
- Quantifier la valeur totale des forêts et de leurs fonctions ;
- Améliorer la compréhension du développement de la biodiversité dans les forêts gérées et le rôle de la biodiversité dans la fourniture de services écosystémiques ;

Améliorer la compréhension mutuelle et les interactions entre gestionnaires forestiers, société, industrie et ONG.

2.4. Développer des méthodes et outils pour une intensification durable

- Développer des outils d'aide à la décision pour maximiser la production avec un usage efficient et respectueux de la ressource : par exemple méthodes et outils de caractérisation des stations et de choix des essences en climat changeant, méthodes et outils de caractérisation de la vulnérabilité des sols au tassement ou aux exportations... ;
- Développer des outils pour une sylviculture de précision (smartphones, logiciels, capteurs, ...)
- Développer de nouveaux modes de gestion, dans un objectif de diversification, par exemple plus intégrés ou ségrégués ;
- Etudier les conditions écologiques, économiques et sociales d'une augmentation de la part de résineux dans la ressource française, pour améliorer l'adéquation de l'offre de bois à la demande nationale ;
- Remettre le renouvellement de la forêt à l'agenda des organismes de recherche et de développement, en prenant en compte les évolutions du contexte réglementaire (retrait des

produits phytopharmaceutiques), de l'organisation du travail en forêt, et des conditions climatiques ;

- Evaluer et améliorer des systèmes de production de biomasse pour des usages spécifiques : cultures dédiées et semi-dédiées ;
- Développer des stratégies d'amélioration génétique et de création variétale combinant croissance, qualité et résistance aux stress (biotique, abiotique, ...)
- Développer et disséminer de nouvelles technologies pour la production de masse de plants (bouturage, vergers à graine, ...).

2.5. Nouvelles technologies et modèles pour améliorer la mobilisation

- Développer ou adapter des solutions de logistique performantes et de partage de données entre acteurs dans la chaîne d'exploitation, de la parcelle à l'usine ;
- Développer des machines adaptées (sylviculture, exploitation, transformation) à l'évolution des types de production dans le contexte de la forêt française (diversité, gros produits, ...) et de nouveaux outils pour l'interaction homme-machine sur le terrain ;
- Fournir de nouvelles techniques à bas coût pour assurer la traçabilité dans la chaîne de transformation ;
- Analyser les modes d'organisation pour améliorer les circuits d'approvisionnement ;
- Tester de nouveaux outils d'incitation pour mobiliser les propriétaires.

3.3. - Enjeu 3: renouveau industriel et valorisation de la ressource bois française

Stimuler le renouveau industriel est un défi exprimé tel quel dans la stratégie nationale de recherche (SNR). Les enjeux correspondants sont essentiellement économiques, et il est stratégique pour la France de conserver et développer ses industries du bois structurantes pour la société, ancrées dans les territoires, valorisant une ressource renouvelable dont la mobilisation pose, certes, problème mais qui est abondante et diversifiée si on la compare à celles d'autres pays européens.

Des déficits de la balance commerciale sont constatés dans plusieurs secteurs. La R&D sur le matériau bois s'est bien développée ces dernières années sur le plan académique, mais il ne semble pas en être de même au niveau des industries du bois elles-mêmes, en particulier par comparaison à ce qui est observé dans d'autres secteurs industriels. Certains secteurs des industries du bois sont exportateurs, d'autres encore ont la capacité de développer des produits qui sont importés actuellement, notamment dans la construction, d'autres enfin pourraient devenir exportateurs.

L'irrigation de nos industries par les innovations scientifiques et technologiques sur les produits, sur les procédés et les systèmes de production dans leur ensemble, l'adoption des innovations (cf 3.1.2) et une collaboration renforcée entre acteurs le long des chaînes de valeur, de la forêt aux produits finis, permettront de relever le défi du renouveau industriel. Ce défi rejoint :

- le 4^{ème} axe stratégique du CSF « Mettre les entreprises du bois sur la voie de la différenciation et de la compétitivité par l'innovation »,
- le plan « Usine du futur » dans le cadre des 34 plans du Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique,
- la démarche européenne Horizon 2020 « Factory of the future ».

3.3.1 L'usine « verte »

L'usine du futur sera économe et responsable. Elle s'insèrera dans son écosystème de proximité et l'économie circulaire.

Résultats attendus :

- Compétitivité
- Economie de ressources
- Economie d'énergie

Thèmes et activités de R&D :

- Analyse de cycle de vie
- Recyclage
- Mise au point de procédés économes
- Synergie entre acteurs des chaînes de valeur (sciences humaines et sociales), innovation organisationnelle et en réseau

3.3.2 L'usine numérique

Le développement de l'usine du futur est porté par les fantastiques avancées de l'univers du numérique (SNR). Ces avancées (logiciels, machines à commande numérique, capteurs, traçabilité, internet des objets, EDI, Big data, Cloud...) percolent encore trop lentement dans l'ensemble des PME de la filière bois.

Résultats attendus :

- Compétitivité
- Partage d'information (amont, aval)
- Traçabilité

Thèmes et activités de R&D :

- Capteurs et microcapteurs dans les procédés de fabrication pour le pilotage de production
- Collecte et traitement des masses de données
- Instrumentation, métrologie
- Conduite du changement / acceptabilité (SHS)

3.3.3 Des procédés de fabrication agiles et centrés sur l'homme

L'usine du futur pour les industries du bois, ce n'est pas nécessairement de grandes unités industrielles. L'usine du futur mettra en œuvre des procédés qui lui permettront, en réponse à des demandes évolutives, de produire de petites séries y compris sur des marchés de masse. Flexibilité, réactivité, proximité client sont les mots clés. Le rythme de mise sur le marché de nouveaux produits de plus en plus complexes s'accélère. L'intégration des robots dans les procédés de production répond à ces exigences. Ces robots interagissent, coopèrent avec les opérateurs.

Résultats attendus :

- Intégration des robots dans les procédés de fabrication

Thèmes et activités de R&D :

- Technologie de production flexible
- Robotique
- Coopération homme/machine
- Conduite du changement (SHS)

3.3.4 Nouveaux assemblages et matériaux

Les produits du futur seront de plus en plus complexes. Ils seront constitués de matériaux avancés, chaque constituant apportant son avantage spécifique dans le produit final (légèreté, conductibilité, résistance, dureté...) [SNR]. Les produits devront être caractérisés selon leurs conditions d'usage et de fonctionnement. Leur conception prendra en compte l'ensemble du cycle de vie des constituants.

Ils intégreront le cas échéant des capteurs permettant de suivre l'évolution de leur performance dans le temps.

Résultats attendus :

- Nouveaux produits à base de bois sur le marché
- Compétitivité des matériaux à base de bois / autres matériaux

Thèmes et activités de R&D :

- Caractérisation physique et chimique du matériau bois
- Fabrication additive
- Fonctionnalisation et traitement des surfaces
- Nanomatériaux
- Fonctionnalités (durabilité, isolation thermique et phonique, ...)
- Esthétique/design
- Produits connectés
- Technologies d'assemblages multimatériaux

3.3.5 L'optimisation de la logistique

La problématique du transport et de la logistique est un élément essentiel dans la recherche d'une mobilisation accrue de la biomasse, préalable indispensable au développement de la bio-économie à grande échelle.

Résultats attendus :

- Optimisation des coûts de transport
- Compétitivité des entreprises de la 1^{ère} transformation du bois

Thèmes et activités R et D :

- Echanges informatiques de données
- Technologies numériques d'acquisition et traitement de données (temps réel, données spatialisées ...)
- Intermodalité entre différents transports (camion, train, fluvial,..)
- Optimisation du produit à transporter selon son usage (billons, avivés, plaquettes,..)

3.4 - Enjeu 4 : produits innovants pour la bio-économie

Biomatériaux, emballages intelligents, constructions durables, bioproduits, bioénergies

La **bio-économie** forestière se développera avec une matière première ligneuse abondante dont le prix fluctuera peu. Afin de répondre à ce premier défi, **les feuillus** doivent être privilégiés car ils sont abondants en France comme en Europe Centrale et de l'Est, et peu valorisés dans le cadre des nouveaux marchés de la bio-économie et du développement des **bio-raffineries**. Les résineux ne sont pas exclus mais la demande est juste équilibrée comparée à la ressource.

La **méthode** envisagée est plus de tenir compte des besoins des marchés et par conséquent des consommateurs pour orienter vers une technologie, voire développer une technologie que de développer des produits à partir d'une technologie connue et maîtrisée. Cette approche fournira un grand nombre de données dont l'analyse nécessitera de développer des **outils** adaptés aux grands jeux de données et donnera de nouvelles possibilités pour la diffusion des connaissances, et l'analyse tendancielle et la prise de décision. Une approche transversale sera par conséquent incontournable et devra impliquer les Sciences sociales et économiques dès le démarrage des projets. La diffusion rapide des résultats de recherche vers la formation initiale ou continue, grâce aux **TICE**, contribuera à positionner la transformation de la biomasse forestière en produits et services innovants comme un secteur industriel dynamique et innovant et contribuera à donner une image positive en direction de

public non spécialiste. Ce **changement culturel et organisationnel** de la filière sera couplé avec les avancées dans les autres domaines prioritaires de recherche, en particulier en ce qui concerne l'adaptation des ressources forestières aux changements climatiques et à leur gestion durable. Ainsi, il est proposé de cibler des produits clés dans chaque **plateforme industrielle** afin d'amorcer la substitution de l'économie pétrosourcée par l'économie biosourcée. Cinq plateformes ont été retenues de part leur importance stratégique pour l'industrie nationale et de leur structuration qui va du grand groupe industriel à la PME voire TPE.

3.4.1- Plateforme de l'emballage intelligent et de l'impression

Elle doit intégrer de nouvelles fonctions comme la traçabilité ou la bio-activité afin de préserver les contenus sensibles.

Thèmes et activités de R&D :

- Emballages à fonctionnalités innovantes pour les domaines de l'alimentaire et de la santé ;
- Nouveaux systèmes d'emballages pour améliorer la performance des chaînes logistiques.

3.4.2 - Plateforme construction

Elle doit relever le défi de l'interopérabilité des matériaux, avec une maintenance minimale et une durée de vie qui devra atteindre 20 ou 30 ans.

Thèmes et activités de R&D:

- Nouveaux systèmes constructifs bois incluant des avancées technologiques et organisationnelles (impression 3D, préfabrication, lean management...);
- Développement de la ville durable par intégration de la nature et des produits naturels dans des habitats et espaces urbains rénovés ;
- Solutions intégrées (énergie, réseaux, déchets..) pour un habitat durable ;
- Bâtiments multi-matériaux à énergie positive ;
- Développement et adaptation des procédés de préfabrication aux nouveaux besoins des usagers ;
- Immeubles de grande hauteur en bois.

3.4.3 - Plateforme nouveaux produits bio-sourcés

Elle ciblera des produits avec une valeur ajoutée environnementale afin de répondre aux enjeux sociétaux comme la déforestation de forêt primaire ou la surconsommation de ressources naturelles comme l'eau. La substitution des fibres de coton par des fibres de cellulose régénérée est un exemple parlant car cela permettrait de plus de relocaliser une industrie textile pour des applications à hautes valeurs ajoutées comme les textiles intelligents. Dans le domaine hygiène et santé, la plateforme pourra développer des constituants bio-sourcés comme des tensio-actifs ou des additifs variés. Plus généralement, la plateforme s'attachera à comprendre et appliquer le concept de biomimétisme dans les projets innovation et recherche.

3.4.4 - Plateforme énergie

Elle concentrera les actions sur la production de carburants liquides (alcools, éthers, ...) ou gazeux (méthane, dihydrogène) pour alimenter les technologies motrices actuelles et celles en développement comme la pile à combustible. Les activités de la plateforme intégreront les concepts d'utilisation en cascade dans les nouvelles lignes de production et d'économie circulaire pour l'utilisation de déchets comme source d'énergie ou de matériau.

3.4.5 – Plateformes bio-raffineries

Elles pourront venir amplifier les possibilités de développement autour du concept de bio-raffinerie et en particulier celles portant plus sur la valorisation des lignines et des hémicelluloses. Ces plateformes utiliseront en priorité la fraction cellulosique qui peut être valorisée par simple modification ou après avoir été transformée en sucre simple comme le glucose.

La déconstruction de la biomasse, et en particulier de celle des feuillus, conduira au déploiement rapide de la bio-raffinerie forestière en France et en Europe. Les usines de pâte à papier, voire les scieries d'aujourd'hui, pourraient devenir les bio-raffineries de demain.

Certaines unités industrielles ont déjà franchi le pas, c'est le cas de Tembec Tartas en France, et des unités de production combinant la production de pâte à papier et de biocarburants voient le jour dans le Nord de l'Europe et aux Etats-Unis.

Les résultats attendus concernent la valorisation des ressources de bois français, en particulier les feuillus, par extraction des molécules et intégration dans de nouveaux produits pour les marchés de la bio-économie

Thèmes et activités de R&D :

- Techniques d'extraction de molécules d'intérêt
- Réalisation de pilotes industriels de production

4 PROPOSITIONS D' ACTIONS

Pour répondre aux enjeux et besoins de R&D, et se saisir des opportunités identifiées, des propositions d'actions ciblées et plus concrètes ont été élaborées lors de l'atelier final du 5 juin 2015 permettant de couvrir la plupart des 18 domaines prioritaires de RDI à travers des:

- **Programmes d'Actions Thématiques (PAT)** qui regroupent des actions de coordination, d'animation et des projets collaboratifs de RDI autour d'une grande thématique répondant à des enjeux et objectifs prioritaires du PNFB. Ces 9 programmes « emblématiques » auront vocation à fournir dans la durée (minimum 5 ans) un cadre collaboratif national permettant de renforcer les synergies entre organismes de R&D et l'articulation avec la SNR, de faciliter les initiatives régionales et les innovations en lien avec les acteurs et les pôles de compétitivité, et de positionner les activités de RDI forêt bois dans l'EER et à l'international. L'élaboration de ces programmes nécessitera une phase d'approfondissement préalable (2015-16) et leur mise en œuvre sera progressive pour une première évaluation à l'horizon 2020. Ils s'appuieront sur les structures de coordination existante (GIP ECOFOR, GDR Bois, AFORCE...) et pourront prendre des formes différentes selon les thématiques (GIS, RMT..). Chaque programme fait l'objet d'un titre court et d'un descriptif succinct comprenant : objectif principal et objectifs spécifiques, actions et tâches proposées, pilote et partenaires clés. Les 9 programmes proposés sont brièvement décrits dans le tableau p 22 et regroupés en 3 volets complémentaires:
 - « **secteur connecté et performant** »: interactions sociétales, performance matériau bois, suivi intelligent des forêts
 - « **forêts du futur** » : adaptation des forêts et gestion des risques, biodiversité et services écosystémiques, intensification durable de la production
 - « **innovations bois** » : valorisation des feuillus, compétitivité et usine du futur, nouveaux produits de la bio-économie
- **Programmes d'Actions Structurantes (PAS)** qui regroupent des actions organisationnelles et des tâches transversales visant à améliorer la gouvernance, l'organisation et la structuration des activités de RDI forêt-bois et à répondre aux faiblesses du système de RDI identifiées dans l'analyse stratégique. Les 3 propositions d'actions structurantes pourront faire l'objet d'une mise en œuvre immédiate dans le cadre du PNFB. Elles sont brièvement décrites dans le tableau p 23.

La mise en œuvre de ces propositions dans le cadre du PNFB nécessitera une phase préalable d'approfondissement et de planification de chaque programme qu'il n'a pas été possible de réaliser dans le cadre de ce groupe de travail compte-tenu des délais. Cette prochaine étape pourra se faire sous l'égide du comité permanent de suivi et d'orientation de la RDI forêt-bois proposé p 23.

TITRE	OBJECTIFS	ACTIONS	PILOTES	PARTENAIRES
Programmes d'actions thématiques PAT				
Interactions Forêts, Filières et Sociétés	-Prendre en compte les enjeux économiques et sociétaux -Evaluer les performances économiques	Economie (observatoire, marchés,), financement) ; Mobiliser et articuler les SEHS	ECOFOR INRA, IRSTEA	CIRAD, Universités, CTI, FBF, FBIE, FNEDT, UCFF, collectivités, gestionnaires, ONG,
Performance matériau bois	Connaître et comparer avec d'autres matériaux; Articuler avec plateforme existante multi-matériaux	Plateforme ACV bois, évaluation effet de substitution, évaluation du comportement du matériau et des produits bois (feu, acoustique,..)	CNRS - GDR Bois	INRA, CIRAD, ADEME, FCBA, IRSTEA, ESB, ENSTIB, CITEPA, CTP, ADEME..
Suivi intelligent des forêts	Améliorer méthodes et outils à différentes échelles, assembler des informations multiples pour des prospectives, pérenniser le suivi continu des forêts	Connaissance de la ressource (dont accès), amélioration outils et méthodes (connaissance stations, télédétection, lidar..), suivi fonctionnement et prospectif, fourniture d'indicateurs spatialisés (dont biodiversité, carbone, sols), coordination	ECOFOR-IGN	INRA, IRSTEA, pôle THEIA, FCBA, gestionnaires, collectivités, industries...
Adaptation et résilience des forêts	Développer les synergies entre adaptation et atténuation du changement climatique, et intégrer les risques dans la gestion durable	Plan d'actions R&D du RMT AFORCE (évaluer les risques et les coûts d'adaptation, expérimenter et innover en matière de sylviculture adaptative, éclairer les choix d'espèces et de provenance...)	RMT AFORCE	Universités, gestionnaires, collectivités ..
Biodiversité et Services écosystémiques	Meilleure intégration des services écosystémiques ; développer des opérations pilotes de démonstration	Relation biodiversité & services écosystémiques ; évaluation et rémunération des services, compensation et intégration (spatiale, ...)	ECOFOR- INRA-IRSTEA	Recherche, gestionnaires, collectivités, ...
Intensification durable de la production	Améliorer connaissances, méthodes et outils pour intensifier durablement les systèmes de production forestier; développer de nouvelles technologies et modèles pour accroître la mobilisation	Foresterie de précision, diversification des itinéraires, renouvellement - génétique, évaluation performance (environnementale, économique, sociale), cultures dédiées, recherches technologiques travaux , exploitation et mobilisation	FCBA, INRA, IRSTEA	CIRAD, EFIATLANTIC, UNFF, gestionnaires, FNEDT...
Valorisation des Feuillus	Augmenter la valeur des bois feuillus français et amplifier les recherches sur les voies de valorisation (niches, luxe, débouchés de masse..)	Plateforme « feuillus » internationale (coord. France), démonstrateurs industriels, opérations territoriales pilotes (chaîne de valeur) intégrant la mobilisation, communication résultats	FCBA	FBF, INRA, ONF, CNPF, Agro Paris Tech, CIRAD, CTP, CRITT....
Produits Innovants	Développer la bio-économie forestière et l'économie circulaire (recyclage / cascade)	Mettre en œuvre des plateformes RDI mutualisées (bioraffineries, bioproduits, construction, bioénergie, emballages intelligents..); et développer des démonstrateurs territoriaux	CTI, CNRS, INRA. Universités ...	Pôles de compétitivité (XYLOFUTUR, Fibres-ENERGIVIE), réseaux chimie verte, industriels
Compétitivité et usine du futur	Améliorer les performances et optimiser les processus industriels dans le cadre de l'usine du futur	articuler avec CSF + lien avec SNR - nouveau industriel (usine verte, numérique, robotisation)	CTI, pôles de compétitivité	partenaires CSF, industriels...

ACTIONS STRUCTURANTES			
TITRE	COMITE RDI FORET-BOIS	TRANSFERT & INNOVATION	FINANCEMENT RDI FORET-BOIS
OBJECTIFS	Mettre en place un dispositif de coordination, suivi et orientation de la RDI forêt-bois	Renforcer le transfert technologique et accélérer l'innovation	Mobiliser des financements publics et privés pour la RDI forêt-bois
TACHES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mettre en place un comité de suivi et d'orientation de la RDI, rattaché au CSFB et articulé avec les alliances de recherche 2. Développer un outil de collecte des programmes RDI publique suivis par les différents organismes (observatoire avec gestion de la confidentialité) 3. Bâtir une cartographie des compétences et en faire une analyse (recouvrements, manques,...) 4. Orienter la création d'un ou plusieurs autres RMT ou autre structure mixte équivalente 5. Définir et évaluer des indicateurs de réalisation du programme RDI du PNFB 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Référencement des outils et structures existants, analyse de l'efficacité et propositions d'évolution des structures. 2. Système d'expression et de prise en compte des besoins des acteurs économiques (commissions professionnelles élargies ?) (transfert « pull ») 3. Mise en place de démonstrateurs (transfert « push ») et facilitation des « open innovation sources » 4. Parangonnage au niveau national et international pour déployer les meilleures idées 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mieux mobiliser les financements européens par et pour les opérateurs économiques : mettre en place une cellule d'appui ou des financements spécifiques pour cet appui 2. S'assurer que les programmes RDI du PNFB disposent des moyens financiers nécessaires 3. Utiliser un pourcentage du fonds stratégique de la forêt et du bois pour soutenir des actions de RDI prioritaires 4. Mobiliser les financements de l'ANR en lien avec les programmes d'actions prioritaires concernés de la SNR
PILOTES	MAAF-DGER, MENESR, ECOFOR...	CSF – CTI - organismes de transfert	MAAF, MEIN, MEDDE, MENESR, ARF
PARTENAIRES	Membres GT4	FBF, FBIE, pôles de compétitivité, institutionnels, ARF...	ADEME, ANR, NSG – FTP (groupe H2020 Forêt-Bois)
CALENDRIER	<ul style="list-style-type: none"> - fin 2015 : mise en place comité - fin 2016 pour cartographie et outil de collecte 	deuxième semestre 2016	fin 2015
LIENS SNR, CSFB, H2020	à coordonner avec le CSFB et à articuler avec les alliances nationales de recherche (Allenvi, Ancre)	<ul style="list-style-type: none"> - commission innovation CSF - lien avec PEI 	<ul style="list-style-type: none"> - programmes d'actions prioritaires SNR - futur ERANET bio-économie forestière

Lexique des sigles et abréviations

ACCAF : Adaptation de l'Agriculture et de la Forêt au Changement Climatique	FBR : France Bois Région
ANR : Agence Nationale pour la Recherche	FBIE : France Bois Industries Entreprises
ARF : Association des Régions de France	FCBA : Institut technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement
CAPSIS : Croissance d'Arbres en Peuplement et Simulation d'Itinéraires Sylvicoles	GDR : Groupement De Recherche
CASDAR : Compte d'Affectation Spéciale	IRD : Institut de Recherche pour le développement
CEA : Commissariat à l'Energie Atomique	IRSTEA : Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
CETEF : Centre d'Etudes Techniques et d'Expérimentations Forestières	INRA : Institut National des Recherches Agronomiques
CIFRE : Conventions Industrielles de formation par la Recherche	Labex : Laboratoire d'Excellence
CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement	MAAF : Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt
CITEPA : Centre Interprofessionnel technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique	MEDDE : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
CNPF : Centre National de la Propriété Forestière	MEIN : Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique
CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique	MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle
CRITT : Centre Régionaux d'Innovation et de Transfert Technologique	MENESR : Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
CSFB : Conseil Supérieur de la Forêt et du Bois	ONF : Office National des Forêts
CTI : Centre Technique Industriel	PIA : Programme Investissements d'Avenir
CTP : Centre Technique du Papier	PEI : Partenariat Européen de l'Innovation
CVO : Contribution Volontaire Obligatoire	PETR : Pôles d'Equilibre Territoriaux et Ruraux
EFI ATLANTIC: European Forest Institute, Atlantic region	PNR : Parc Naturel Régional-
EER : Espace Européen de la Recherche	RMT : Réseau Mixte Technologique
ENSTIB : Ecole Nationale Supérieure des Technologies et Industries du Bois	TFA : Taxe Fiscale Affectée
ESB : Ecole Supérieure du Bois	TICE : Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement
Equipex: Equipement d'Excellence	UCFF : Union des Coopératives Forestières Françaises
FBF : France Bois Forêt	