

Le PNR 66 en bref

Le PNR 66 élabore des connaissances scientifiques et des applications pratiques pour une meilleure disponibilité de la ressource renouvelable qu'est le bois. Le programme, coordonné en collaboration avec la Commission pour la technologie et l'innovation CTI, dispose d'une enveloppe financière de 18 millions de francs suisses et dure jusqu'à fin 2016. 28 groupes de recherches issus de plusieurs régions suisses y participent.

Le but du PNR 66

Le PNR 66 a pour but d'optimiser la gestion du bois en tant que ressource tout au long de son cycle de vie. Le programme vise particulièrement à :

- une compréhension approfondie des flux de matières à base de bois, des améliorations dans l'approvisionnement en bois brut ainsi que des outils de décision pour les autorités et l'économie forestière et du bois ;
- de nouvelles connaissances et technologies pour valoriser le bois en tant constitutif

pour produits chimiques et pour la production de nouveaux matériaux composites ;

- un développement technique dans les domaines du bois-énergie et du bois en tant que matériau de construction pour structures porteuses et bâtiments ;
- un renforcement de la compétitivité et de la valeur ajoutée de la filière bois, au développement des compétences et des capacités de recherche en Suisse, et à la mise en place de programmes d'innovation dans le secteur économique.



Portrait du Programme national de recherche (PNR 66)

Ressource bois



FNSNF

FONDS NATIONAL SUISSE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

- 1 Editorial
 - La ressource bois: plaidoyer pour une exploitation raisonnée**

- 3 Vue d'ensemble
 - Le matériau bois: un large spectre de valorisations souvent méconnues**

- 6 Recherche
 - Présentation détaillée du PNR 66**

- 28 Transfert de connaissances
 - Le dialogue et la mise en réseau comme facteurs de succès**

- 30 Glossaire
 - Termes clés**

- 31 Informations

Qu'est-ce qu'un PNR ?

Les Programmes nationaux de recherche (PNR) fournissent des contributions scientifiquement fondées à la résolution de problèmes urgents d'importance nationale. Ils sont définis par le Conseil fédéral, durent quatre à cinq ans et sont dotés de 5 à 20 millions de francs. Les PNR sont orientés vers la résolution de problèmes, leur approche est interdisciplinaire et transdisciplinaire, ils coordonnent des projets individuels et des groupes de recherche dans l'optique d'atteindre un même objectif global.

La ressource bois : plaidoyer pour une exploitation raisonnée

Constituant les nonante pour cent de la biomasse disponible au niveau mondial, le bois ne nécessite en principe pas d'intervention humaine pour assurer sa croissance. Cette raison seule devrait justifier une remise en question dépourvue d'œillères idéologiques de l'utilisation négligée faite du bois, que ce soit dans notre pays ou ailleurs.

La pénurie des ressources, la fin prochaine de l'ère du pétrole ainsi que le réchauffement climatique et ses gaz à effet de serre sont autant de fléaux actuels au niveau mondial. Dans ce contexte, on oublie souvent que le bois peut, en tant qu'énergie renouvelable stockant le dioxyde de carbone, jouer un rôle clé dans l'approvisionnement global en ma-

tière première et dans la politique climatique. Une exploitation intelligente en serait la condition.

Mais que signifie une exploitation intelligente du bois? Une réponse définitive à cette question serait prématurée et ne pourra sans doute jamais être apportée sous forme simplifiée. Toutefois, l'image d'Epinal encore répandue en Suisse d'un bois principalement valorisé sous forme de poutres, de planches ou pour un feu de cheminée doit être révisée. Le nom de certains de nos modules de recherche – « produits chimiques », « énergie », « composants », « structures et constructions » – montrent clairement que ce programme aspire à considérer la ressource bois de manière exhaustive et globale.



Dr Martin Riediker

A l'avenir, de nouvelles méthodes et technologies devraient permettre une exploitation plus variée et plus efficace du bois, ceci malgré le risque d'accroissement de la concurrence entre les différentes applications.

Bois et forêt, bois et économie forestière sont connus pour former un monde à part. De ce fait, le PNR 66 a l'intention de considérer le cycle de vie du bois, les rouages du marché et surtout les problèmes liés à un approvisionnement insuffisant en bois brut d'une manière globale. Le but est de prendre en compte le management de la ressource bois sur son cycle de vie complet – de l'approvisionnement jusqu'aux possibilités de réutilisation et à l'élimination – et d'améliorer son efficacité dans notre pays, tout en respectant les aspects écologiques, économiques et sociaux et en réalisant une pesée d'intérêts en cas de conflit.

La valorisation du bois n'est pas seulement du ressort de la science mais aussi de l'économie et de la politique. Les perspectives d'augmentation de la valeur ajoutée et de la compétitivité du bois et de l'économie forestière sont toujours intactes en Suisse. Toutefois, il s'agit de déclencher les impulsions technologiques dans le milieu économique et d'améliorer les conditions cadres pour un approvisionnement en bois durable.

Le PNR 66 attache beaucoup d'importance à l'implémentation économique des solutions élaborées par la science, seul moyen pour créer de la valeur ajoutée. Au cours du programme, le Fonds national suisse et les scientifiques vont ainsi collaborer étroitement avec la Commission pour la technologie et l'innovation CTI afin de transférer les projets de recherche prometteurs en projets CTI.

Les membres du comité de direction du PNR 66 se réjouissent d'accompagner les équipes de recherche dans leurs travaux et de nouer le dialogue avec les principaux acteurs politiques et économiques pour une meilleure valorisation du bois. En outre, je m'engage avec conviction pour qu'un transfert de savoirs et de technologies ait lieu entre chercheurs et industrie et pour qu'un maximum de résultats scientifiques puisse par la suite prendre pied sur le marché. Je tiens à remercier chaleureusement tous ceux et celles qui contribuent au succès du PNR 66.



Dr Martin Riediker
Président du comité de direction du PNR 66

Le matériau bois: un large spectre de valorisations souvent méconnues

L'homme préhistorique l'utilisait déjà en tant que combustible de chauffage et source de lumière. Dès l'antiquité, la solidité du bois et ses multiples utilisations l'amenèrent à jouer un rôle prépondérant dans les progrès de l'espèce humaine. Actuellement, la pénurie annoncée des ressources et la protection du climat nous mettent au défi d'exploiter cette matière première renouvelable de manière encore plus intelligente.

La lutte contre les gaz à effet de serre et la raréfaction des matières premières fossiles ont amené les ressources renouvelables sur le devant de la scène politique, économique et scientifique. Une utilisation plus intensive des matières premières renouvelables et leur exploitation efficiente sont aujourd'hui considérées comme des conditions primordiales pour assurer la croissance de l'économie et la sécurité d'approvisionnement.

Faisant partie des principales ressources renouvelables disponibles à l'échelle mondiale, le bois a également la propriété de stocker de grandes quantités de dioxyde de carbone. Malgré les diverses possibilités d'utilisation de ce matériau, la Suisse dispose – à l'instar de nombreux pays européens – d'importants stocks de bois sur pied dans une forêt vieillissante et sous-exploitée, d'où le potentiel d'utilisation accrue du bois dans notre pays. Des

efforts ciblés doivent ainsi être entrepris pour exploiter durablement davantage de bois, d'une qualité adaptée aux besoins.

Le bois est un matériau multifonctionnel dont le potentiel de substitution pour des applications, nécessitant aujourd'hui principalement du pétrole et d'autres ressources fossiles, est encore largement méconnu. Le bois peut ainsi être utilisé comme matière première pour produits chimiques, pour de nouveaux

composants synthétiques ou encore pour des matériaux innovants, par exemple dans le domaine de la construction. De plus, les nouvelles connaissances nanocomme macrotechnologiques ouvrent la porte à de nouveaux domaines de valorisation encore inexploités. Le bois joue également un rôle important de substitut aux combustibles fossiles. Aujourd'hui principalement utilisé sous forme solide (bois de chauffage, pellets etc.), le bois-énergie sera à l'avenir davantage valorisé sous forme de source d'énergie gazeuse ou liquide, ceci après un processus de transformation adapté.

Une considération globale de la ressource bois est aujourd'hui nécessaire dans les milieux politiques et scientifiques.

Les « procédés multiples » ou « l'utilisation en cascade » sont des mots-clé dans le domaine de la valorisation matérielle et/ou énergétique du bois. Le but de toutes ces démarches devra se concentrer sur l'exploitation optimale du potentiel de substitution du bois, ceci à l'aide de processus et d'utilisations appropriés à cet effet. L'exploitation séquentielle du bois (la valorisation matérielle précède les utilisations énergétiques) doit pouvoir s'imposer davantage dans le milieu économique et social. Le défi se situe au niveau de l'augmentation de l'efficacité de la chaîne de production traditionnelle ainsi que de la mise en place de nouveaux processus de transformation et d'utilisation du bois. A ce but, le potentiel de création de valeur ajoutée de l'industrie doit être développé,

ce qui permettra l'exportation de produits et des savoir-faire spécifiques.

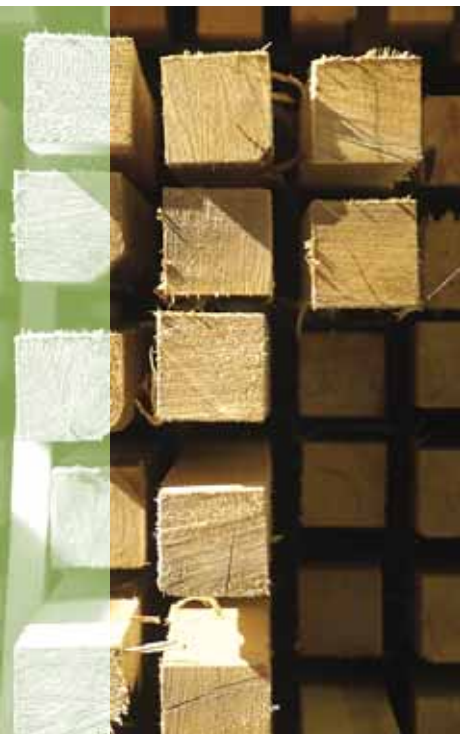
Le bois a un grand potentiel de substitution encore fréquemment méconnu des ressources non-renouvelables.

C'est à ce niveau que le Programme national de recherche « Ressource bois » (PNR 66) entre en jeu. Dans le cadre de projets interdisciplinaires, les chercheurs de divers instituts scientifiques suisses concentreront leurs recherches pendant cinq ans sur le bois en tant que matière première, ceci de l'échelle macroscopique (grandes structures) jusqu'à l'échelle moléculaire (fibres et fibrilles). Les objectifs principaux seront le développement de technologies compétitives, l'amélioration de la disponibilité des

ressources en Suisse ainsi que la création de conditions cadres scientifiques et techniques nécessaires à l'élargissement de la palette de la valorisation du bois.

Au niveau politique comme scientifique, la ressource bois doit actuellement être considérée de manière globale afin de pouvoir intégrer les différents éléments, caractéristiques et potentiels de valorisation dans le cycle de vie de cette matière première prometteuse. Le PNR 66 se trouve ainsi sur la même ligne que les stratégies et programmes de recherche européens, visant également un positionnement renforcé de la chaîne de valeur bois.



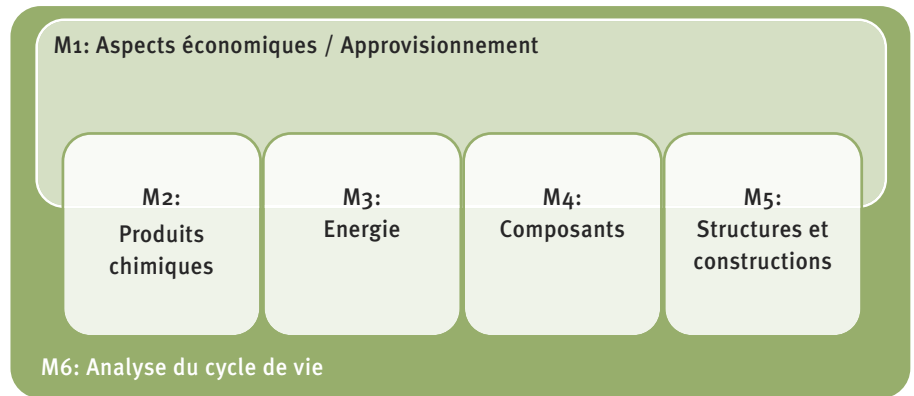


Présentation détaillée du PNR 66

Le PNR 66 dispose d'une enveloppe financière de 18 millions de francs et réunit au départ 28 projets de recherche. Ceci reflète le large spectre des possibles valorisations du bois dans les domaines de la chimie, de la technologie des matériaux, de la construction et de l'énergie. La disponibilité du bois brut et le flux de matière, lié à un cycle de vie optimisé du bois, sont également analysés en tant que thèmes transversaux.

Le PNR 66 a pour but d'optimiser la gestion du bois en tant que ressource tout au long de son cycle de vie. Le programme vise particulièrement à :

- une compréhension approfondie des flux de matières à base de bois, des améliorations dans l'approvisionnement en bois brut ainsi que des outils de décision pour les autorités et l'économie forestière et du bois ;
- de nouvelles connaissances et technologies pour valoriser le bois en tant qu'élément constitutif pour produits chimiques et pour la production de nouveaux matériaux composites ;
- un développement technique dans les domaines du bois-énergie et du bois en tant que matériau de construction pour structures porteuses et bâtiments ;
- un renforcement de la compétitivité et de la valeur ajoutée de la filière bois, au développement des compétences et des capacités de recherche en Suisse, et à la mise en place de programmes d'innovation dans le secteur économique.



Modules du PNR 66

Le PNR 66 se focalise sur six domaines contenant les aspects centraux de la chaîne de valeur de la filière bois. Deux modules thématiques (M1 et M6) sont dédiés à l'amélioration de l'approvisionnement en bois brut et à la gestion durable du cycle de vie de la ressource bois. Les autres modules (M2 à M5) se

concentrent sur les thèmes de l'utilisation du bois sous forme de produits chimiques, de la valorisation énergétique, de la fabrication de composants inédits ainsi que du bois comme matériau de construction pour les structures porteuses et les bâtiments.



Le PNR 66 veut renforcer la valeur ajoutée et la compétitivité de la filière du bois suisse.

Le PNR 66 « Ressource bois » est par diverses plateformes et associations scientifiques bien inséré dans le milieu international et harmonisé avec les activités actuelles de recherche de l'Union européenne. Le PNR 66 tient en même temps compte des particularités de l'économie forestière et du bois suisses ainsi que des conditions cadres nationales. La tâche du chargé du transfert de connaissances sera de tenir au courant les acteurs principaux – issus des cercles politique, administratif et économique – des résultats du PNR 66 et de les soutenir pour qu'ils puissent créer dans leur sphère d'influence des conditions-cadre favorables à une exploitation durable du bois.

Vue d'ensemble des 28 projets du PNR 66

Des informations détaillées sur les projets sont disponibles sous www.pnr66.ch

Module 1 :

Le bois brut – disponibilité, politiques et processus d'approvisionnement

1 MOBSTRAT : stratégies de mobilisation du bois issu des forêts suisses

Dr Peter Brang, Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf

Module 2 :

Le bois en tant que matière première des substances chimiques utiles

2 Division de la lignine pour former des composés aromatiques

Prof. Philippe Corvini, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz

3 Transformation simultanée du bois en produits chimiques de base

Prof. Paul Dyson, EPF Lausanne

4 Fabrication combinée de carburants et de produits chimiques à partir de bois

Prof. Philipp Rudolf von Rohr, ETH Zurich

5 Mise au point de protéines synthétiques pour optimiser l'exploitation chimique du bois

Prof. Florian Seebeck, Université de Bâle

6 Fermentation directe du bois en éthanol dans un réacteur à biofilm sur membrane

Dr Michael Hans-Peter Studer, ETH Zurich

7 Les radicaux libres dans la lignine: la clé de la fabrication de substances chimiques « vertes »

Dr Frédéric Vogel, Institut Paul Scherrer (PSI), Villigen

Module 3 : Le bois en tant que source d'énergie

8 Chaudières à grille optimisées pour combustibles ligneux

Prof. Thomas Nussbaumer, Hochschule Luzern

9 Génération d'hydrogène de grande pureté à partir de bois

Prof. Christoph Müller, ETH Zurich

10 Epuration des gaz à chaud pour une exploitation efficace et rentable de l'énergie ligneuse

Dr Serge Biollaz, Institut Paul Scherrer (PSI), Villigen

11 Gaz naturel synthétique issu de bois : comment optimiser la synthèse?

Dr Tilman J. Schildhauer, Institut Paul Scherrer (PSI), Villigen

Module 4 : Le bois en tant que matériau

12 Profils de propriétés du bois améliorés pour les ouvrages en bois

Prof. Ingo Burgert, ETH Zurich

13 La nanotechnologie au service de la conservation du bois

Prof. Alke Fink, Université de Fribourg

14 Nouvelles méthodes de production de nanocomposites à base de cellulose

Prof. Christoph Weder, Université de Fribourg

15 Nanofibrilles de cellulose dans les revêtements de surfaces en bois

Dr Tanja Zimmermann, EMPA, Dübendorf

16 Traitement des surfaces en bois à l'aide de photo-initiateurs

Prof. Hansjörg Grützmaier, ETH Zurich

17 Autoprotection contre les UV des surfaces de bois grâce aux fibres de cellulose

Dr Thomas Volkmer, Haute école spécialisée bernoise, Bienne

18 Extraction des tanins de l'écorce de résineux indigènes

Dr Frédéric Pichelin, Haute école spécialisée bernoise, Bienne

19 Assemblage par collage d'éléments de structures porteuses en bois de feuillus

Prof. Peter Niemz, ETH Zurich

20 Panneau en bois ultraléger à base bio et au cœur de mousse

Dr Heiko Thoemen, Haute école spécialisée bernoise, Bienne

Module 5 : Structures et constructions à base de bois

21 Dimensionnement des assemblages par collage dans la construction en bois

Prof. Till Vallée, Ecole d'ingénieurs et d'architectes, Fribourg

22 Nouveaux types de structures porteuses de haute fiabilité en bois de hêtre

Prof. Andrea Frangi, ETH Zurich

23 Construction de planchers en bois dur à l'acoustique optimisée

Dr Luboš Krajčí, EMPA, Dübendorf

24 Ouvrage porteur en bois résistant aux séismes pour bâtiments à plusieurs étages

Dr René Steiger, EMPA, Dübendorf

25 Assemblage assisté par robot de structures porteuses complexes en bois

Prof. Matthias Kohler, ETH Zurich

26 Bois et béton de bois allégé: les matériaux de demain ?

Prof. Daia Zwicky, École d'ingénieurs et d'architectes, Fribourg

Module 6 :

Analyse du cycle de vie des flux de matières à base de bois

27 Wood2Chem : une plateforme informatique pour le développement de bio-raffinerie

Prof. François Maréchal, EPF Lausanne

28 Exploitation écologique des ressources de bois en Suisse

Prof. Stefanie Hellweg, ETH Zurich

Portraits détaillés des projets de recherche en cours :
www.pnr66.ch



Module 1 :

Le bois brut – disponibilité, processus et politiques d’approvisionnement

Des informations fiables sur la disponibilité et les caractéristiques du bois en tant que matière première sont capitales pour de nombreux domaines de recherche du PNR 66. L’exploitation intensive et durable du bois dépend d’un approvisionnement opérationnel et économiquement viable.

La question centrale de ce module transversal est donc comment améliorer dans notre pays la disponibilité et la mobilisation du bois brut dans la qualité et la forme souhaitée. Les résultats de la recherche ont pour but de motiver les principaux acteurs à la mise en place de nouvelles politiques plus efficaces d’approvisionnement en bois et de renforcer la compétitivité de l’industrie du bois.

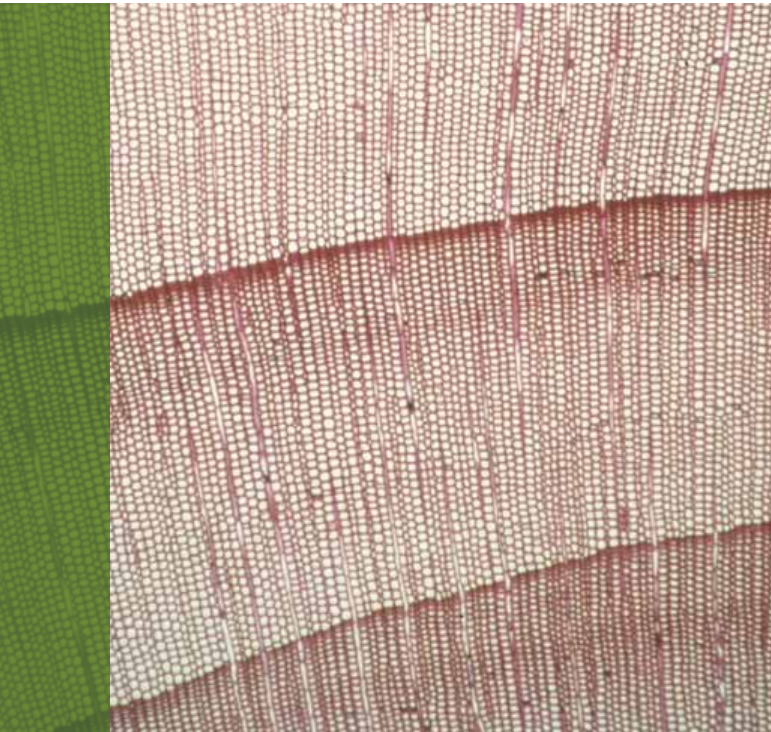
Etant donné l’importance de la disponibilité du bois brut pour une utilisation variée et efficiente du bois, le groupe de direction du PNR 66 a lancé une deuxième mise au concours en janvier 2012. Les projets de recherche approuvés seront présentés sur le site web du programme www.pnr66.ch à partir du mai 2012.

Projet 1 :

MOBSTRAT : stratégies de mobilisation du bois issu des forêts suisses

Les forêts suisses regorgent de près de 400 millions de mètres cubes de bois, dont environ cinq millions sont exploités chaque année. Comment accroître l’exploitation du bois ? A quel prix et pour quels avantages ? Le projet dirigé par Peter Brang (WSL) réunit des chercheurs en sciences naturelles et sociales et des représentants du secteur forestier

pour élaborer des solutions en vue d’une exploitation accrue du bois. Il cible tout particulièrement la réduction des niveaux record des stocks de bois sur pied, sans menacer la diversité des espèces ou compromettre la prévention des dangers naturels.



Module 2 :

**Le bois en tant que matière première
des substances chimiques utiles**

La transformation du bois usagé et des résidus de bois en composants de haute qualité, par exemple pour l'industrie chimique ou pharmaceutique, acquerra à l'avenir une importance particulière.

Les projets de recherche de ce module traitent des nouvelles technologies de valorisation du bois en tant qu'élément constitutif pour produits chimiques, ainsi que du développement de nouvelles applications pour les matières premières issues du bois, telles que les fibres et les dérivés de lignine. Les méthodes innovantes d'extraction des nanofibrilles de cellulose et des tanins, de décomposition du bois au moyen de procédés biochimiques et de traitement de

la lignine dans un processus d'oxydation sont les points centraux de ce module.

Projet 2 :

Division de la lignine pour former des composés aromatiques

La lignine, principal constituant, avec la cellulose, des tissus des plantes arborescentes, affiche un immense potentiel pour la fabrication de précieuses substances chimiques. Les propriétés structurales de la lignine permettent un pronostic de réussite plus prometteur avec la combinaison de processus de transformation chimiques et biologiques qu'avec les processus utilisés à ce jour. L'équipe de recherche de Philippe Corvini (Fachhochschule Nordwestschweiz) teste différentes combinaisons de traitements afin d'aboutir à un gain maximal de produits utiles.

Projet 3 :

Transformation simultanée du bois en produits chimiques de base

Actuellement, seul un très faible nombre de composés d'intérêt commercial est directement accessible à partir de la biomasse ligneuse sans avoir recours à la fermentation. L'équipe de Paul Dyson (EPF Lausanne) va développer des nanocatalyseurs très efficaces et des systèmes catalytiques multifonctionnels. Leurs travaux de recherche conduiront potentiellement à de nouveaux chemins réactionnels efficaces qui seront transposés à plus grande échelle dans des usines pilotes.

Projet 4 :

Fabrication combinée de carburants et de produits chimiques à partir de bois

Comparés aux biocarburants issus de l'amidon de maïs ou du sucre de canne,

les biocarburants d'origine ligneuse présentent de nombreux atouts sur le plan économique et écologique. En revanche, la transformation du bois en biocarburant s'avère beaucoup plus délicate, puisque les constituants du bois – la cellulose, les hémicelluloses et la lignine – sont étroitement enchevêtrés. L'équipe de Philippe von Rohr (ETH Zurich) cherche à développer une nouvelle solution de prétraitement du bois afin d'éclater sa structure. Les chercheurs y combinent le prétraitement à l'eau chaude au recours à des « pièges à radicaux ».

Projet 5 :

Mise au point de protéines synthétiques pour optimiser l'exploitation chimique du bois

La lignocellulose est difficilement biodégradable car ses composants, les polymères de lignine, se caractérisent par

une grande stabilité chimique et seule leur surface présente un accès enzymatique. Comment les enzymes dégradent-elles la surface de leur substrat ? Comment l'activité de ces enzymes se modifie-t-elle lorsqu'elles se déposent à la surface du substrat ? Les domaines protéiques identifiant la lignine peuvent-ils intensifier l'activité de ces enzymes ? Pour répondre à ces questions, l'équipe de recherche de Florian Seebeck (Université de Bâle) élabore différentes protéines et complexes protéiques synthétiques et caractérisent leur activité de dégradation de la lignine.

Projet 6 :

Fermentation directe du bois en éthanol dans un réacteur à biofilm sur membrane
Le projet est axé sur des améliorations des procédés de production de bioéthanol

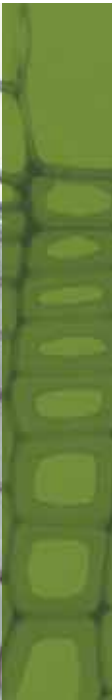
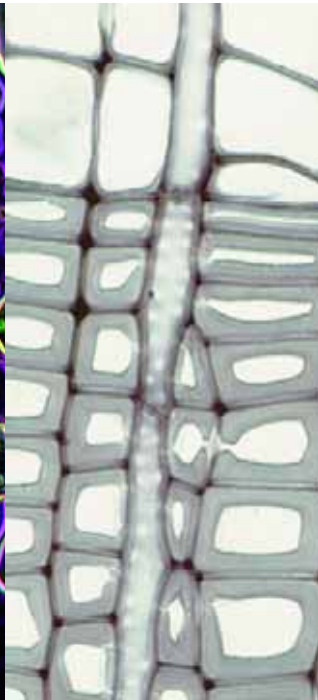
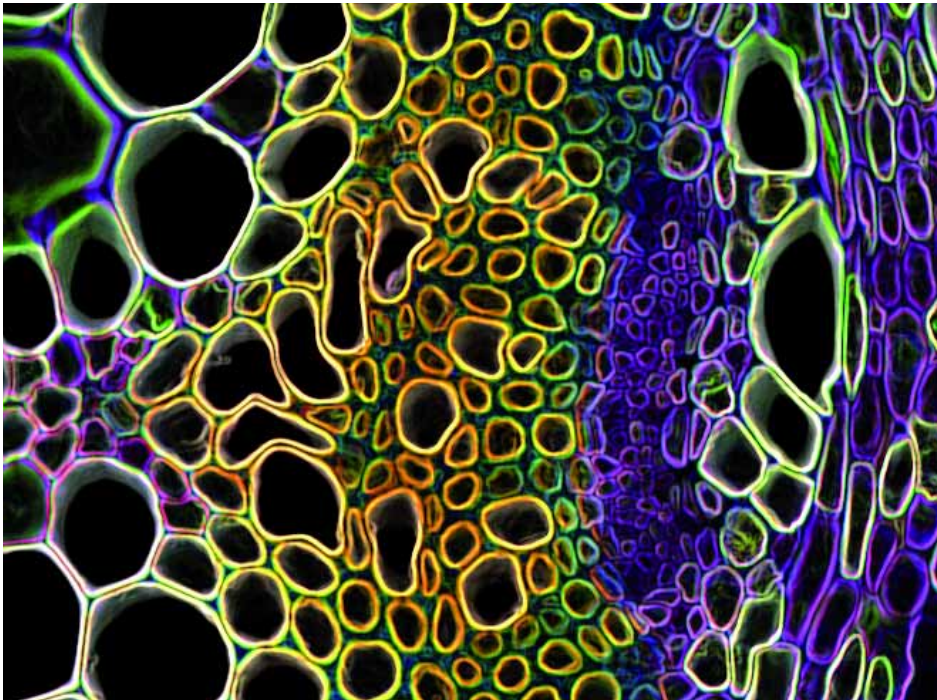
à partir de bois, une alternative écologique aux carburants fossiles. Le projet de recherche de Michael Studer (Haute école spécialisée bernoise) a pour but de simplifier l'extraction d'éthanol à partir du bois à l'aide d'un réacteur spécial et de microorganismes adaptés. Le procédé a le potentiel de produire de l'éthanol de manière durable, efficace et décentralisée, dans un environnement sylvicole ou agricole, en réduisant les trajets dus au transport de la biomasse.

Projet 7 :

Les radicaux libres dans la lignine : la clé de la fabrication de substances chimiques « vertes »

Dans ce projet dirigé par Frédéric Vogel (Institut Paul Scherrer), les chercheurs extraient la lignine du hêtre, de l'épicéa, du peuplier et du pin en recourant à des

méthodes chimiques connues pour en analyser la composition, la structure et les propriétés chimiques, et tout particulièrement les radicaux libres. Réussir à influencer la nature et la concentration de radicaux pourrait aboutir à de nouveaux procédés d'élaboration de produits chimiques « verts ».





Module 3 : **Le bois en tant que source d'énergie**

Il existe actuellement un fort intérêt pour le développement et le perfectionnement des technologies, processus et systèmes permettant la transformation du petit bois, du bois usagé et des résidus ligneux en chaleur, électricité ou même carburant. L'important étant de maximiser le rendement, tout en minimisant les immissions toxiques, et de pouvoir substituer un maximum de types de carburants fossiles.

Les projets de ce module comblent des lacunes spécifiques de la recherche dans le domaine du bois-énergie. Ils ont pour but de contribuer à surpasser les barrières technologiques limitant encore l'utilisation durable du bois en tant que source d'énergie. De plus, ils peuvent ouvrir de nouvelles perspectives pour l'exploitation combinée de plusieurs

sources d'énergie et pour l'identification de chaînes d'approvisionnement ligneuses d'une qualité énergétique maximale.

Projet 8 : **Chaudières à grille optimisées pour combustibles ligneux**

En partenariat avec l'industrie, les chercheurs du projet dirigé par Thomas Nussbaumer (Hochschule Luzern) envisagent des solutions afin d'optimiser les chaudières à grille pour combustibles ligneux. A cette fin, ils combinent une grille mobile, comportant plusieurs secteurs, à une zone de postcombustion modulaire. L'amélioration des techniques de chauffage à grille permet d'employer des résidus biogènes de qualité inférieure, et ce en dégageant de faibles quantités de substances nocives, augmentant ainsi la part des énergies renouvelables sur la consommation d'énergie globale.

Projet 9 :

Génération d'hydrogène de grande pureté à partir de bois

L'utilisation de l'hydrogène comme agent énergétique pourrait atténuer les effets des changements climatiques, car sa combustion produit de l'eau au lieu de dioxyde de carbone. Il est toutefois nécessaire que l'hydrogène soit généré de manière efficace et durable, à partir de ressources renouvelables. Un processus innovant de génération d'hydrogène de grande pureté à partir de bois est au centre de ce projet dirigé par Christoph Müller (ETH Zurich). Basé sur les réactions d'oxydo-réduction de l'oxyde de fer, ce processus pourrait contribuer à réduire la dépendance par rapport aux agents énergétiques à base de carbone dans les secteurs suisses des transports et de l'électricité.

Projet 10 :

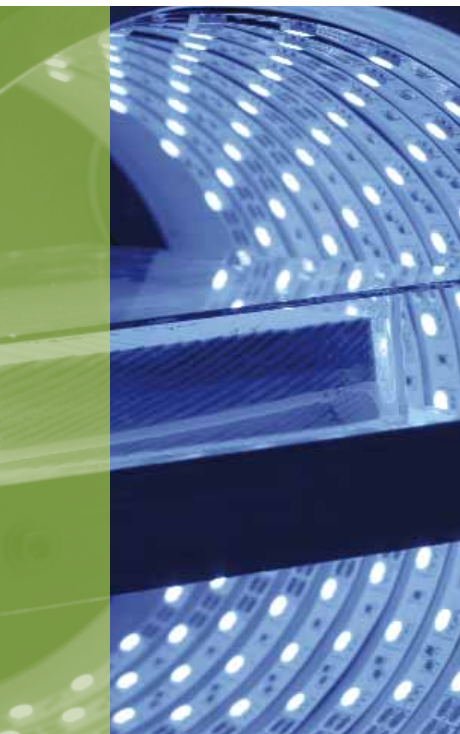
Epuration des gaz à chaud pour une exploitation efficace et rentable de l'énergie ligneuse

La gazéification transforme la biomasse ligneuse en gaz de bois. Cependant, avant d'être converti en gaz naturel synthétique (GNS bio), les impuretés (soufre, chlore, alcalis etc.) doivent en être éliminées. Le projet de recherche de Serge Biollaz (Institut Paul Scherrer) vise à développer l'épuration des gaz à chaud qui affiche une rentabilité plus élevée par rapport à celle de l'épuration des gaz à froid actuellement utilisée. Les résultats serviront de base à des modèles informatiques qui projettent les données expérimentales à grande échelle dans les installations industrielles afin d'optimiser les processus.

Projet 11 :

Gaz naturel synthétique issu de bois : comment optimiser la synthèse ?

Face à la hausse de la demande d'électricité et de carburants, la production de gaz naturel, à partir de biomasse riche en lignine, comme carburant et combustible représente une alternative intéressante à l'utilisation purement énergétique (combustion) de la biomasse. A partir du gaz de bois obtenu par gazéification, un gaz naturel synthétique (GNS bio) est généré par la méthanation à lit fluidisé. Tilman Schildhauer (Institut Paul Scherrer) et son équipe étudient les corrélations entre les réactions chimiques, le transfert de masse et la dynamique des fluides dans des réacteurs à lit fluidisé.



Module 4 : **Le bois en tant que matériau**

Un autre secteur prometteur est le développement d'une nouvelle génération de composants de bois, disposant de caractéristiques matérielles spécifiques et ouvrant des perspectives de technologies de production attractives.

Les projets de ce module donnent un aperçu des innombrables possibilités de création de nouveaux matériaux composites sur la base d'associations inédites entre le bois et divers autres matériaux. Dans le cadre du développement de ces nouveaux composants de bois, les chercheurs examinent les processus de collage, d'assemblage, de protection et de modification nécessaires pour l'obtention de caractéristiques fonctionnelles spécifiques, augmentant la valeur ajoutée tout en respectant les exigences de l'utilisation en cascade.

Projet 12 : **Profils de propriétés du bois améliorés pour les ouvrages en bois**

Si le bois et les matériaux à base de fibres de bois présentent d'excellentes propriétés, ils pèchent par un déficit de fiabilité. Le bois gonfle et se rétracte, affiche une durabilité souvent modérée et une implacable inflammabilité. En outre, en raison d'une trop forte dispersion de leurs propriétés mécaniques, les fibres se prêtent difficilement à la production de matériaux composites performants. Ingo Burgert (ETH Zurich) et son équipe font appel à la chimie des polymères et aux procédés nanotechnologiques afin de modifier les parois des cellules et les surfaces des fibres. Les résultats pourraient améliorer les propriétés du bois en tant que matériau.

Projet 13 :

La nanotechnologie au service de la conservation du bois

Afin d'évaluer les solutions qu'offre la nanotechnologie en matière de protection du bois, Alke Fink (Université de Fribourg) et son équipe examinent de manière systématique comment les particules ultrafines définies (par leur taille et surface) et de taille diverse peuvent agir sur le bois. Par ailleurs, une équipe d'experts en nanotoxicologie étudie les risques potentiels que pourrait présenter, pour la santé humaine, le bois traité avec des nanoparticules. Les résultats peuvent contribuer à favoriser l'application de nouvelles méthodes de protection du bois, issues de la nanotechnologie, dans le secteur économique majeur du bâtiment et de la construction.

Projet 14 :

Nouvelles méthodes de production de nanocomposites à base de cellulose

Issues de matières plastiques et de bois, les nanofibres de cellulose ultra-robustes présentent des propriétés mécaniques intéressantes comme la résistance à la traction. Les processus de fabrication actuels ne sont toutefois guère exploitables dans l'industrie. Le projet de recherche de Christoph Weder (Université de Fribourg) vise par conséquent à développer de nouveaux procédés modulables de production des nanocomposites à base de cellulose.

Projet 15 :

Nanofibrilles de cellulose dans les revêtements de surfaces en bois

Une résistance suffisante aux intempéries et un aspect attrayant sont des conditions impératives à l'emploi réussi de

revêtements de bois en extérieur. Les nanofibrilles de cellulose – fibres longues et très fines isolées depuis la cellulose – peuvent-elles améliorer les propriétés mécaniques du revêtement ? Peuvent-elles jouer le rôle de support de fixation de principes actifs sélectionnés ? C'est sur ces questions que l'équipe de recherche de Tanja Zimmermann (EMPA) va se pencher.

Projet 16 :

Traitement des surfaces en bois à l'aide de photo-initiateurs

Revêtir le bois massif et des particules de bois, ou encore coller ces derniers à d'autres matériaux requiert une réactivité chimique élevée des surfaces impliquées. Hansjörg Grützmacher (ETH Zurich) et son équipe utilisent des photo-initiateurs afin de lier de nouveaux groupes fonctionnels aux surfaces en

lignocellulose, rendant ainsi ces surfaces plus réactives et leur conférant de nouvelles propriétés. Les modifications de surfaces de ce type sont particulièrement importantes pour les applications faisant intervenir le bois, telles que les revêtements en extérieur, les matériaux ligneux pour les ouvrages en bois ou encore les matériaux composites bois-polymères.

Projet 17 :

Autoprotection contre les UV des surfaces de bois grâce aux fibres de cellulose

Exposées à la lumière du soleil et aux précipitations, les surfaces de bois deviennent souvent rugueuses et changent de couleur. Comment prévenir les marques des intempéries sur le bois pour le rendre plus concurrentiel face à d'autres matériaux en extérieur ?

Thomas Volkmer (Haute école spécia-

lisée bernoise) et son équipe examinent les possibilités de délignifier les surfaces du bois et d'y stabiliser une protection qui soit inhérente au bois.

Projet 18 :

Extraction des tanins de l'écorce de résineux indigènes

A ce jour, il manque encore une solution appropriée pour l'exploitation rentable de l'écorce de résineux comme matière première. L'équipe de Frédéric Pichelin (Haute école spécialisée bernoise) travaille au développement d'un procédé d'extraction de tanins à partir des écorces de résineux indigènes. Les tanins ainsi obtenus sont destinés à des systèmes de colles à faible émission pour fabriquer des dérivés du bois. Les résultats améliorent considérablement la valorisation de l'écorce et pourraient amorcer une véritable utilisation en cascade.

Projet 19 :

Assemblage par collage d'éléments de structures porteuses en bois de feuillus

Les dommages partiels constatés au niveau des fermes en bois lamellé-collé apparaissent suite à un changement d'affectation de l'ouvrage ou au début de la période de chauffage. Au bout de plusieurs décennies, il se produit un détachement spontané (décollement interlaminaire) des planches en bois, ce qui compromet la force portante de la ferme. Comment améliorer les colles et les procédés pour garantir, à long terme, la fiabilité des assemblages par collage de feuillus ? C'est sur cette question que l'équipe de Peter Niemz (ETH Zurich) va se pencher.

Projet 20 :

Panneau en bois ultraléger à base bio et au cœur de mousse

Face à la hausse des prix des matières premières et de la demande en meubles prêts à emporter, les fabricants cherchent à réduire drastiquement le poids des matériaux constituant des panneaux. Le projet de recherche de Heiko Thoemen (Haute école spécialisée bernoise) vise à développer un panneau sandwich, à base bio, doté d'un parement en particules de bois avec un cœur en mousse. Le nouveau procédé à phase unique permet une fabrication moins coûteuse des panneaux par rapport aux méthodes traditionnelles.





Module 5 :

Structures et constructions à base de bois

L'utilisation du bois pour les structures porteuses, les bâtiments à haute efficacité énergétique, les infrastructures et les meubles constitue actuellement la principale valorisation matérielle du bois. Afin d'augmenter la compétitivité du bois en tant qu'alternative aux matériaux d'origine fossile, ce secteur doit toutefois encore être développé.

Les projets de recherche de ce module se consacrent entre autres aux procédés industriels de production et de construction, aux techniques alternatives d'assemblage ainsi qu'à l'amélioration qualitative des constructions à base de bois.

Projet 21 :

Dimensionnement des assemblages par collage dans la construction en bois

L'architecture moderne faisant appel aux ouvrages en bois s'engage clairement dans la voie des «formes libres», pour lesquelles les éléments d'assemblage mécaniques d'aujourd'hui ne satisfont pas à toutes les exigences. Les assemblages par collage constituent une meilleure alternative. L'élargissement de l'éventail des applications futures de ces assemblages nécessite le développement d'un concept de dimensionnement fiable qui couvre tous les types classiques de charge pertinents dans la pratique. Till Vallée (Ecole d'ingénieurs et d'architectes, Fribourg) et son équipe de recherche réévaluent la chaîne d'information correspondante en vue d'une transposition vers un outil de conception orienté vers la pratique.

Projet 22 :

Nouveaux types de structures porteuses de haute fiabilité en bois de hêtre

Bien que le bois de hêtre possède de très bonnes propriétés mécaniques, il est à ce jour principalement utilisé comme bois-énergie. L'enjeu du projet dirigé par Andrea Frangi (ETH Zurich) est de développer de nouveaux types de structures porteuses en bois de hêtre, de haute fiabilité et de qualité supérieure, en se rapprochant d'un matériau idéal qui posséderait la «résistance et la fiabilité de l'acier et la durabilité du bois».

Projet 23 :

Construction de planchers en bois dur à l'acoustique optimisée

Dans les bâtiments en bois à plusieurs étages, quand les occupants marchent ou sautent, ou encore quand ils utilisent leurs «home cinemas», ils génèrent des

fréquences graves qui incommode souvent les voisins. Pour obtenir une insonorisation comparable à celle des constructions en dur, l'équipe de Luboš Krajčí (EMPA) développe une nouvelle construction de planchers en bois dur présentant une insonorisation améliorée des graves, ainsi qu'un instrument d'optimisation sur plusieurs dimensions de cette construction.

Projet 24 :

Ouvrage porteur en bois résistant aux séismes pour bâtiments à plusieurs étages

Le comportement en cas de séismes ou de vents violents des assemblages et des éléments muraux des bâtiments en bois à plusieurs étages constitue le cœur de ce projet dirigé par René Steiger (EMPA). Les chercheurs mettent au point une structure porteuse optimisée à l'aide d'une méthode de dimensionnement

basée sur la déformation. Les résultats des travaux peuvent contribuer à améliorer la compétitivité du bois en tant que matériau et à augmenter la fiabilité et la sécurité des bâtiments à plusieurs étages et à en réduire le coût.

Projet 25 :

Assemblage assisté par robot de structures porteuses complexes en bois

A l'aide de robots, des éléments de base simples sont assemblés pour former des structures porteuses complexes en bois, de manière précise et efficace. Ce mode d'assemblage permet de développer des techniques de construction alternatives auxquelles se prêtent également des matériaux de qualité moindre. L'autre avantage est l'intégration de propriétés conceptuelles et de fabrication. L'équipe de recherche de Matthias Kohler (ETH Zurich) va analyser les répercussions

que des processus numériques de conception et de fabrication peuvent avoir sur le secteur de la construction en bois de l'avenir.

Projet 26 :

Bois et béton de bois allégé: les matériaux de demain?

Aujourd'hui, les produits à base de bois liés au ciment sont surtout utilisés à des fins autres que porteuses, par exemple comme plaques d'insonorisation ou de protection contre le feu. Le béton de bois allégé pourrait pourtant tout aussi bien entrer dans de nouvelles compositions destinées aux éléments de plafonds et de murs. Daia Zwicky (Ecole d'ingénieurs et d'architectes, Fribourg) et son équipe de recherche développent des mélanges de béton allégé faisant intervenir différentes composantes de bois prétraité et vérifient leur adéquation en tant que

matériau porteur. A partir des résultats, ils déduisent des approches de dimensionnement proches de la pratique.

Module 6 :
Analyse du cycle de vie des flux de matières à base de bois

Les analyses dynamiques des flux de matières donnent actuellement des informations essentielles nécessaires à l'utilisation des ressources renouvelables. L'évaluation comparative de la capacité de stockage de CO₂ du bois et du potentiel de substitution du bois – dans ses utilisations chimiques, énergétiques, en tant que composants de bois ou matériau de construction – est par exemple particulièrement édifiante.

L'analyse du flux de matière lié au cycle de vie du bois constitue un module transversal du PNR 66. Sur la base d'une

concertation avec des projets d'autres modules et à l'aide de modèles sur le flux des matières, les chercheurs évaluent de manière globale les effets d'une application particulière. Le résultat escompté est un ensemble d'aides à la décision pour un management durable de la ressource bois dépassant la durée du PNR 66.

Projet 27 :
Wood2Chem : une plateforme informatique pour le développement de bio-raffinerie
Par sa composition et sa structure chimique complexe, la biomasse ligneuse permet de générer un grand nombre de produits à haute valeur ajoutée. L'équipe de François Maréchal (EPF Lausanne) va étudier le concept de bio-raffinerie. A l'aide d'une plateforme informatique, les chercheurs vont évaluer d'une manière systématique les configurations de

bio-raffinerie les plus prometteuses et valider les résultats par l'application à des études de cas industriels.

Projet 28 :
Exploitation écologique des ressources de bois en Suisse

Face à la hausse des prix des ressources et aux problèmes écologiques, une exploitation efficace du bois, concernant tant les matières que les applications énergétiques, s'impose. L'équipe de Stefanie Hellweg (ETH Zurich) développe un logiciel permettant de tester les technologies dans la phase précoce de leur développement au regard de leur impact écologique. Les chercheurs examinent le bois tout au long de son cycle de vie : de la sylviculture à la production, en passant par ses multiples usages (utilisation en cascade) jusqu'à sa valorisation énergétique.

Le dialogue et la mise en réseau comme facteurs de succès

Le transfert de connaissances et de technologie est un point central du NFP 66. De ce fait, le comité de direction tient à ce que les groupes de recherche nouent des liens avec des partenaires issus de la pratique et de l'économie. Une grande importance sera ainsi attachée à la mise en réseau des chercheurs entre eux et avec les acteurs principaux. De plus, le PNR 66 a pour but de sensibiliser la politique à la création de conditions cadres favorables à une gestion optimale du bois.

Le PNR 66 a comme objectif de faire connaître les résultats de recherche pour une meilleure valorisation du bois à l'industrie suisse (PME et grandes entreprises). Il veut ainsi favoriser les échanges entre les chercheurs et l'industrie afin d'assurer le transfert de connaissances et de technologie vers la filière bois et les autres branches intéressées. A ce but, les principales plateformes et services de transfert de

technologie devront être sollicitées. Pour la bonne mise en œuvre de cet objectif, le président du comité de direction et le chargé du transfert de connaissances et de technologie (TCT) sont conseillés par un « advisory-board », composé de délégués des principales parties prenantes de la filière bois.

Mise en pratique des projets de recherche
Le potentiel de mise en pratique et l'impli-

cation de partenaires industriels furent utilisés comme critères de sélection lors de la soumission des projets de recherche. Les groupes de recherche sont invités à prendre en compte dès le début du projet les perspectives de réalisations économiques et de veiller à la mise en pratique par étapes des résultats obtenus. Les « site visits » planifiés ont pour but d'aborder avec les équipes de recherche les problématiques liées à la coopération, la mise en œuvre et la communication. Le chargé du TCT soutient en cas de besoin les chercheurs dans leurs efforts de mise en réseau.

Collaboration étroite avec la Commission pour la technologie et l'innovation

Le Fonds national suisse et la Commission pour la technologie et l'innovation CTI de la Confédération coordonnent de concert le PNR 66. La CTI met ses

services et instruments d'encouragement pour une recherche axée sur la pratique à disposition du programme et contribue ainsi significativement à la coopération et au transfert de connaissances entre chercheurs et industrie/PME.

Au cours des trois premières années, le PNR 66 donne volontairement également une place à des projets de recherche pour lesquels la mise en pratique future est encore incertaine. Pendant la deuxième phase du projet, le FNS n'encouragera plus que les projets ayant un grand potentiel de développement d'applications pratiques ou ayant de bonnes chances d'obtenir un financement du CTI en tant que projets de coopération avec l'industrie.

Mise en réseau des chercheurs

Le PNR 66 favorise les échanges entre les chercheurs, notamment avec la tenue

de colloques annuels, pendant lesquels les chercheurs pourront se présenter mutuellement leurs projets et débattre sur les synergies entre leurs travaux. Le chargé du TCT peut également soutenir les chercheurs dans leurs efforts de prise de contact entre eux ou avec les principales parties prenantes. A ceci s'ajoutent les concertations et les échanges internes aux différents modules.

Sensibilisation de la politique et de l'économie forestière

Un objectif important du transfert de connaissances et de technologie est de sensibiliser la politique, les autorités et les organisations non-gouvernementales (ONG) à toutes les possibilités de valorisation intelligente du bois. Le PNR 66 cherche ainsi particulièrement le dialogue avec la politique et l'économie forestière afin de déterminer les mesures

(par exemple de réglementation générale) en faveur d'une gestion optimisée du bois. Le PNR 66 a également pour but de lancer le débat sur de nouvelles stratégies de propriétaire en matière d'économie forestière.

Termes clés

Biomasse Masse globale de toutes les matières d'origine organique telles les plantes, les animaux et leurs déchets et résidus ainsi que les matières obtenues par transformation, telles le papier, la cellulose, etc.

Bio-raffinerie Installation industrielle dans laquelle la *biomasse* est transformée en divers produits tels des aliments, des produits chimiques, du carburant, de la chaleur, de l'électricité, etc.

Cellulose Matériau d'ossature contenu dans les parois cellulaires des plantes supérieures. Polysaccharide (sucre complexe) à longue chaîne insoluble dans l'eau, composé d'une multitude de molécules de glucose. Celles-ci composent des fibres flexibles et résistantes à la déchirure, assurant la résistance à la traction des tissus végétaux.

Composite de fibres *Matériau composite* résistant à la traction et à la flexion, composé de fibres renforçantes et d'une matrice qui assure la cohésion de la structure.

Délicignification Terme générique pour les procédés biologiques et chimico-techniques permettant de détacher la *lignine* des fibres ligneuses.

Dérivés du bois Produits issus du dépeçage du bois et d'un réassemblage ultérieur (par ex. contreplaqué, lamibois, panneaux de fibres ou de particules).

Dimensionnement Méthode de calcul dans l'ingénierie pour déterminer les caractéristiques matérielles nécessaires à un dimensionnement optimal des éléments de construction en matière de capacité de charge.

Fermentation Transformation des matières organiques en

milieu anaérobie ou aérobie par des microorganismes, des enzymes resp. des cultures cellulaires végétales ou animales.

Gaz de bois Gaz de synthèse inflammable obtenu lors de la gazéification du bois, valorisé énergétiquement ou matériellement (combustion ou matière première pour biocarburants ou produits chimiques). Après *méthanation* et conditionnement, le gaz de bois peut être introduit dans le réseau de gaz naturel en tant que *gaz naturel synthétique*.

Gaz naturel synthétique (GNS) Substitut du gaz naturel produit à base de charbon ou de *biomasse* par l'intermédiaire du gaz de synthèse (syngas).

Hémicelluloses Éléments constitutifs principaux (avec la *cellulose* et la *lignine*) des parois cellulaires végétales, composés de polysaccharides (sucres complexes) à courte chaîne insolubles dans l'eau. En association avec la lignine, elles solidifient la structure de cellulose des parois végétales.

Lignine Composant intégral des parois cellulaires des plantes arborescentes. En tant que matériau d'ossature et polymère durci, la lignine apporte rigidité et résistance à la pression aux parois cellulaires.

Lignocellulose Composée de *cellulose*, d'*hémicelluloses* et de *lignine*, la lignocellulose constitue la paroi cellulaire des plantes arborescentes. Elle est à la base de leur structure solide, dans laquelle les interstices entre les fibres flexibles et résistantes de *cellulose* sont remplis par les polymères denses et rigides de *lignine*.

Matériau composite Matériau fabriqué à partir de diverses matières premières solidement liées entre elles.

Méthanation Réaction chimique pendant laquelle le mon-

oxyde (CO) ou le dioxyde de carbone est transformé en méthane. Le *gaz naturel synthétique (GNS)* peut être obtenu par la méthanation de gaz à forte teneur de CO.

Mobilisation des bois Terme d'économie forestière désignant l'ensemble des mesures accroissant l'exploitation du bois et la quantité de bois valorisée économiquement.

Nanocomposite *Matériau composite* contenant entre autres des particules ou structures de taille nanométrique ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

Nanofibres de cellulose Fibres issues des plantes (bois) ou de la cellulose avec un diamètre inférieur à 100 nm, contribuant au renforcement des *polymères* et à la stabilité mécanique des *matériaux composites*.

Nanoparticules Particules avec un diamètre de quelques nanomètres. Les nanoparticules ont généralement des caractéristiques différant de celles du même matériel d'une plus grande échelle et disposent d'une superficie fortement accrue.

Polymères Composés essentiellement organiques constitués d'un grand nombre d'unités moléculaires de base (monomères) liées entre elles. La *cellulose*, les *hémicelluloses* et la *lignine* font partie des hauts polymères (polymères composés de nombreuses unités).

Produits chimiques verts Produits chimiques fabriqués en majeure partie avec des matières premières (*biomasse*) et des ressources renouvelables.

Tanins Substances actives tannantes extraites de plantes riches en éléments tannants, notamment utilisées dans diverses applications industrielles (encre, liants, médicaments, etc.).

Déroulement et organisation du programme

Le PNR 66 « Ressource bois » dure jusqu'à fin 2016 et se compose de deux phases de trois puis deux ans. Dans la deuxième phase ne seront encouragés que les projets ayant un grand potentiel de mise en pratique. Les rapports finaux sont attendus pour 2017.

Zeitplan

2012–2015: 1 ^{ère} phase de recherche	
Janvier 2012 :	début des travaux de recherche (1 ^{ère} mise au concours)
Janvier 2012 :	2 ^{ème} mise au concours
Mars 2012 :	kick-off meeting
Juin 2012 :	début des travaux de recherche (2 ^{ème} mise au concours)
Été 2013 :	1 ^{ère} «summer school» du PNR 66
Janvier 2015 :	rapports finaux des projets d'une durée de 3 ans
2015–2016: 2 ^{ème} phase de recherche	
Été 2015 :	2 ^{ème} «summer school» du PNR 66
Décembre 2016 :	clôture des projets de recherche
2017 :	cérémonie de clôture, rapport final

Participants

Comité de direction

Dr Martin Riediker
(président), CH

Prof. Charlotte Bengtsson

SP Trätekt, «Wood Technology and wood in construction», SP Technical Research Institute of Sweden, Borås, S

Prof. Alain Dufresne

Ecole d'ingénieurs en sciences du papier, de la communication imprimée et des biomatériaux, PAGORA, Institut polytechnique de Grenoble, F

Prof. Birgit Kamm

Forschungsinstitut Bioaktive Polymersysteme, Teltow, D

Dr Jakob Rhyner

Universität der Vereinten Nationen (UNU), Bonn, Vizerektor in Europa (UNU-ViE) und Direktor des UNU-Instituts für Umwelt und menschliche Sicherheit (UNU-EHS), D

Prof. Liselotte Schebek

Fachgebiet Industrielle Stoffkreisläufe an der Technischen Universität Darmstadt und Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse am Karlsruher Institut für Technologie, D

Prof. Alfred Teischinger

Institut für Holzforschung, Universität für Bodenkultur (BOKU) Vienne, A

Prof. Philippe Thalmann

Laboratoire de recherches en économie et management de l'environnement, EPF Lausanne, CH

Déléguée de la division IV du Conseil national de la recherche

Prof. Nina Buchmann
Institute of Agricultural Sciences, ETH Zurich, CH

Observateur de l'administration fédérale

Rolf Manser
chef de la Division Forêts, Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne, CH

Coordination du programme

Dr Barbara Flückiger Schwarzenbach
Fonds national suisse FNS
Wildhainweg 3
CH-3001 Berne
T : +41 (0)31 308 22 22
M : pnr66@snf.ch

Chargé du transfert de connaissances et de technologie

Thomas Bernhard
IC Infraconsult SA
Eigerstrasse 60
CH-3007 Berne
T : +41 (0)31 359 24 24
M : icag@infraconsult.ch

Le Fonds national suisse de la recherche scientifique

Le Fonds national suisse (FNS) est la principale institution d'encouragement de la recherche scientifique en Suisse. Sur mandat de la Confédération, il encourage la recherche fondamentale dans toutes les disciplines, de la philosophie à la biologie en passant par la médecine et les nanosciences.

Il a essentiellement pour mission d'évaluer la qualité scientifique des projets déposés par les chercheurs. Grâce à un budget de quelque 700 millions de francs, le FNS soutient chaque année près de 3000 projets auxquels participent environ 7000 scientifiques.

Pour commander d'autres exemplaires de cette brochure :

Fonds national suisse
Wildhainweg 3
Case postale 8232
CH-3001 Berne
Tél. : +41 (0)31 308 22 22
Fax : +41 (0)31 305 29 70
E-mail : pnr66@snf.ch

www.fns.ch
www.pnr66.ch

Mars 2012

Editeur
Programme national de recherche PNR 66

Fonds national suisse de la recherche scientifique
Wildhainweg 3
Case postale 8232
CH-3001 Berne

Rédaction
Thomas Bernhard, Krisztina Beer-Tóth (IC Infraconsult),
Regine Duda (FNS)

Graphique
grafik design meili, Wetzikon

Photos ©
Titre, voir (de g. à d.) pages 17, 18, 24, 5, 20, 23, 12 et 17
Page 5, Twellmann, Münsingen/LIGNUM ;
Victor Zastol'skiy, Fotolia
Page 6, Michael Neuhauß, Fotolia
Page 8, Bauwerk Parquet, St. Margrethen/LIGNUM ;
Renggli, Sursee/LIGNUM
Page 12, Meuter, Zurich/LIGNUM ; Architektur und
Baumanagement SA, Dallenwil/LIGNUM
Page 14, Niemz, ETH Zurich/LIGNUM
Page 17, American Society of Plant Biologists ;
Niemz, ETH Zurich/LIGNUM
Page 18, Kang, CHIP Fotowelt
Page 20, Grützmacher, ETH Zurich
Page 23, UPM Helsinki ; POST/LIGNUM
Page 24, Corinne Cuendet, Clarens/LIGNUM ;
Pilatus Aircraft SA, Stans/LIGNUM