

• Finitions extérieures

Cette fonction s'attache à améliorer la durabilité des systèmes bois - finition pour permettre au matériau bois de conserver des parts de marché par rapport à d'autres matériaux comme le PVC ou le métal.

Pour améliorer les performances de tenue du complexe bois - finitions, les axes d'étude portent sur les différents composants du système : le bois, la finition et l'interface bois - finition.

• Finitions intérieures

Aujourd'hui, les recherches dans le domaine des finitions intérieures s'articulent principalement autour de l'amélioration des performances à l'application et à l'usage des systèmes de finition, avec la préoccupation de satisfaire aux exigences de réduction des effluents gazeux et solides, liées au respect de l'environnement. Cette démarche vise également l'amélioration de la productivité et l'économie d'énergie.

Les moyens humains consacrés à cette fonction en 1997 sont de 3,7 équivalents temps plein (5500 heures de chercheurs et techniciens).

Finitions extérieures

Dans le domaine des finitions extérieures, plusieurs axes sont étudiés :

Étude des produits de finition et de leur comportement :

Les efforts concentrés sur cet axe ces dernières années ont permis de mieux comprendre les vieillissements des produits et d'apporter des améliorations en termes de formulations.

Étude de l'interface bois-finition :

Les phénomènes mis en jeu sont encore mal connus et difficiles à étudier.

Prétraitement du bois :

Les variations dimensionnelles du support bois sollicitent la finition et provoquent à terme sa dégradation. Des traitements de stabilisation du support sont étudiés en laboratoire, mais doivent être adaptés pour appliquer une finition, permettre l'adhérence du polymère et sa tenue propre, puisque la compatibilité entre ces prétraitements du bois et les revêtements de surface n'est pas toujours assurée.

Méthodes d'essais :

Seuls des essais de vieillissement naturel permettent d'appréhender avec le plus de certitude la durabilité des finitions, mais nécessitent des durées importantes d'exposition. Divers appareils de vieillissement artificiel existent et conduisent à réduire

les durées d'essai par rapport au vieillissement naturel. Cependant, les cycles utilisés ne sont pas toujours adaptés au bois, les résultats alors obtenus ne s'inscrivent pas dans un taux de probabilité maximum.

Protection de l'environnement :

Ces aspects sont traités dans la fonction Environnement. En ce qui concerne la réduction des composés organiques volatils, la finition est concernée puisqu'un grand nombre de produits sont encore actuellement à base de solvant. Les évolutions se font par le développement et l'utilisation de produits en phase aqueuse ou de produits solvants à haut extrait sec.

Étude de transfert technologique :

Il s'agit d'utiliser les connaissances et les résultats acquis au travers des différents programmes de recherche et d'en faire bénéficier les professions concernées (secteur bois et secteur finition).

■ Amélioration de la durée de vie des finitions transparentes pour bois à faible impact environnemental - « WEXCO »

Partenariat :

Consortium d'industriels : ZTB (ES), Pasquet (FR), Pellerin (FR), GEPILB (FR), Laminados Basa(es) (ES), Tronkasa (ES), Piceni (IT), Irurena (ES), Kupsa (ES), Impregna (ES) ;

Fournisseurs R&D : CIDEMCO (ES) (coordinateur), ITL (IT), CTBA
Financement : CE - Brite-Euram/CRAFT, consortium d'industriels
Durée : 3 ans (1992-95)

Chef de projet CTBA : Laurence Podgorski, Pôle Construction
Rapport disponible sur demande

Les travaux de cette étude se sont terminés fin 1995, mais les essais de vieillissement naturel se sont poursuivis jusqu'en 1997. Les différentes phases de l'étude ont consisté à caractériser différentes matières premières du marché (résines, additifs, pigments...) afin de sélectionner les plus performantes. Des formulations en phase aqueuse ont alors été réalisées ainsi que des formulations solvant en tant que références. Ces finitions ont ensuite été associées à différents traitements de stabilisation : thermique ou chimique. Les premiers essais de vieillissement artificiel ont permis de sélectionner les systèmes les plus prometteurs, à savoir :

- deux prétraitements chimiques appliqués par « autoclave » : le premier à base de résine alkyde et le second avec une solution de polyéthylène glycol 400 (PEG),
- des lasures en phase aqueuse et une en phase solvant.

Ces systèmes appliqués dans des conditions semi-industrielles ont été exposés sur trois sites de vieillissement naturel en Espagne, en France et en Italie.

Après un an de vieillissement selon une exposition à 45° face au sud, sud-ouest, les éprouvettes avec le prétraitement de type alkyde se comportent d'une manière satisfaisante. Pour le prétraitement à base de PEG, deux systèmes présentent des

craquelages et des déformations du bois sur les trois sites d'exposition. Après analyse de ces observations, il est apparu que le traitement à partir du PEG devait être optimisé pour éviter des problèmes :

- de séchage du traitement lui-même, mais également de celui des finitions appliquées dessus,
- de rugosité de surface du bois, qui induit une irrégularité d'application de la finition,
- d'interface entre prétraitement et finition qui réduit l'adhérence des finitions sur le matériau.

En conclusion, il a été décidé de poursuivre les vieillissements naturels et de conforter l'idée du prétraitement à partir du PEG en optimisant les paramètres (voir ci-après l'étude *Adhérence des revêtements sur bois traités PEG à l'extérieur - « ARPÈGE »*).

■ Transposition du traitement « plasma » de l'industrie textile au traitement de surface du bois pour améliorer l'adhérence des finitions et colles

Partenariat : CTBA (coordinateur), ITF-Lyon

Financement : Ministère de l'Industrie

Durée : 2 ans (1995-97)

Chef de projet CTBA : Laurence Podgorski, Pôle Construction
Rapport disponible sur demande

Ce transfert de technologie devrait conduire à améliorer la durabilité d'un système bois-finition, utilisé en extérieur, en favorisant l'accrochage du revêtement par un traitement d'activation de surface tel le traitement plasma, notamment utilisé dans l'industrie textile.

Le traitement plasma doit également améliorer l'adhérence des colles utilisées dans l'industrie du bois et permettre ainsi l'obtention d'ouvrages en bois plus performants.

La première phase de l'étude a consisté à trouver les gaz les plus appropriés pour le bois ainsi que les paramètres de traitements (temps, pression, puissance...) les plus favorables à l'augmentation de l'énergie de surface du matériau. Au terme de cette étape, trois gaz ont été sélectionnés pour leur efficacité à augmenter la polarité superficielle du bois. Les traitements obtenus sont stables durant une semaine, voire quinze jours pour certains gaz. Les gaz retenus ont été appliqués sur différents bois, dont des bois traités thermiquement et affaiblis quant à leurs propriétés de surface. Le traitement plasma sur de tels bois permet de retrouver des caractéristiques superficielles intéressantes.

L'influence des plasma retenus sur le collage et la finition des bois a été étudiée. Les performances des collages sur bois traités plasma atteignent un niveau satisfaisant par rapport aux exigences des normes en vigueur. Il n'a pas été relevé d'amélioration due au traitement comparativement à un témoin, ceci vraisemblablement du fait de la trop faible humidité des bois traités plasma au moment du collage.

Il n'a pas été constaté d'effet probant du plasma sur l'adhérence et le comportement des finitions testées qui atteignent un niveau équivalent à celui obtenu sur bois non traité plasma. D'une part, le vieillissement n'a pas pu être poursuivi suffisamment longtemps, d'autre part les produits choisis sont vraisem-

blablement trop performants dès le départ et masquent certainement l'effet du traitement. Des tests complémentaires doivent être menés pour conclure définitivement sur ce type de technologie.

■ Adhérence des revêtements sur bois traités PEG à l'extérieur - « ARPÈGE »

Partenariat : CTBA

Financement : ADEME

Durée : 2,5 ans (1995-97)

Chef de projet CTBA : Laurence Podgorski, Pôle Construction
Rapport disponible sur demande

Des études précédentes menées au CTBA et à l'Université de Nancy ont confirmé l'intérêt du PEG pour stabiliser le bois dont les variations dimensionnelles sont en partie responsables des faibles durabilités des finitions. Les résultats jusqu'ici disponibles ont été obtenus en laboratoire. Il est nécessaire de les valider dans une optique d'utilisation industrielle, tout en essayant d'optimiser l'utilisation de ce type de produit. De plus, certaines informations - telles que la compatibilité d'un traitement de stabilisation au PEG avec un traitement de préservation ou une opération de collage - ne sont pas disponibles dans la littérature. C'est ce qui constitue l'objectif de cette étude.

Le PEG peut être ajouté dans un primaire de finition en phase aqueuse pour réduire les étapes de fabrication, tandis qu'une incompatibilité de ce composé avec un primaire en phase solvant a pu être notée. Lors d'essais de vieillissement sur un système en phase aqueuse, il a été constaté une amélioration de comportement lorsque le système contenait du PEG. Il s'agit d'un net progrès par rapport aux études précédentes, où la compatibilité du PEG, certainement ajouté en trop grande quantité, gênait le bon comportement de la finition.

Le traitement des bois par le PEG avant l'opération de collage perturbe fortement l'adhésion de la colle. Il faut donc traiter les bois au PEG après collage, puisque dans ce cas il n'a pas été montré d'influence néfaste du traitement sur la qualité des collages réalisés.

Enfin, la compatibilité du PEG avec un produit de préservation en phase aqueuse et un produit en phase solvant a été vérifiée. Il a été constaté que le PEG était parfaitement miscible et compatible avec le produit de préservation en phase aqueuse. Par contre, il n'est pas compatible avec le produit en phase solvant et, dans ce cas, un traitement en deux étapes doit être réalisé : imprégnation par le produit de préservation, puis imprégnation au PEG, ou vice versa. D'autre part, le PEG réduit la pénétration des pesticides et augmente la délavabilité des biocides.

En résumé, par rapport aux trois opérations que sont la préservation, le collage, la finition, et pour réduire les étapes de traitement, il est préférable d'ajouter le PEG au niveau du primaire de finition.

■ Tenue des finitions extérieures pour constructions en bois - « FIBAREX »

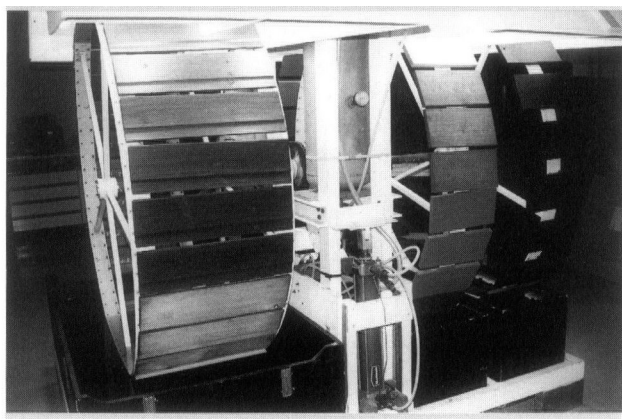
Partenariat : CEBTP (coordinateur), CTBA

Financement : FNBAT

Durée : 1,5 an (1995-97)

Chef de projet CTBA : Marie-Lise Roux, Pôle Construction
Rapport disponible sur demande

Etude comparative de systèmes lasures aqueuses et solvants sur trois supports : pin sylvestre traité CCA ou non et western red cedar.



Cette étude en deux volets a pour but d'informer les professionnels sur l'utilisation pratique des finitions pour bois en extérieur et de les guider dans le choix des produits les plus performants.

La première phase de l'étude concerne :

- la rédaction d'un document à caractère bibliographique décrivant les règles de mise en œuvre des lasures sur bois,
- des essais pratiques sur des maquettes de vêtements bois pour apprécier l'applicabilité des produits de finition en termes de facilité de mise en œuvre, consommation de produits, durée de séchage, aspect fini, et ce essentiellement pour des produits en phase aqueuse.

L'objectif du second volet est de faire le point sur la durabilité de différents systèmes de lasures transparentes ou opaques par des essais comparatifs de vieillissement accéléré.

Les différents critères à prendre en compte pour une optimisation de la durabilité des systèmes bois - finitions sur des constructions en bois sont : type de support, préparation de surface, compatibilité avec la préservation, choix du système de finition, mise en œuvre de la ou des finitions, exposition de l'ouvrage et protections architecturales. Il reste que le principe de base est de prendre en compte l'entretien de l'ouvrage dès la construction et de le faire valider par le maître d'ouvrage, ce

qui entraînera de fait le choix des paramètres cités ci-dessus dans un objectif de conservation du support et de l'aspect choisi.

Les essais pratiques d'applicabilité des finitions¹ montrent :

- une amélioration importante des produits aqueux par rapport à leur défauts initiaux (difficulté de mise en œuvre, rendement surfacique difficile à atteindre, aspect pauvre ...),
- l'amélioration des formulations des produits (lasures ou peintures) ainsi que l'adaptation de l'outillage et la formation du personnel ont permis aux produits aqueux d'être comparés positivement aux produits solvants classiques.

Il restait à vérifier que la durabilité des systèmes aqueux (séchage par évaporation) est égale ou supérieure à celle des produits solvants de type alkyde (séchage par oxydation). Ce point a été abordé dans le second volet de l'étude. Pour ces essais comparatifs, on a choisi six systèmes dont cinq aqueux et un solvant sur trois types de supports : pin sylvestre traité CCA ou non et western red cedar.

Les produits à l'eau se comportent très bien. Seuls un aspect plus laiteux et du « blocking » résiduel les différencient des produits solvants. Les supports choisis montrent que la durabilité des systèmes est identique sur bois traité ou non et que le western red cedar, considéré comme difficile, peut être maîtrisé à condition de choisir une première couche adaptée.

■ Une méthode fiable de vieillissement artificiel des finitions bois - « ARWOOD »

Partenariat :

Partenariat recherche : CTBA (coordinateur), BRE (GB), WKI (DE), VTT (FI), TRÅTEK (SE), EMPA (CH), CC (DK), NIT (NO), RUG (BE), AITIM (ES)

Partenariat industriels : Tikkurila Paints Oy (FI), ICI Paints (GB), Gori-Dyryrup (DK), CECIL (FR)

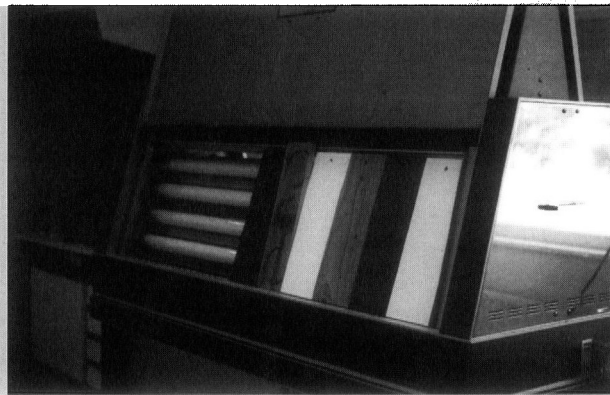
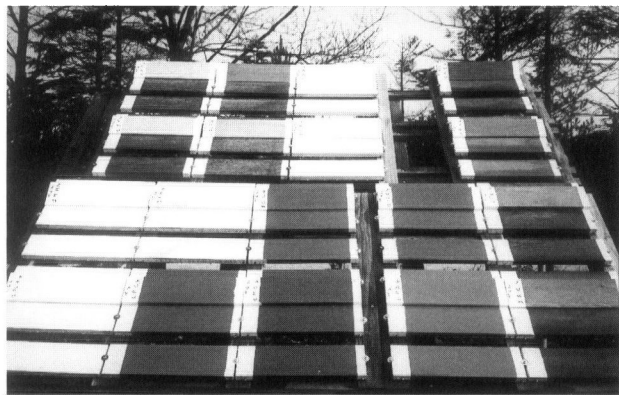
Financement : CE - Normes, Mesures et Essais

Durée : 3,5 ans (1996-2000)

Chef de projet CTBA : Marie-Lise Roux, Pôle Construction

¹ Onze systèmes au total pour huit sociétés différentes avec six systèmes aqueux, trois systèmes alkydes et deux mixtes.

Mise au point de la méthode européenne de vieillissement accéléré sur finitions bois : utilisation du vieillissement naturel pour valider les résultats obtenus au QUV modifié.



Le vieillissement accéléré joue un rôle important dans le développement de nouveaux systèmes de finition. Il permet d'évaluer les performances des produits beaucoup plus rapidement qu'en vieillissement naturel. Cependant, il n'existe pas de méthode normalisée applicable au support bois. Cette étude, effectuée à la demande du groupe de travail WG 2 chargé des finitions extérieures pour bois du CEN-TC 139, a donc pour objectif la mise au point de la méthode de vieillissement accéléré pour les finitions bois. Le développement du test doit respecter un critère économique, à savoir l'utilisation d'un appareil accessible à des petites et moyennes entreprises.

Le programme prévoit de faire le point sur les outils actuellement utilisés comme le weather-ometer et la roue, puis de développer un cycle dans un QUV (à base de lampes fluorescentes) modifié par l'ajout de « spray » (pulvérisation d'eau), appareil qui répond au critère économique cité ci-dessus. Pour mettre au point la méthode, on a retenu le pin sylvestre comme essence et cinq systèmes de finition représentatifs des grandes familles : peintures et lasures respectivement en phase aqueuse et phase solvant. Quand le cycle sera développé, il sera testé sur d'autres substrats : résineux, feuillus, contreplaqué et sur d'autres types de produits ou caractéristiques de produits : épaisseurs, couleurs...

Pour valider la méthode, des essais de vieillissement naturel sont réalisés sur les mêmes échantillonnages sur sept sites européens localisés depuis la Finlande jusqu'en Espagne en passant par le Danemark, la Grande Bretagne, l'Allemagne, la Suisse, et le sud de la France.

Les premiers échantillonnages ont été réalisés et validés. Les tests prévus sur les matériels actuels, weather-ometer et roue, ont été effectués et, dans le même temps, huit cycles différents ont été testés dans des QUV en faisant varier les paramètres : UVA (340 ou 351 nm), température (froid ou non), durée d'UV comparativement à celle de l'humidité (condensation ou eau liquide). Les vieillissements naturels ont débuté sur les 7 sites concernés ; des relevés sont effectués tous les 3 mois.

■ Menuiseries industrielles bois : état de l'art de la finition en Europe - « FINEURO »

Partenariat : CTBA (coordinateur), SNFMI (FR) (menuiseries industrielles), Akzo Nobel (FR), BASF Peintures (FR et DE), Cécil (FR), Dyrup-Gori (DK), Hickson Coatings (FR, NL et IT), LARCO (DK), PPG (FR), Sigma Coatings (NL) (fabricants de produits)

Vieillissement naturel sur petites menuiseries.



Financement : Industriel

Durée : 3 ans (1996-98)

Chef de projet CTBA : Marie-Lise Roux, Pôle Construction

Les objectifs de ces travaux sont de :

- dresser un état des lieux européen en matière de finitions industrielles sur le bois,
- sélectionner les systèmes qui permettent de répondre au marché français en termes de durabilité de cinq ans puis huit ans pour les finitions transparentes et de dix ans pour les finitions opaques.

Un cahier des charges rédigé en 1995 par le SNFMI et envoyé aux différents fabricants de produits européens a suscité une réponse de huit d'entre eux cités dans le partenariat.

La spécificité de cette étude est de tester en parallèle des éprouvettes moulurées et des petits châssis de fenêtres. Les applications ont été réalisées de façon industrielle ou approchée sur les essences représentatives du secteur (jusqu'à huit essences différentes), pour 35 systèmes de finition (transparentes pour la plupart, mais aussi opaques).

Les essais sont essentiellement :

- des essais de vieillissement accéléré sur éprouvettes,
- des essais de vieillissement naturel sur éprouvettes et sur menuiseries entières.

■ Prédiction de la durée de vie des finitions

Partenariat : CTBA (coordinateur), Laboratoire d'Étude et de Recherche sur le Matériau Bois (ENSTIB-Université Henri Poincaré)

Financement : ADEME

Durée : 2 ans (1996-98)

Chef de projet CTBA : Laurence Podgorski, Pôle Construction

Cette étude concerne la transposition des connaissances acquises sur des phénomènes de vieillissement des finitions à base alkyde aux nouveaux produits du marché répondant aux contraintes environnementales (produits en phase aqueuse, produits haut extrait sec...). Le but est de prédire le comportement de ces produits (durée de vie) à partir, notamment, des mesures de température de transition vitreuse (Tg) des finitions, en complément d'études précédentes.

Cinq systèmes de finition ont été choisis : alkyde et alkyde haut extrait sec phase solvant, alkyde acrylique et acrylique phase aqueuse. Après application sur pin sylvestre, les éprouvettes ont été exposées en vieillissements naturel et artificiel (roue et QUV modifié). Après différents temps de vieillissement, des éprouvettes sont retirées pour mesurer les températures de transition vitreuse. Ces mesures se poursuivent en 1998.

■ Finitions bois - Interactions

(Réseau thématique : phase d'implantation)

Partenariat : Bureau Otto Jansen & Partners (NL) (coordinateur), SHR (NL), CTBA

Financement : CE - TIM/Brite-Euram/RT

Durée : 6 mois (1997)

Chef de projet CTBA : Laurence Podgorski, Pôle Construction
Rapport disponible sur demande

L'utilisation du matériau bois est considérée comme importante en construction comme dans l'ameublement par tous les états européens. Mais son emploi est tributaire de la performance des systèmes bois - finitions à l'extérieur, comparativement à d'autres filières comme le métal et le plastique. Malgré de nombreux efforts des formulateurs et des utilisateurs bois, les solutions qui combinent respect de l'environnement et faible coût de maintenance ne sont pas encore optimales.

Il est donc nécessaire d'augmenter les liens entre les acteurs et les chercheurs des différents secteurs industriels concernés pour trouver plus rapidement des solutions qui répondent à ces critères. Le réseau a pour but de créer ces liens entre tous les partenaires.

Lors de cette première phase, les trois premiers partenaires ont constitué le réseau thématique « Bois-Finitions-Interactions » qui comprend maintenant 21 partenaires de dix pays différents : dix partenaires industriels (fabricants de matières premières et d'additifs, formulateurs, fabricants de menuiseries et d'agencement), huit organismes de recherche, deux universités et un consultant.

Pour couvrir toute la chaîne, un découpage en cinq grands thèmes a été fait comme suit (un coordinateur par thème) :

- adhérence et liaisons chimiques entre finitions et bois (aspects UV inclus),
- humidité, variations dimensionnelles et interface bois - finition,
- aspects microbiologiques liés aux finitions,
- techniques d'application - formation des films et dégradations des finitions sur bois,
- stratégies de marché et environnementale pour des finitions de longue durée de vie et à faible taux de composés organiques volatiles.

Finitions intérieures

■ Mise au point de résines aqueuses photopolymérisables par rayonnement UV - « URCURE »

Partenariat :

Consortium d'industriels : Synthésia (ES), Irurena (ES), Nabersa (ES), Azcue y Cia (ES), Mauri (IT), C. Schmidt (FR), Cray Valley (FR)

Fournisseurs R&D : CIDEMCO (ES) (coordinateur), CTBA, CSIC (ES)

Financement : CE - Brite-Euram/CRAFT, consortium d'industriels

Durée : 2 ans (1995-96)

Chef de projet CTBA : Yves-Noël Hacq, Pôle Ameublement

Rapport disponible sur demande

Les travaux ont consisté à caractériser les matières premières et les adjuvants, ainsi qu'à étudier de nouvelles familles de résines.

Les fabricants de vernis ont développé des formulations à partir de ces matières premières.

Ces vernis ont été évalués et comparés aux produits déjà sur le marché, puis validés chez le fabricant de meubles qui a pu

apprécier leurs caractéristiques par rapport à son cahier des charges interne.

■ Industrialisation de l'utilisation de revêtements à base de poudre sur les panneaux à base de bois

Partenariat : CTBA (coordinateur), Gautier, Poudroc, CETIAT, Cattinair

Financement : ADEME

Durée : 1,5 ans (1997-98)

Chef de projet CTBA : Yves-Noël Hacq, Pôle Ameublement

Cette étude, soutenue financièrement par l'ADEME, fait suite à la convention CTI signée avec le ministère de la Recherche en 1993-95 qui avait pour objectif de vérifier la faisabilité de l'application de peinture poudre sur un matériau reconstitué : le MDF.

Les premiers travaux engagés dans le cadre de cette nouvelle étape ont eu pour but la caractérisation des MDF les plus couramment rencontrés dans le domaine de l'ameublement en France.

Les campagnes d'essais réalisées ont permis d'étudier de nouvelles familles de poudres : les poudres à polymérisation sous rayonnement UV. Ces produits présentent un avantage significatif pour le support bois : leur basse température de fusion/polymérisation. Différents matériels d'application ont également été testés.

Parallèlement, la définition de l'installation pilote est en cours.

Publications

Grelier S., Castellan A., Desrousseaux S., Nourmamode A., Podgorski L.
Attempt to protect wood color against UV-Visible light by using antioxidants bearing isocyanate groups and grafted to the material with microwave
Holzforschung, Volume 51, N°6, p 511-518, 1997

Podgorski L., Roux M.L., Chevet B., Maguin J.
Modification de surface du bois pour l'amélioration des finitions
Eurocoat 97 Proceedings, Volume I, 55-169

Aseguinolaza V., Garmendia I., Roux M.L., Podgorski L.
Increasing service life of transparent wood exterior coatings: WEXCO programme - Comparison of artificial and natural weatherings
Eurocoat 97 Proceedings, volume I, 571-586

Dégliè X., Podgorski L., Roux M.L., Merlin A.
Wood surface modification to improve the durability of coatings
IUFRO All Division 5 Conference Proceedings, p. 156

Communications

Podgorski L., Roux M.L., Chevet B., Maguin J.
Modification de surface du bois pour l'amélioration des finitions
Eurocoat 97, Lyon, France, septembre 1997

Aseguinolaza V., Garmendia I., Roux M.L., Podgorski L.
Increasing service life of transparent wood exterior coatings: WEXCO programme - Comparison of artificial and natural weatherings
Eurocoat 97, Lyon, France, septembre 1997

Podgorski L., Merlin A.
Finition extérieure pour bois : analyse de la modélisation du vieillissement et nouvelle approche de la durabilité
12^{èmes} Journées d'études sur le vieillissement des polymères, Bandol, France, septembre 1997

Dégliè X., Podgorski L., Roux M.L., Merlin A.
Wood surface modification to improve the durability of coatings
IUFRO All Division 5 Conference, Washington State University, Pullman, Washington, USA, juillet 1997.

Le collage est une technologie de plus en plus utilisée dans tous les secteurs de l'industrie (automobile, aéronautique, bâtiment, ...). Dans l'industrie du bois, le collage permet d'ores et déjà d'obtenir des produits dont la stabilité dimensionnelle et la fiabilité physico-mécanique sont meilleures que celles du bois massif. De plus, il permet d'améliorer les rendements des matières premières, apportant ainsi un « plus » économique.

Aujourd'hui, le collage est amené à se développer en relevant d'autres défis. En effet, pour augmenter les emplois du bois, en particulier dans la construction, il faudra rapidement pouvoir assembler des matériaux de nature très différente, tout en garantissant des performances esthétiques, mécaniques, voire acoustiques et thermiques dans un contexte réglementaire et environnemental de plus en plus exigeant. L'objectif est la valorisation du bois par le collage, dans des applications structurales et non structurales.

Un important travail reste à faire pour identifier les possibilités d'assemblage par collage, caractériser le comportement physico-mécanique et fiabiliser les procédés de collage, aussi bien dans les ateliers de fabrication que sur les chantiers. Les actions du CTBA dans ce domaine portent principalement sur trois axes très liés :

Optimisation produits et surfaces

Cet axe regroupe, d'une part les études portant sur les modifications physico-chimiques apportées aux colles ou aux surfaces des matériaux à coller pour améliorer les caractéristiques du collage final, et d'autre part les études portant sur le développement de nouveaux adhésifs présentant un faible impact environnemental.

Collage multimatériaux

Ce thème concerne la mise au point du collage de matériaux de nature différente. L'approche globale de ce collage complexe amène à définir la colle pour l'application visée et à optimiser le procédé de mise en œuvre. Cette approche intègre aussi le développement de méthodes expérimentales (essais mécaniques, essais non destructifs), de méthodes d'analyse numérique pour la caractérisation mécanique et physico-chimique du matériau « composite » obtenu.

Procédés de collage

Il s'agit des études de mise au point ou de caractérisation de nouveaux procédés d'application des colles, ou des procédés d'accélération du collage.

Les moyens humains consacrés à cette fonction en 1997 sont de 1,3 équivalents temps plein (1900 heures de chercheurs et techniciens).

Optimisation produits et surfaces

- Utilisation des eaux de lavage contenant des colles aminoplastes dans le mélange collant ; influence sur la qualité finale du collage

Partenariat : CTBA

Financement : ADEME

Durée : 2,5 ans (1995-97)

Chef de projet CTBA : Calixte Blanchard, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

Dans les industries utilisatrices de colles, une importante quantité d'eau de lavage des matériels d'application est produite chaque jour. Le traitement de ces rejets coûte cher aux entreprises, de 1000 à 1500 F/m³. L'objectif de cette étude était de mettre au point une méthode de recyclage des eaux de lavage des encolleuses par la réintégration de ces rejets dans les mélanges collants. Ce procédé est déjà utilisé dans l'industrie des panneaux. Il faut l'adapter aux industries du lamellé-collé et de la menuiserie, et vérifier que le mélange collant obtenu conserve toutes ses performances.

D'un point de vue industriel, les nouveaux mélanges collants peuvent être appliqués sans contrainte dans les matériels d'application usuels, et les performances des produits correspondants sont tout à fait analogues à celles des produits fabriqués avec un mélange classique. La réutilisation des eaux de lavage contenant des colles UF dans des nouveaux mélanges collants après décantation est techniquement réalisable mais ne doit être envisagée que comme une mesure d'accompagnement dans une procédure de gestion des déchets.

Collage multimatériaux

- Performance du collage dans le génie civil bois

Partenariat : CTBA (coordinateur), LRBB, IRABOIS, CUST, ENSTIB, LFM, ESEM, Institut du Pin, CIRAD-Forêt

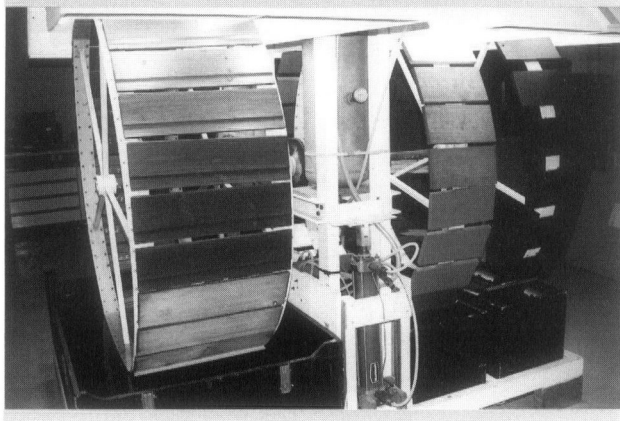
Financement : Ministère de l'Agriculture, ADEME

Durée : 2 ans (1997-99)

Chef de projet CTBA : Calixte Blanchard, Pôle Construction

La technique du collage représente un intérêt stratégique pour la filière bois à plusieurs titres : reconstitution de matériaux, assemblage dans la structure, assemblage sur l'enveloppe. De nombreux aspects sont encore mal maîtrisés par les spécialistes du génie civil bois : évolution de la formulation des colles, compréhension de la mécanique des interfaces, durabilité et durée de vie des collages, modernisation des méthodes expérimentales de caractérisation, dimensionnement et optimisation des assemblages collés. Ils sont plus ou moins fondamentaux et concernent tout ou partie des domaines d'application.

Etude comparative de systèmes lasures aqueuses et solvants sur trois supports : pin sylvestre traité CCA ou non et western red cedar.



Cette étude en deux volets a pour but d'informer les professionnels sur l'utilisation pratique des finitions pour bois en extérieur et de les guider dans le choix des produits les plus performants.

La première phase de l'étude concerne :

- la rédaction d'un document à caractère bibliographique décrivant les règles de mise en œuvre des lasures sur bois,
- des essais pratiques sur des maquettes de vêtements bois pour apprécier l'applicabilité des produits de finition en termes de facilité de mise en œuvre, consommation de produits, durée de séchage, aspect fini, et ce essentiellement pour des produits en phase aqueuse.

L'objectif du second volet est de faire le point sur la durabilité de différents systèmes de lasures transparentes ou opaques par des essais comparatifs de vieillissement accéléré.

Les différents critères à prendre en compte pour une optimisation de la durabilité des systèmes bois - finitions sur des constructions en bois sont : type de support, préparation de surface, compatibilité avec la préservation, choix du système de finition, mise en œuvre de la ou des finitions, exposition de l'ouvrage et protections architecturales. Il reste que le principe de base est de prendre en compte l'entretien de l'ouvrage dès la construction et de le faire valider par le maître d'ouvrage, ce

qui entraînera de fait le choix des paramètres cités ci-dessus dans un objectif de conservation du support et de l'aspect choisi.

Les essais pratiques d'applicabilité des finitions¹ montrent :

- une amélioration importante des produits aqueux par rapport à leur défauts initiaux (difficulté de mise en œuvre, rendement surfacique difficile à atteindre, aspect pauvre ...),
- l'amélioration des formulations des produits (lasures ou peintures) ainsi que l'adaptation de l'outillage et la formation du personnel ont permis aux produits aqueux d'être comparés positivement aux produits solvants classiques.

Il restait à vérifier que la durabilité des systèmes aqueux (séchage par évaporation) est égale ou supérieure à celle des produits solvants de type alkyde (séchage par oxydation). Ce point a été abordé dans le second volet de l'étude. Pour ces essais comparatifs, on a choisi six systèmes dont cinq aqueux et un solvant sur trois types de supports : pin sylvestre traité CCA ou non et western red cedar.

Les produits à l'eau se comportent très bien. Seuls un aspect plus laiteux et du « blocking » résiduel les différencient des produits solvants. Les supports choisis montrent que la durabilité des systèmes est identique sur bois traité ou non et que le western red cedar, considéré comme difficile, peut être maîtrisé à condition de choisir une première couche adaptée.

■ Une méthode fiable de vieillissement artificiel des finitions bois - « ARWOOD »

Partenariat :

Partenariat recherche : CTBA (coordinateur), BRE (GB), WKI (DE), VTT (FI), TRÅTEK (SE), EMPA (CH), CC (DK), NIT (NO), RUG (BE), AITIM (ES)

Partenariat industriels : Tikkurila Paints Oy (FI), ICI Paints (GB), Gori-Dyrup (DK), CECIL (FR)

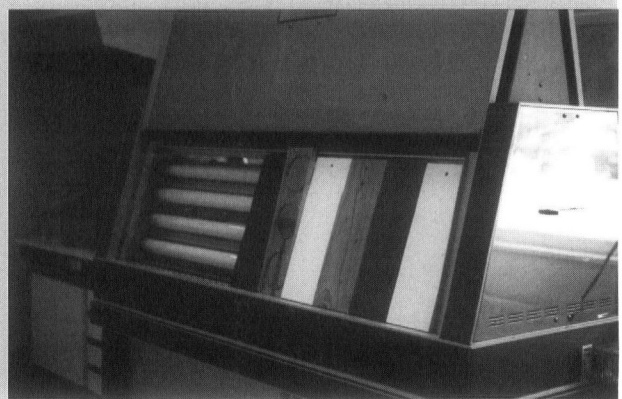
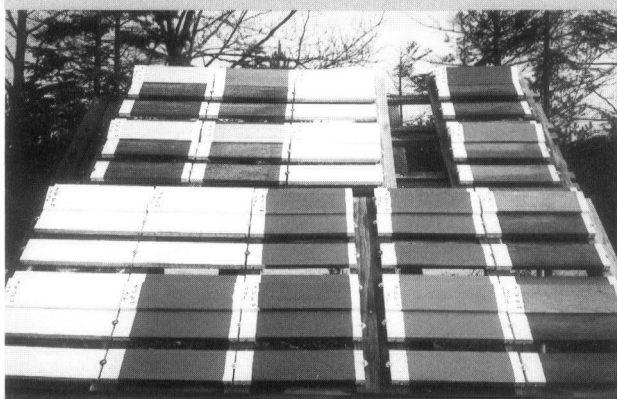
Financement : CE - Normes, Mesures et Essais

Durée : 3,5 ans (1996-2000)

Chef de projet CTBA : Marie-Lise Roux, Pôle Construction

¹ Onze systèmes au total pour huit sociétés différentes avec six systèmes aqueux, trois systèmes alkydes et deux mixtes.

Mise au point de la méthode européenne de vieillissement accéléré sur finitions bois : utilisation du vieillissement naturel pour valider les résultats obtenus au QUV modifié.



Le vieillissement accéléré joue un rôle important dans le développement de nouveaux systèmes de finition. Il permet d'évaluer les performances des produits beaucoup plus rapidement qu'en vieillissement naturel. Cependant, il n'existe pas de méthode normalisée applicable au support bois. Cette étude, effectuée à la demande du groupe de travail WG 2 chargé des finitions extérieures pour bois du CEN-TC 139, a donc pour objectif la mise au point de la méthode de vieillissement accéléré pour les finitions bois. Le développement du test doit respecter un critère économique, à savoir l'utilisation d'un appareil accessible à des petites et moyennes entreprises.

Le programme prévoit de faire le point sur les outils actuellement utilisés comme le weather-ometer et la roue, puis de développer un cycle dans un QUV (à base de lampes fluorescentes) modifié par l'ajout de « spray » (pulvérisation d'eau), appareil qui répond au critère économique cité ci-dessus. Pour mettre au point la méthode, on a retenu le pin sylvestre comme essence et cinq systèmes de finition représentatifs des grandes familles : peintures et lasures respectivement en phase aqueuse et phase solvant. Quand le cycle sera développé, il sera testé sur d'autres substrats : résineux, feuillus, contreplaqué et sur d'autres types de produits ou caractéristiques de produits : épaisseurs, couleurs...

Pour valider la méthode, des essais de vieillissement naturel sont réalisés sur les mêmes échantillonnages sur sept sites européens localisés depuis la Finlande jusqu'en Espagne en passant par le Danemark, la Grande Bretagne, l'Allemagne, la Suisse, et le sud de la France.

Les premiers échantillonnages ont été réalisés et validés. Les tests prévus sur les matériels actuels, weather-ometer et roue, ont été effectués et, dans le même temps, huit cycles différents ont été testés dans des QUV en faisant varier les paramètres : UVA (340 ou 351 nm), température (froid ou non), durée d'UV comparativement à celle de l'humidité (condensation ou eau liquide). Les vieillissements naturels ont débuté sur les 7 sites concernés ; des relevés sont effectués tous les 3 mois.

■ Menuiseries industrielles bois : état de l'art de la finition en Europe - « FINEURO »

Partenariat : CTBA (coordinateur), SNFMI (FR) (menuiseries industrielles), Akzo Nobel (FR), BASF Peintures (FR et DE), Cécil (FR), Dyrup-Gori (DK), Hickson Coatings (FR, NL et IT), LARCO (DK), PPG (FR), Sigma Coatings (NL) (fabricants de produits)

Vieillissement naturel sur petites menuiseries.



Financement : Industriel

Durée : 3 ans (1996-98)

Chef de projet CTBA : Marie-Lise Roux, Pôle Construction

Les objectifs de ces travaux sont de :

- dresser un état des lieux européen en matière de finitions industrielles sur le bois,
- sélectionner les systèmes qui permettent de répondre au marché français en termes de durabilité de cinq ans puis huit ans pour les finitions transparentes et de dix ans pour les finitions opaques.

Un cahier des charges rédigé en 1995 par le SNFMI et envoyé aux différents fabricants de produits européens a suscité une réponse de huit d'entre eux cités dans le partenariat.

La spécificité de cette étude est de tester en parallèle des éprouvettes moulurées et des petits châssis de fenêtres. Les applications ont été réalisées de façon industrielle ou approchée sur les essences représentatives du secteur (jusqu'à huit essences différentes), pour 35 systèmes de finition (transparentes pour la plupart, mais aussi opaques).

Les essais sont essentiellement :

- des essais de vieillissement accéléré sur éprouvettes,
- des essais de vieillissement naturel sur éprouvettes et sur menuiseries entières.

■ Prédiction de la durée de vie des finitions

Partenariat : CTBA (coordinateur), Laboratoire d'Etude et de Recherche sur le Matériau Bois (ENSTIB-Université Henri Poincaré)

Financement : ADEME

Durée : 2 ans (1996-98)

Chef de projet CTBA : Laurence Podgorski, Pôle Construction

Cette étude concerne la transposition des connaissances acquises sur des phénomènes de vieillissement des finitions à base alkyde aux nouveaux produits du marché répondant aux contraintes environnementales (produits en phase aqueuse, produits haut extrait sec...). Le but est de prédire le comportement de ces produits (durée de vie) à partir, notamment, des mesures de température de transition vitreuse (T_g) des finitions, en complément d'études précédentes.

Cinq systèmes de finition ont été choisis : alkyde et alkyde haut extrait sec phase solvant, alkyde acrylique et acrylique phase aqueuse. Après application sur pin sylvestre, les éprouvettes ont été exposées en vieillissements naturel et artificiel (roue et QUV modifié). Après différents temps de vieillissement, des éprouvettes sont retirées pour mesurer les températures de transition vitreuse. Ces mesures se poursuivent en 1998.

■ Finitions bois - Interactions

(Réseau thématique : phase d'implantation)

Partenariat : Bureau Otto Jansen & Partners (NL) (coordinateur), SHR (NL), CTBA

Financement : CE - TIM/Brite-Euram/RT

Durée : 6 mois (1997)

Chef de projet CTBA : Laurence Podgorski, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

L'utilisation du matériau bois est considérée comme importante en construction comme dans l'ameublement par tous les états européens. Mais son emploi est tributaire de la performance des systèmes bois - finitions à l'extérieur, comparativement à d'autres filières comme le métal et le plastique. Malgré de nombreux efforts des formulateurs et des utilisateurs bois, les solutions qui combinent respect de l'environnement et faible coût de maintenance ne sont pas encore optimales.

Il est donc nécessaire d'augmenter les liens entre les acteurs et les chercheurs des différents secteurs industriels concernés pour trouver plus rapidement des solutions qui répondent à ces critères. Le réseau a pour but de créer ces liens entre tous les partenaires.

Lors de cette première phase, les trois premiers partenaires ont constitué le réseau thématique « Bois-Finitions-Interactions » qui comprend maintenant 21 partenaires de dix pays différents : dix partenaires industriels (fabricants de matières premières et d'additifs, formulateurs, fabricants de menuiseries et d'agencement), huit organismes de recherche, deux universités et un consultant.

Pour couvrir toute la chaîne, un découpage en cinq grands thèmes a été fait comme suit (un coordinateur par thème) :

- adhérence et liaisons chimiques entre finitions et bois (aspects UV inclus),
- humidité, variations dimensionnelles et interface bois - finition,
- aspects microbiologiques liés aux finitions,
- techniques d'application - formation des films et dégradations des finitions sur bois,
- stratégies de marché et environnementale pour des finitions de longue durée de vie et à faible taux de composés organiques volatiles.

Finitions intérieures

■ Mise au point de résines aqueuses photopolymérisables par rayonnement UV - « URCURE »

Partenariat :

Consortium d'industriels : Synthésia (ES), Irurena (ES), Nabersa (ES), Azcue y Cia (ES), Mauri (IT), C. Schmidt (FR), Cray Valley (FR)

Fournisseurs R&D : CIDEMCO (ES) (coordinateur), CTBA, CSIC (ES)

Financement : CE - Brite-Euram/CRAFT, consortium d'industriels

Durée : 2 ans (1995-96)

Chef de projet CTBA : Yves-Noël Hacq, Pôle Ameublement

Rapport disponible sur demande

Les travaux ont consisté à caractériser les matières premières et les adjuvants, ainsi qu'à étudier de nouvelles familles de résines.

Les fabricants de vernis ont développé des formulations à partir de ces matières premières.

Ces vernis ont été évalués et comparés aux produits déjà sur le marché, puis validés chez le fabricant de meubles qui a pu

apprécier leurs caractéristiques par rapport à son cahier des charges interne.

■ Industrialisation de l'utilisation de revêtements à base de poudre sur les panneaux à base de bois

Partenariat : CTBA (coordinateur), Gautier, Poudroc, CETIAT, Cattinair

Financement : ADEME

Durée : 1,5 ans (1997-98)

Chef de projet CTBA : Yves-Noël Hacq, Pôle Ameublement

Cette étude, soutenue financièrement par l'ADEME, fait suite à la convention CTI signée avec le ministère de la Recherche en 1993-95 qui avait pour objectif de vérifier la faisabilité de l'application de peinture poudre sur un matériau reconstitué : le MDF.

Les premiers travaux engagés dans le cadre de cette nouvelle étape ont eu pour but la caractérisation des MDF les plus couramment rencontrés dans le domaine de l'ameublement en France.

Les campagnes d'essais réalisées ont permis d'étudier de nouvelles familles de poudres : les poudres à polymérisation sous rayonnement UV. Ces produits présentent un avantage significatif pour le support bois : leur basse température de fusion/polymérisation. Différents matériels d'application ont également été testés.

Parallèlement, la définition de l'installation pilote est en cours.

Publications

Grelier S., Castellan A., Desrousseaux S., Nourmamode A., Podgorski L. *Attempt to protect wood color against UV-Visible light by using antioxidants bearing isocyanate groups and grafted to the material with microwave* Holzforschung, Volume 51, N°6, p 511-518, 1997

Podgorski L., Roux M.L., Chevet B., Maguin J. *Modification de surface du bois pour l'amélioration des finitions* Eurocoat 97 Proceedings, Volume I, 55-169

Aseguinolaza V., Garmendia I., Roux M.L., Podgorski L. *Increasing service life of transparent wood exterior coatings: WEXCO programme - Comparison of artificial and natural weatherings* Eurocoat 97 Proceedings, volume I, 571-586

Dégliè X., Podgorski L., Roux M.L., Merlin A. *Wood surface modification to improve the durability of coatings* IUFRO All Division 5 Conference Proceedings, p. 156

Communications

Podgorski L., Roux M.L., Chevet B., Maguin J. *Modification de surface du bois pour l'amélioration des finitions* Eurocoat 97, Lyon, France, septembre 1997

Aseguinolaza V., Garmendia I., Roux M.L., Podgorski L. *Increasing service life of transparent wood exterior coatings: WEXCO programme - Comparison of artificial and natural weatherings* Eurocoat 97, Lyon, France, septembre 1997

Podgorski L., Merlin A. *Finition extérieure pour bois : analyse de la modélisation du vieillissement et nouvelle approche de la durabilité* 12^{èmes} Journées d'études sur le vieillissement des polymères, Bandoi, France, septembre 1997

Dégliè X., Podgorski L., Roux M.L., Merlin A. *Wood surface modification to improve the durability of coatings* IUFRO All Division 5 Conference, Washington State University, Pullman, Washington, USA, juillet 1997.

Le collage est une technologie de plus en plus utilisée dans tous les secteurs de l'industrie (automobile, aéronautique, bâtiment, ...). Dans l'industrie du bois, le collage permet d'ores et déjà d'obtenir des produits dont la stabilité dimensionnelle et la fiabilité physico-mécanique sont meilleures que celles du bois massif. De plus, il permet d'améliorer les rendements des matières premières, apportant ainsi un « plus » économique.

Aujourd'hui, le collage est amené à se développer en relevant d'autres défis. En effet, pour augmenter les emplois du bois, en particulier dans la construction, il faudra rapidement pouvoir assembler des matériaux de nature très différente, tout en garantissant des performances esthétiques, mécaniques, voire acoustiques et thermiques dans un contexte réglementaire et environnemental de plus en plus exigeant. L'objectif est la valorisation du bois par le collage, dans des applications structurales et non structurales.

Un important travail reste à faire pour identifier les possibilités d'assemblage par collage, caractériser le comportement physico-mécanique et fiabiliser les procédés de collage, aussi bien dans les ateliers de fabrication que sur les chantiers. Les actions du CTBA dans ce domaine portent principalement sur trois axes très liés :

Optimisation produits et surfaces

Cet axe regroupe, d'une part les études portant sur les modifications physico-chimiques apportées aux colles ou aux surfaces des matériaux à coller pour améliorer les caractéristiques du collage final, et d'autre part les études portant sur le développement de nouveaux adhésifs présentant un faible impact environnemental.

Collage multimatériaux

Ce thème concerne la mise au point du collage de matériaux de nature différente. L'approche globale de ce collage complexe amène à définir la colle pour l'application visée et à optimiser le procédé de mise en œuvre. Cette approche intègre aussi le développement de méthodes expérimentales (essais mécaniques, essais non destructifs), de méthodes d'analyse numérique pour la caractérisation mécanique et physico-chimique du matériau « composite » obtenu.

Procédés de collage

Il s'agit des études de mise au point ou de caractérisation de nouveaux procédés d'application des colles, ou des procédés d'accélération du collage.

Les moyens humains consacrés à cette fonction en 1997 sont de 1,3 équivalents temps plein (1900 heures de chercheurs et techniciens).

Optimisation produits et surfaces

- Utilisation des eaux de lavage contenant des colles aminoplastes dans le mélange collant ; influence sur la qualité finale du collage

Partenariat : CTBA

Financement : ADEME

Durée : 2,5 ans (1995-97)

Chef de projet CTBA : Calixte Blanchard, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

Dans les industries utilisatrices de colles, une importante quantité d'eau de lavage des matériels d'application est produite chaque jour. Le traitement de ces rejets coûte cher aux entreprises, de 1000 à 1500 F/m³. L'objectif de cette étude était de mettre au point une méthode de recyclage des eaux de lavage des encolleuses par la réintégration de ces rejets dans les mélanges collants. Ce procédé est déjà utilisé dans l'industrie des panneaux. Il faut l'adapter aux industries du lamellé-collé et de la menuiserie, et vérifier que le mélange collant obtenu conserve toutes ses performances.

D'un point de vue industriel, les nouveaux mélanges collants peuvent être appliqués sans contrainte dans les matériels d'application usuels, et les performances des produits correspondants sont tout à fait analogues à celles des produits fabriqués avec un mélange classique. La réutilisation des eaux de lavage contenant des colles UF dans des nouveaux mélanges collants après décantation est techniquement réalisable mais ne doit être envisagée que comme une mesure d'accompagnement dans une procédure de gestion des déchets.

Collage multimatériaux

- Performance du collage dans le génie civil bois

Partenariat : CTBA (coordinateur), LRBB, IRABOIS, CUST, ENSTIB, LFM, ESEM, Institut du Pin, CIRAD-Forêt

Financement : Ministère de l'Agriculture, ADEME

Durée : 2 ans (1997-99)

Chef de projet CTBA : Calixte Blanchard, Pôle Construction

La technique du collage représente un intérêt stratégique pour la filière bois à plusieurs titres : reconstitution de matériaux, assemblage dans la structure, assemblage sur l'enveloppe. De nombreux aspects sont encore mal maîtrisés par les spécialistes du génie civil bois : évolution de la formulation des colles, compréhension de la mécanique des interfaces, durabilité et durée de vie des collages, modernisation des méthodes expérimentales de caractérisation, dimensionnement et optimisation des assemblages collés. Ils sont plus ou moins fondamentaux et concernent tout ou partie des domaines d'application.

Les propriétés du matériau bois sont de plus en plus prises en compte dans les programmes de sélection. Pour certaines espèces, les sélectionneurs et pépiniéristes reconnaissent la nécessité d'améliorer la qualité du bois aussi bien que le volume de production et l'adaptation des essences.

Cette action concertée a permis de faire une importante compilation bibliographique sur les matériels et méthodes pouvant être utilisées pour :

- déterminer le contrôle génétique des propriétés du bois (normalement évaluées par un échantillonnage destructif : durabilité, perméabilité, propriétés mécaniques),
- déterminer le contrôle génétique de certaines propriétés anatomiques et chimiques qui peuvent être mesurées de façon non destructive,
- identifier les marqueurs moléculaires qui pourront être utilisés pour détecter des propriétés particulières au niveau de l'individu.

L'apport du CTBA a consisté à rechercher comment a lieu le contrôle génétique de la durabilité. Peu de travaux ont été faits dans ce domaine. La durabilité étant liée aux essences ou tannins contenus dans le bois, il s'avère qu'il faut orienter la recherche sur le ou les gènes gouvernant l'accumulation de ces substances. Cette étude a permis d'élaborer un contrat CE - FAIR *Amélioration génétique de la qualité du bois pour une meilleure efficacité de sélection correspondant aux différents cas d'utilisation* (début en 1998).

■ Amélioration des propriétés d'essences de bois non durables par traitement thermique de pyrolyse adapté - « PYROW »

Partenariat :

Consortium d'industriels :

Pellerin (FR), ITC (FR), SPT (FR), ABC (FR), Metsäpuu (FI), Bengolea (ES), Maderas Vitoras (ES) ;

Fournisseurs R&D : CTBA (coordinateur), CIRAD (FR), VTT (FI)

Financement : CE - TIM-Brite-Euram/CRAFT, consortium d'industriels

Durée : 2 ans (1996-98)

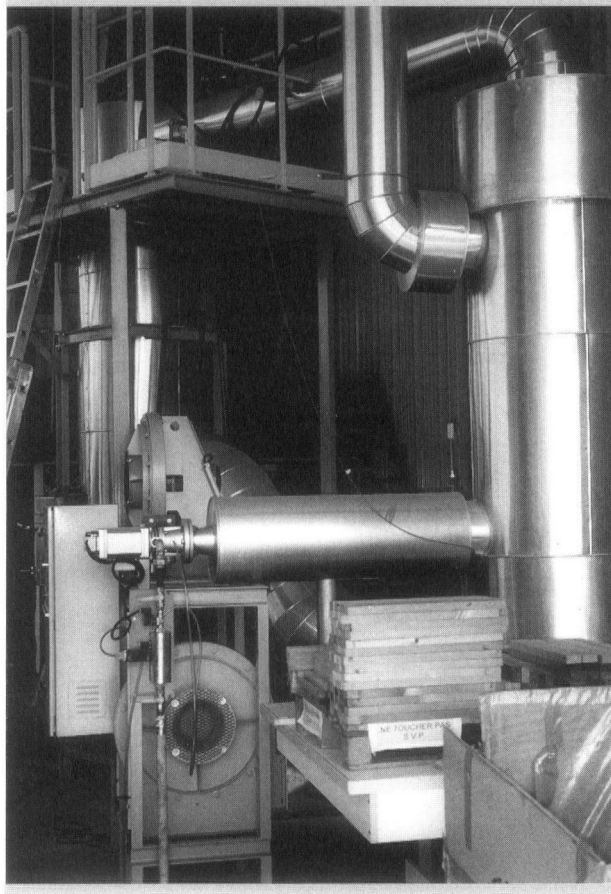
Chef de projet CTBA : Danièle Dirol, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

Le procédé de torréfaction du bois entraîne une transformation de la constitution chimique du matériau lui conférant une amélioration de certaines de ses propriétés ; la durabilité vis-à-vis des agents biologiques et la stabilité dimensionnelle sont augmentées avec une diminution de l'hygroscopicité.

Ce procédé permet l'utilisation d'essences peu durables et peu impregnables dans des situations jusqu'alors impossibles, leur conférant une certaine valeur ajoutée. De plus, le procédé est « propre » car il permet d'éviter l'emploi de produits chimiques, ce qui représente un avantage pour la protection de l'environnement. Cependant, en fonction des paramètres de torréfaction appliqués, il est reconnu que les propriétés mécaniques du matériau peuvent être affectées, ce qui interdit certains emplois porteurs.

Installation de traitement thermique.



Le but principal de cette étude était de sélectionner les paramètres de torréfaction impliquant l'amélioration de certaines propriétés du bois, tout en préservant l'intégrité des propriétés mécaniques. Pour ce faire, 30 cas (combinaison des paramètres) ont été appliqués selon deux procédés sur trois essences : épicéa, peuplier et curupixa. Ils ont été testés tant du point de vue des propriétés physiques, mécaniques que durabilité (insectes, termites, champignons) en laboratoire et sur site hors et au contact du sol. L'éventuelle toxicité des lixiviats a été étudiée ainsi que la résistance au feu. Enfin, sur trois cas sélectionnés, des essais d'aptitude au collage, à l'application de finitions, à l'usinage, ainsi que des essais de fabrication de fenêtres sur la chaîne industrielle ont été effectués.

Il s'avère que la température d'application donnant les meilleurs résultats se situe vers 230 °C pour un temps de séjour de une à deux heures. Cette étude a permis de connaître les propriétés du bois torréfié selon les conditions optimales citées précédemment. Cependant, pour une future industrialisation, certaines caractéristiques sont encore à améliorer à moins qu'il ne faille changer sensiblement le mode de fabrication : par exemple, les profils de fenêtres qui - lorsqu'ils sont peu épais - sont très fragiles. Il reste aussi à trouver l'adéquation entre le traitement, l'essence et le marché, optimiser les coûts, assurer la reproductibilité des propriétés du matériau et mettre au point un contrôle de qualité.

Les essais pratiqués lors de cette étude ont confirmé la non-résistance du bois torréfié aux termites. En outre, l'exposition au contact du sol a montré, après un an seulement, une dégra-

dation non négligeable par les champignons de pourriture, ce qui remet en question l'emploi en situation de classe de risque 4. De plus, en relation avec cette classe de risque et compte tenu de la fragilité du matériau, il n'est pas conseillé, à ce jour, d'utiliser du bois torréfié en situation porteuse intérieure ou extérieure : poteaux, aires de jeux. Des progrès restent donc à faire quant à l'industrialisation du produit.

■ Modification physico-chimique du matériau bois en vue d'améliorer ses performances en utilisation extérieure

Partenariat : CTBA (coordinateur), CEA-ARC-Nucléart, EFPG

Financement : ADEME (Programme Concerté Bois)

Durée : 1,5 ans (1997-98)

Chef de projet CTBA : Gilles Labat, Pôle Construction

L'objectif de ces travaux est d'atteindre une meilleure fixation des adjuvants, par greffage covalent ou par densification permettant de mieux stabiliser le bois dimensionnellement, tout en permettant une meilleure protection biologique pour une application en usage extérieur.

Élaboration de produits à haute valeur ajoutée à base de bois et dérivés

■ Réalisation de composites à performances améliorées à base de fibres et farines de bois

Partenariat : CTBA (coordinateur), CIRAD-Forêt, Valagro, Lapeyre, Isoroy, Oxxo Menuiseries

Financement : ADEME (Programme Concerté Bois)

Durée : 1,5 ans (1997-98)

Chef de projet CTBA : Gilles Labat, Pôle Construction

Cette étude vise la mise au point de composites bois-polymère destinés notamment à la fabrication de profilés de menuiseries ; mise au point de granulats d'extrusion et qualification des profilés obtenus ; aspects mécaniques, physico-chimiques et biologiques.

Communications

Girard P., Dirol D., Viitaniemi P.

Upgrading of non durable wood timber by appropriate thermal treatment
IUFRO Conference, Pullman, USA, juillet 1997, (Poster)

Conception

concevoir en ameublement

Animateur : Jean-Marc Barbier, Pôle Ameublement

La fonction de recherche *Concevoir en Ameublement*, concerne d'une part, l'étude et l'optimisation de chacune des performances d'un produit, en termes de caractéristiques :

- culturelles : esthétique, tendances...,
- techniques : mécanique, matériaux, finitions, assemblage...,
- sécuritaires et réglementaires : comportement au feu...,
- ergonomiques : variété d'usages, d'utilisateurs, d'environnement...,
- économiques : prix de marché, de matière, de transformation...,

et d'autre part, l'identification des relations entre les différentes caractéristiques du produit, par une démarche de conception globale, en vue de :

- permettre des simulations sur la globalité du produit et l'évaluation rapide de l'influence d'une modification,
- raccourcir le délai de développement de nouveaux produits.

Les moyens humains consacrés à cette fonction en 1997 sont de 1,9 équivalents temps plein (2800 heures de chercheurs et techniciens).

Conception / Design

■ Adaptation du logiciel de chiffrage « PRI-System » aux travaux textiles de l'ameublement

Partenariat : CETIH (coordinateur), CTBA, Ets Leleu, Sièges de Luynes, Pelletey, Sièges de France, Roset

Financement : Ministère de l'Industrie

Durée : 1,5 ans (1996-97)

Chef de projet CTBA : Jacques Juan, Pôle Ameublement

Rapport disponible sur demande

Le CETIH a développé un logiciel permettant un chiffrage rapide des devis pour les travaux textiles de l'habillement. Sa facilité et sa rapidité d'emploi en ont assuré le succès. Il a donc été prévu d'adapter ce logiciel aux travaux spécifiques de l'ameublement pour permettre aux industriels qui sont amenés à réaliser de plus en plus de nouveaux modèles de chiffrer rapidement le coût estimatif de leurs travaux de couture.

Après avoir effectué une campagne de mesures sur sites dans plusieurs entreprises spécialisées dans la réalisation de fauteuils et canapés, le logiciel PRI-System a été modifié et adapté aux particularités des matériaux et matériels utilisés dans ce secteur industriel. À l'issue de cette adaptation, la corrélation entre les simulations de PRI-System et les relevés en atelier est très satisfaisante.

Le logiciel PRI-System, modifié pour satisfaire aux exigences des besoins de l'industrie de l'ameublement pour le calcul des devis des travaux de couture, est aujourd'hui opérationnel.

■ Analyse des produits par simulation de performances - « PERFORMA »

Partenariat : CTBA (coordinateur), UNIFA et industriels associés

Financement : Ministère de l'Industrie

Durée : 2 ans (1995-97)

Chef de projet CTBA : Jean-Claude Cathelot, Pôle Ameublement

Rapport disponible sur demande

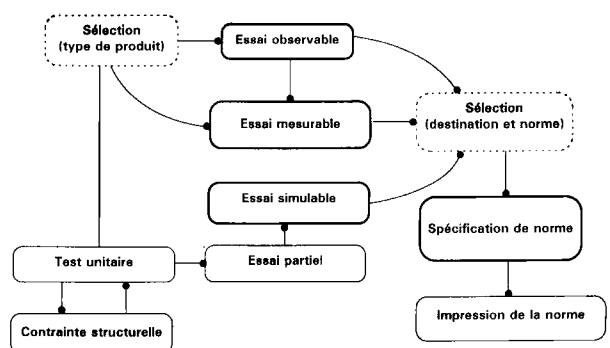
Il s'agit de développer un modèle de prédiction du comportement d'un produit d'ameublement en simulant les contraintes d'utilisation auxquelles il est soumis. Ce modèle doit permettre la mise en place d'un système expert de simulation et d'analyse du comportement en situation d'usage, de limiter le nombre d'essais en laboratoire et d'optimiser la conception et la mise au point des produits en vérifiant leur adaptation aux critères de sécurité et à la réglementation.

La situation et les perspectives à fin juin 1997 ont été évoquées dans le compte rendu de fin de projet. Le système était en place et fonctionnait comme prévu. Il pouvait fournir des indications utiles sur le comportement supposé de deux produits :

- sièges de bureau réglables analysés suivant la norme NF D 61-041,
- lits superposés analysés suivant la norme NF EN 747.

PERFORMA est un système évolutif qui s'enrichit au fur et à mesure de l'introduction de nouvelles règles et de la descrip-

Enchaînement des écrans et états de Performa. Acquisition d'expertise pour la première description d'une norme.



tion de nouveaux produits. Depuis juin 1997, l'approfondissement des règles de comportement, la hiérarchisation des critères influents, l'optimisation des principes de description, permettent de situer correctement le comportement supposé des deux produits et en particulier des lits superposés. En ce qui concerne les sièges, la phase actuelle est l'extension à l'ensemble des sièges de bureau.

Ergonomie

■ Système expert de recherche d'information réglementaire et ergonomique - « SERISE »

Partenariat : UNIFA, TRECA, SEP, Jacquelin, CTBA

Financement : Ministère de l'Industrie

Durée : 2,5 ans (1996-98)

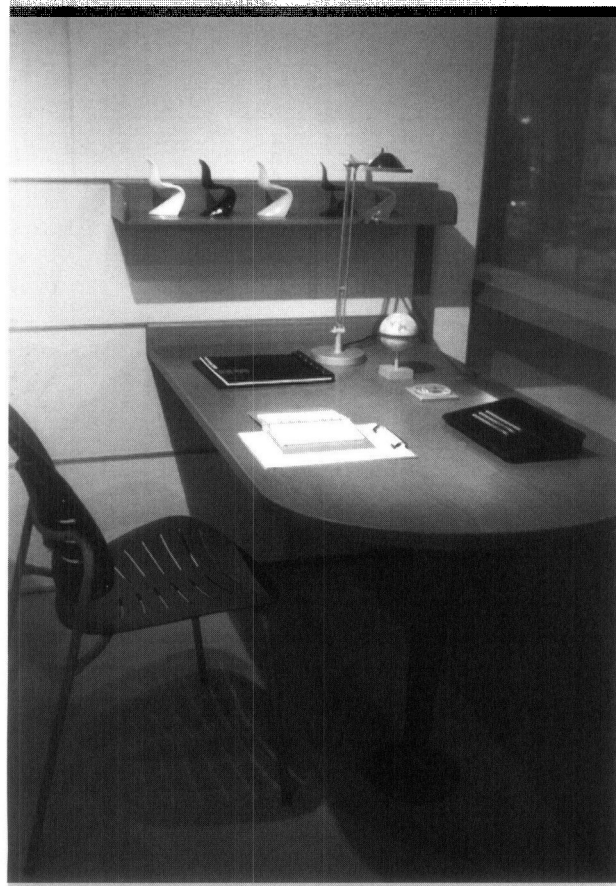
Chef de projet CTBA : Carole Vincent, Pôle Ameublement

« SERISE » est un outil informatique destiné à guider les designers, ingénieurs, bureaux d'études, dans l'identification des critères ergonomiques et de sécurité des produits nouveaux. Cette recherche se fait sur la base des normes, réglementations et règles de l'art connues, mises à jour périodiquement.

La consultation de SERISE nécessite, pour le concepteur, de se poser des questions pertinentes concernant le futur produit (utilisateurs, usages, destination, matériaux...) dont dépendent la sécurité d'usage et l'adaptabilité ergonomique.

Ce système, qui se veut convivial et simple, sera consultable courant 1998.

Le premier module de SERISE sert à définir avec précision le produit et son environnement d'utilisation à l'aide de nomenclatures pré-établies. (Meubles Macé - Salon du meuble de Paris - 1996)



Caractérisation matériaux et produits

■ Essais inter-laboratoires feu TC 207 - WG 6 - TG 5

Partenariat : LNE/CTBA (coordinateurs), SP (SE), Lappi (IT), VTT (FI), Centexbel (BE), Rappra (GB), BASF (DE)

Financement : CE - CEN

Durée : 2 ans (1995-96)

Chef de projet CTBA : Laurent Fraïoli, Pôle Ameublement

Dans le cadre de la normalisation européenne sur le risque feu, les travaux visent à doter l'Union européenne d'un système normatif et réglementaire le plus efficace et le plus large possible.

L'objectif est d'améliorer la répétabilité et la reproductibilité des résultats d'essais effectués selon les normes NF EN 1021-1 et NF EN 1021-2 qui concernent l'allumabilité des sièges rembourrés.

La recherche a porté plus particulièrement sur les tests à la cigarette et à l'allumette, ainsi qu'à partir d'autres types de sources tel que le papier. Ils visaient notamment à établir les corrélations existant entre essais sur maquette et produits finis en vraie grandeur et à identifier les paramètres à l'origine de la non-répétabilité des procédures.

La campagne d'essais inter-laboratoires a permis de valider les améliorations initialement proposées.

■ Ameublement, mesure post-allumage

Partenariat : UIT/CTBA(coordinateurs), LNE, ITF, SECUROFEU, UNIFA, RHOVYL

Financement : Ministère de l'Industrie - Programme Partenariat pour l'Europe

Durée : 2 ans (1996-98)

Chef de projet CTBA : Laurent Fraïoli, Pôle Ameublement

Le projet de décret de la DGCCRF vise à imposer deux exigences minimales de comportement au feu sur les meubles rembourrés. L'application de ce décret étant extrêmement contraignante pour les industriels, deux partenariats entre laboratoires, industriels et organismes ont donc été établis pour développer un outil simple permettant aux industriels de prouver la conformité de leurs produits face à cette nouvelle réglementation.

Le premier partenariat, mis en place en 1994 et terminé en 1996, concernait la première exigence du décret : l'allumabilité, vis-à-vis d'un risque accidentel du fumeur. Le deuxième, mis en place en 1997, concerne la deuxième exigence du décret : la toxicité via un essai de perte de masse d'un meuble en cours de combustion.

Ce dernier partenariat vise à mettre en place un protocole d'essais adapté aux sièges rembourrés, ainsi que des règles de transposition des résultats sur éprouvettes aux résultats sur produits finis.

Le programme de travail de ce partenariat consiste en trois phases, le CTBA participant de manière importante à la phase 2 « Définition et rédaction du mode opératoire pour la mesure de

perte de masse sur éprouvette de siège » et à la phase 3 « Essais inter-laboratoires pour la validation du protocole par détermination de la répétabilité et de la reproductibilité ». La phase 2 est terminée, la phase 3 en cours de réalisation.

■ Comportement au feu des meubles rembourrés : analyse du comportement post-allumage sur sièges

Partenariat : CTBA (coordinateur), UNIFA, UIT, SECUROFEU

Financement : CODIFA, ministère de l'Industrie (PPE)

Durée : 3 ans (1996 à 1999)

Chef de projet CTBA : Laurent Fraïoli, Pôle Ameublement

Cette étude se déroule dans le cadre des travaux du CEN et de la mise en place de diverses réglementations nationales : meubles rembourrés, articles de literie, sièges de salle de spectacle, etc.

Elle a pour objectif d'élaborer des méthodes d'essais pour évaluer le comportement au feu des matériaux pour sièges et matelas.

Dans la première partie de cette étude, le CTBA a donné aux professionnels les éléments techniques leur permettant de défendre leur position et plus particulièrement vis-à-vis du projet de directive européenne. L'étude s'est trouvée relancée compte tenu de la sortie probable d'une réglementation nationale sur le sujet. Dans une seconde partie, il s'agit de connaître le comportement au feu des produits du marché actuel et d'analyser la cinétique de l'inflammation.

Le programme est le suivant :

1) étude d'une méthode d'essai sur éprouvettes pour évaluer la perte de masse des meubles rembourrés, prévus dans le projet de décret,

2) étude de la méthode « perte de masse » sur sièges en vraie grandeur. Définition d'essais sur éprouvettes pour transposition des résultats aux produits en vraie grandeur :

- essais sur une série de produits finis pour observer l'influence de la forme des sièges (influence de l'accotoir...),
- essais sur des produits destinés à trois types d'usages : l'usage domestique, l'usage collectif et l'usage « haut risque » ; influence de la nature des revêtements, rembourrage et garnissage,
- essais sur produits représentatifs du marché,
- essais sur matériaux à partir d'éprouvettes pour la recherche de corrélation entre éprouvettes et produits en vraie grandeur.

Un recensement des produits représentatifs des marchés domestique et collectif a été réalisé ; fourniture des produits et des constituants pour étudier la corrélation possible entre éprouvettes et sièges finis. Douze sièges ont été sélectionnés (variation présence accotoirs et angle de dossier) et des essais sont en cours pour déterminer l'influence de la forme sur l'essai perte de masse et la transposabilité potentielle à des essais sur éprouvettes.

■ Comportement au feu des meubles rembourrés : révision de la recommandation GPEM D3.89 « sièges coquilles, sièges rembourrés, et sièges pour véhicules de transport en commun »

Partenariat : CTBA, LNE, UNIFA, UIT, SECUROFEU, UGAP, CAMIF

Financement : CODIFA

Durée : 3 ans (1996 - 1999)

Chefs de projet CTBA : Jean-Marc Barbier et Laurent Fraïoli, Pôle Ameublement

L'ensemble du secteur public se trouve concerné par le comportement au feu des sièges rembourrés faisant partie du mobilier administratif. C'est pourquoi le Comité D « Tenue au feu des matériaux », du *Groupe Permanent d'Étude des Marchés de produits divers de l'Industrie Chimique et Parachimique* (GPEM/CP) a jugé utile d'établir une recommandation sur ce sujet en 1989. Cette recommandation est destinée à faire connaître aux acheteurs publics les précautions à prendre pour s'assurer du bon comportement au feu des sièges qu'ils envisagent d'acquérir et présente les méthodes d'essais spécifiques à chacun des types de sièges. Elle fournit un classement des sièges rembourrés suivant les résultats de ces essais et donne des conseils aux acheteurs publics sur les classes à imposer suivant la destination particulière de ces sièges.

La sortie en 1994 de méthodes d'essais EN 1021-1 et EN 1021-2 concernant l'allumabilité des meubles rembourrés, ainsi que le projet de décret français sur le sujet ont conduit le GPEM/CP à former un groupe de travail pour réviser cette recommandation GPEM de 1989 afin de prendre en compte les critères des normes européennes. Une recommandation GPEM D3.89 révisée est en cours de finalisation.

■ Comportement au feu des meubles rembourrés : rédaction du guide GPEM sur la définition des exigences de comportement au feu et des modes de preuves à établir pour les sièges rembourrés destinés au secteur public

Partenariat : CTBA, LNE, UNIFA, UIT, SECUROFEU, UGAP, CAMIF

Financement : CODIFA

Durée : 3 ans (1996 - 1999)

Chefs de projet CTBA : Jean-Marc Barbier et Laurent Fraïoli, Pôle Ameublement

Ce guide GPEM a pour objet d'informer les acheteurs publics sur la manière d'établir les modes de preuves et de contrôles du comportement au feu des meubles rembourrés destinés au secteur public.

Il fait référence aux méthodes d'essais utilisées pour établir ces preuves dans le cadre de la réglementation en vigueur. Le document est en cours de finalisation.

La fonction de recherche *Environnement* a pour objet la connaissance des impacts environnementaux des process des industries du bois et de l'ameublement et de leurs produits, tout au long de leur cycle de vie. Elle vise ainsi, d'une part à aider les industriels à prévenir et/ou intégrer les nouvelles contraintes environnementales, d'autre part à développer et étayer le concept bois - écomatériau. Elle s'intéresse également à la réduction des impacts environnementaux par le développement d'adjuvants propres et performants et par l'adaptation des procédés.

Bien entendu, dans la plupart des fonctions de recherche, on rencontre également des préoccupations environnementales - voir en particulier les fonctions *Préserver, Revêtir, Coller, Élaborer*. Dans la fonction *Environnement* ne sont regroupés que les travaux qui ont ces préoccupations comme objectif premier.

Les axes de recherche se structurent autour de quatre phases du cycle de vie et de l'approche globale de celui-ci :

Ressource

Cet axe appréhende les impacts de la mobilisation du bois (matière première) sur le milieu (forêt - environnement) et vise l'étude des méthodes et fréquences de récolte pour dégager les solutions les plus respectueuses du milieu naturel et économiquement satisfaisantes. Ces études incluent également des préoccupations concernant l'environnement socio-professionnel (milieu rural, fonctions d'utilité publique de la forêt).

Transformation

L'axe transformation s'intéresse aux impacts air - eau - sol des entreprises industrielles, à la gestion de leurs déchets de production, à la connaissance et la prévention des risques pour les travailleurs et pour l'environnement. Il s'agit de donner aux entreprises les moyens pratiques de s'adapter aux évolutions réglementaires et d'améliorer leur situation environnementale, en tenant compte des facteurs économiques.

Produits en service

Il s'agit d'étudier les impacts sur la santé humaine et sur l'environnement - compartiments air, eau et sol - des produits bois et ameublement durant leur utilisation. Par ailleurs, des études menées dans d'autres fonctions visent à développer des adjuvants à performances égales et à moindre impact en service.

Produits en fin de vie

Le recyclage, la valorisation énergétique et d'autres voies d'élimination sont regroupés dans cet axe, pour la gestion des produits en fin de vie. Ici encore, il s'agit de mettre au point des procédés de traitement des déchets, et de connaître et limiter les impacts liés à la gestion de ces déchets, dans un cadre économiquement viable.

Analyse du Cycle de Vie - ACV

Les préoccupations liées à cet axe de recherche sont de fournir des éléments objectifs d'évaluation globale des impacts environnementaux des produits bois. Une telle approche peut permettre de mettre en avant les atouts écologiques du matériau. Elle permet également de révéler les points critiques à résoudre en priorité pour améliorer la «qualité environnementale» d'un produit.

Les moyens humains consacrés à cette fonction en 1997 sont de 3,4 équivalents temps plein (5100 heures de chercheurs et techniciens).

Transformation

■ Biodépollution des substances organiques et bioconcentration de métaux par des résidus fongiques de fermentation industrielle

Partenariat : CTP (coordinateur), ITF, CTC, CTDC, CEA, CTBA

Financement : Ministère de l'Industrie

Durée : 1 an (1996)

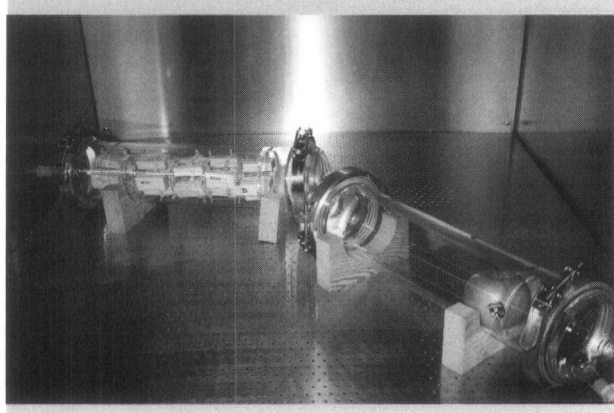
Chef de projet CTBA : Gilles Labat, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

Les objectifs de cette étude sont de deux ordres :

- Réaliser un état de l'art sur la nature des principaux rejets d'adjuvants au niveau de chaque filière papier et carton, bois, collage, textile et des traitements biologiques et/ou chimiques adaptés à ces déchets organiques appliqués et en cours d'élaboration.
Pour le secteur bois, les adjuvants liés à la préservation des bois, à la finition et au collage ont été recensés. Une étude bibliographique basée sur une analyse de publications scientifiques récentes et de brevets a permis de recenser les voies chimiques et biologiques de dépollution (oxydation sous certaines conditions, traitement à l'ozone, minéralisation en solution par des microorganismes de type *Pseudomonas spp.*, ...).
- Conduire des expérimentations permettant de traiter des pollutions liées à ces filières posant plus de problèmes car non-biodégradables : cas des pollutions dues à des métaux (transfert technologique du CEA vers les Centres Techniques Industriels). Les eaux industrielles issues de divers secteurs de transformation peuvent être amenées à être enrichies en éléments métalliques - aluminium, arsenic, chrome, cuivre, fer, plomb, zinc, ... Des eaux peuvent également être polluées par des

Schéma expérimental de mesures d'émissions de biocides dans l'air.



Cette étude se réfère à la mise au point de tests de mesures de migration de biocides du bois vers les compartiments de type eau, air, fruits, afin d'évaluer le risque pour un contact alimentaire. La mise au point des tests tient compte des paramètres rencontrés en station fruitière (température, humidité, temps de contact). Les transferts de matière étudiés sont de plusieurs natures : contact direct bois-fruit, contacts indirects bois-air-fruit, bois-eau-fruit. La production de palettes et caisses palettes est de 56 millions d'unités dont les deux tiers sont réalisés à partir d'essences de pin qui nécessitent un traitement sur site afin d'éviter le développement de moisissures de bleuissement. L'usage du pentachlorophénol et de son sel de sodium a été formellement interdit¹ pour le traitement des bois à contact alimentaire. Cependant, par le passé, les importantes utilisations de ce produit ont entraîné une contamination par des traces de produit et la possibilité de dispersion de caisses palettes contaminées au niveau des parcs de stockage des stations fruitières. La question de la contamination des fruits et légumes par transfert de masse est donc posée. Cette étude doit répondre à une interrogation du Conseil supérieur d'hygiène publique de France et de la Direction de l'espace rural et de la forêt sur l'aptitude au contact alimentaire du bois, intégrant ces aspects de contaminations par des pesticides résiduels et aux interrogations des industriels de la filière bois. Cette étude doit permettre d'encadrer ce risque et de promouvoir une assurance qualité sur le matériau bois.

Les conditions industrielles d'usage du bois ont été déterminées par le CTIFL et le BIP au niveau des stations fruitières. Les phases critiques de contaminations éventuelles ont été identifiées. Deux modes de transferts indirects peuvent avoir lieu : transfert par le compartiment air (site de stockage : température et humidité variables), et transfert par le compartiment eau (phases de douchage, phases de précalibrage et de déstockage). Les paramètres occasionnant un risque maximal ont été retenus. Par la suite, plusieurs modes de transferts sont étudiés. Des méthodes analytiques de détection de traces de pentachlorophénol dans les bois, dans les fruits et les solides simulateurs ont été mises au point. Des tests de mesures de transfert de biocide à l'état de traces par contact direct sont en cours avec l'utilisation d'un gel simulateur. En ce qui concerne les contacts indirects, deux modes de transferts sont actuellement

étudiés ; transferts par le compartiment eau : quantification des émissions et adsorption suite à un douchage et immersion, et transferts par le compartiment air : quantification des émissions dans l'air à partir de bois contaminés à 20 ppm de biocide (cinétique d'émission et adsorption). Des expérimentations ont été réalisées en intégrant les paramètres définis dans la première partie de l'étude.

■ Évaluation du comportement des bois traités en contact avec le milieu aquatique

Partenariat : CTBA

Financement : ADEME (Programme Concerté Bois)

Durée : 1,5 an (1997-98)

Chef de projet CTBA : Philippe Marchal, Pôle Construction

Cette étude consiste à évaluer le comportement environnemental en milieu aquatique de bois traité CCA ou traité par des alternatives potentielles ; bois traité à contact permanent ou semi-permanent avec l'eau douce et l'eau de mer. La migration des matières actives du bois vers l'eau et la toxicité des lixiviats recueillis ont été évaluées. L'étude a également intégré des tests d'écotoxicologie marine réalisés sur des microcrustacés et des algues marines.

Une évaluation de la génotoxicité des lixiviats a complété les tests de toxicité aiguë et chronique.

■ Évaluation et maîtrise du risque microbiologique dans l'utilisation du bois pour l'affinage des fromages

Partenariat : ITG (coordinateur), ADRIAC, IUT LARSA Nancy, CTBA, AERIAL, CHEMOXAL, SIR, Scieries et Fromageries

Financement : ACTIA

Durée : 2 ans (1997-1999)

Chef de projet CTBA : Isabelle Le Bayon, Pôle Construction

Cette étude a trait à l'évaluation de la contamination des planches d'affinage de fromages par des microorganismes indésirables.

Dans une deuxième phase, le projet consistera à développer de nouveaux procédés de sanitation ne laissant pas de résidus sur les planches (traitement par des composés sans résidus et par des composés naturels).

■ Quantification des émissions de COV à partir de bois traités ou collés

Partenariat : CSTB (coordinateur), CTBA

Financement : ADEME

Durée : 2 ans (1997-99)

Chef de projet CTBA : Christophe Yrieix, Pôle Construction

Il est apparu important de mesurer, en chambre climatique de 1 m³, les teneurs en COV émis à partir de bois traités et collés. Les résultats seront corrélés avec ceux obtenus à l'ambiance dans les lieux d'habitation. Ainsi, la quantification des émissions de COV dans l'air intérieur après traitement curatif d'un bois permettra de fixer le temps pendant lequel les habitants ne doivent pas occuper les lieux.

¹ Directive européenne CEE 91/173, 9^{ème} amendement de la directive CEE 76/769, et Décret 94-649 du 27/07/94

Produits en fin de vie

■ Dégradation par voie oxydante de produits de préservation du bois (PCP, PAH) et de bois traités en fin de vie

Partenariat : CTBA

Financement : ADEME

Durée : 1 an (1995-96)

Chef de projet CTBA : Gilles Labat, Pôle Construction

Publication disponible sur demande

L'objectif de l'étude était d'identifier des outils chimiques et/ou biologiques permettant la dégradation des biocides organochlorés et composés polyaromatiques présents dans la matrice bois. Les produits cibles étaient les composés organochlorés de type pentachlorophénol (PCP), les composés polychlorobiphényles (PCB) et les composés polyaromatiques (PAH).

Des systèmes efficaces de dégradation permettant de dégrader dans une matrice cellulosique jusqu'à 4000 ppm de biocide ont été sélectionnés. L'efficacité étant prouvée, le caractère écologique de ce biotraitement a été validé par des tests écotoxicologiques.

La mise au point de biotraitements est une solution alternative à une élimination de déchets solides spéciaux par des procédés coûteux tels que l'incinération.

■ Biodégradation de bois traités créosote - essais phase pré-industrielle

Partenariat : CTBA

Financement : Auto-financement CTBA

Durée : 9 mois (1997)

Chef de projet CTBA : Gilles Labat, Pôle Construction

Publication disponible sur demande

Le but de cette étude était de valider, au stade pré-faisabilité, les outils biologiques développés dans le cadre d'études précédentes.

Des analyses chimiques de composés aromatiques polycycliques (PAH) au sein de bois de traverses traitées par de la créosote ont permis de déterminer pour chaque essence testée (chêne, azobé, hêtre) le taux résiduel de créosote dans la traverse après sa durée de vie en service.

Le système biologique le plus efficace a été testé sur ces déchets de bois en milieu non stérile afin de détoxifier ce déchet. Un maximum de 4000 ppm en PAH est « minéralisable » par l'outil biologique développé. Pour détoxifier des quantités plus importantes en PAH - particulièrement dans les essences facilement impregnables - un taux de dilution de $\frac{3}{4}$ est nécessaire.

■ Caractérisation de broyats de palettes issus de centres de broyage en vue d'une valorisation comme combustible

Partenariat : CTBA

Financement : ADEME

Durée : 6 mois (1996)

Chef de projet CTBA : Gérard Deroubaix, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

L'étude sur la caractérisation des broyats de palettes avait pour objectifs de leur conférer le statut de combustible.



La présence possible de fongicides antibleuissement dans le broyat de palette apparaît comme un obstacle à sa valorisation comme combustible bois-énergie. L'étude vise à obtenir une caractérisation physico-chimique précise de ce produit permettant d'évaluer la différence effective avec le bois combustible en dosant notamment les traces des contaminants potentiels (produits antibleu, métaux).

Après une analyse exhaustive¹ du broyat de palette produit par les centres de broyage, celui-ci apparaît comme très proche d'un broyat de bois brut avec des teneurs très faibles en substances exogènes ; le seul élément remarquable est la présence de quelques ppm de PCP (6 ppm en moyenne, 20 ppm au maximum). Le PCP n'étant plus utilisé en France aujourd'hui, ces teneurs devraient progressivement diminuer.

Les résultats de cette campagne de mesures ont permis d'établir un programme d'essais de combustion de broyat de palette, dans l'objectif d'obtenir le statut de « combustible » pour ce produit. Les résultats ont été diffusés dans une communication au colloque ADEME « Valorisation énergétique des déchets industriels banals », dont les actes feront l'objet d'une prochaine publication ADEME (voir rubrique *Communications*).

■ Combustion de broyats de palette en chaufferie collective

Partenariat : CTBA (coordinateur), CYLERGIE, SYNAREP, SYPAL, INERIS

Financement : ADEME

Durée : 10 mois (1997)

Chef de projet CTBA : Gérard Deroubaix, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

L'objectif de cette étude est de valider techniquement la possibilité d'utiliser le broyat de palette comme combustible, dans un cadre réglementaire le mieux adapté possible. Elle vise

¹ 25 échantillons sur trois sites de broyage, représentant 150 tonnes de broyat ; détermination des caractéristiques « combustible » ; recherche de trois fongicides - sept métaux - dioxines et furannes.

d'une part l'optimisation des conditions de combustion d'une petite chaufferie collective (2,6 MW), d'autre part la comparaison des émissions liées à la combustion de broyat de palettes « dopées » en bois traité antibleuissement, et de broyat de bois non traité. Cette comparaison est relativement poussée dans la mesure où les analyses incluent des polluants spécifiques tels que dioxines, PAH, métaux lourds,...

Après réglage de l'installation, des essais comparatifs de combustion ont été réalisés sur des broyats de palettes dopées en bois traité avec une référence constituée de bois non traité, du point de vue des émissions atmosphériques et des résidus solides. La phase de réglage a permis de trouver un régime de fonctionnement stable pour effectuer des mesures reproductibles. Cependant, l'optimisation des conditions de combustion a été limitée par les possibilités restreintes de réglage de l'installation. D'autre part, compte tenu des conditions météorologiques au moment de la campagne, l'installation a fonctionné à 25 % de sa puissance.

La comparaison des combustibles n'a montré aucune différence significative sur les constituants usuels de l'effluent gazeux : CO, NO_x, SO₂, COVT, poussières. Il en va de même pour HCl, les PAH, ou les neuf métaux analysés en phase particulaire et gazeuse. Pour les deux combustibles, les résultats en métaux apparaissent assez élevés, par rapport à d'autres essais sur chaudières bois. Une teneur en HF plus importante pour le lot de broyat de palette a été constatée. Elle est probablement imputable à une souillure du bois, survenue pendant l'utilisation des palettes.

L'autre point remarquable est le niveau assez élevé, par rapport à d'autres essais sur chaudières bois, des PCDD/PCDF. Dans l'absolu ce niveau reste cependant bas puisque toutes les valeurs trouvées sont inférieures à 3 ng/Nm³ en équivalent toxique. Les caractéristiques de l'équipement, les conditions de combustion, et la contamination possible de la chaudière par des produits contenant du chlore (avant la campagne) peuvent être à l'origine de ces résultats. Dans ces conditions, il est difficile de conclure quant à l'influence du dopage en bois traité sur ces émissions.

Les résultats de cette étude ont été présentés au ministère de l'Environnement, dans l'objectif d'obtenir le statut de « combustible » pour ce produit. Durant l'étude, une partie des résultats ont été diffusés dans une communication au colloque ADEME « Valorisation énergétique des déchets industriels banals », dont les actes feront l'objet d'une prochaine publication ADEME (voir rubrique *Communications*).

■ Bois-énergie en Europe : politiques et réalités

Partenariat : CTBA

Financement : ADEME

Durée : 1 an (1996-97)

Chef de projet CTBA : Gérard Deroubaix, Pôle Construction

Rapport disponible sur demande

Cette étude s'est attachée à recenser les réglementations appliquées à l'utilisation du bois-énergie dans treize pays européens, ainsi que les incitations de toutes natures à utiliser cette source d'énergie. Elle visait également à faire le point de l'utilisation réelle de cette source d'énergie.

Des systèmes d'incitation fiscale - écotaxes, taxes sur énergies non renouvelables, TVA verte - sont en place dans cinq pays : Danemark, Finlande, Suède, Pays-Bas, Autriche.

Des systèmes d'aide à l'investissement pour des installations biomasse existent dans la plupart des pays ; les dispositifs de financement sont parfois multiples et déclinés au niveau régional dans les pays à système fédéral. Dans certains pays, ces aides sont soumises à conditions telles que rendement minimum, cogénération, caractère innovant. Ces conditions et le niveau d'aide dépendent du niveau et du potentiel de développement du bois-énergie dans le pays.

Au travers d'enquêtes approfondies, des points intéressants propres à chaque pays ont pu être relevés :

- Allemagne : développement de la valorisation énergétique des déchets de bois.
- Autriche : articulation entre réglementation et technique par des normes sur les combustibles bois et sur les installations de combustion.
- Finlande : importance de la biomasse dans la consommation énergétique (plus de 20 %) et objectifs de développement (+ 25 % d'ici 2005) ; écotaxes fortes et taxes sur les énergies fossiles et le nucléaire ; prise en compte du bois comme une source d'énergie pour la production d'électricité.
- Italie : obligation de rachat par la compagnie nationale d'électricité, à prix fort, de toute production d'électricité à partir d'énergies renouvelables, entraînant la mise en place d'un certain nombre d'installations de combustion de bois.
- Suède : importance de la biomasse dans la consommation énergétique (18 %) ; écotaxes et taxes sur l'énergie dans l'objectif d'une réduction des importations pétrolières et d'un arrêt de développement du nucléaire ; développement du bois-énergie orienté vers le chauffage urbain et l'industrie ; soutien au développement de la cogénération.
- Suisse : objectifs de réduction des émissions de CO₂ intégrant le développement du bois-énergie (doublement d'ici 2000) à tous niveaux, du collectif au domestique ; écotaxe sur le CO₂ envisagée ; taxe sur l'énergie pour alimenter un fonds de promotion des énergies renouvelables ; nombreux programmes d'aide aux investissements.

Les résultats de cette étude seront utilisés par l'ADEME pour alimenter la réflexion sur les mesures politiques de soutien au développement du bois-énergie en France.

Analyse du Cycle de Vie - ACV

■ Analyse du cycle de vie de la palette Europe

Partenariat : CTBA, Sté Écobilan

Financement : ADEME, Ministère de l'Agriculture, Industriels

Durée : 16 mois (1995-96)

Chef de projet CTBA : Philippe Ferro, Département Bois et Sciage

Publication en vente à la Librairie du CTBA : *Analyse du cycle de vie de la palette Europe*

Cette analyse de cycle de vie, ou écobilan, a été réalisée sur la palette Europe. Elle couvre les activités d'exploitation forestière, de scierie, de fabrication de palettes, de séchage, de traitement, ainsi que des circuits de recyclage et d'élimi-

nation en fin de vie. Pour aboutir à une analyse représentative, l'étude a porté sur trois essences : pin maritime, pin sylvestre, peuplier.

À l'échelle du cycle de vie complet d'une palette, l'étude montre que la récolte et la transformation du bois n'ont que peu d'impact sur l'environnement, contrairement aux divers transports qui constituent le poste le plus consommateur d'énergie fossile et sont à l'origine de la plupart des émissions dans l'atmosphère.

Les données issues de cette étude pourront être largement utilisées par les producteurs de palettes dans leur communication à propos du respect des exigences liées à l'environnement dans la conception et la fabrication des emballages, comme les nouvelles dispositions réglementaires l'exigent.

■ Mise en place d'une base de données sur les impacts environnementaux des matériaux de construction à base de bois

Partenariat : CTBA (coordinateur), Sté Écobilan

Financement : ADEME

Durée : 2 ans (1996-97)

Chef de projet CTBA : Gérard Deroubaix

Rapport disponible sur demande

Il s'agit de constituer une base de données utilisable à terme pour différents types d'évaluations des impacts environnementaux des matériaux et composants de construction à base de bois : analyses de cycle de vie, bilans d'impact sur sites de fabrication ou d'utilisation (mise en œuvre, vie en œuvre dans le bâtiment).

Les principes de construction de la base de données impacts environnementaux des matériaux de construction à base de bois ont été établis à partir d'une description des différentes phases du cycle de vie de 22 matériaux ou composants de construction à base de bois. Cette description s'est voulue relativement détaillée et a pris en compte, pour chacun des composants examinés, les différentes options possibles (essence de bois, traitements particuliers, nature des adjuvants, type de process de fabrication).

Le choix de la structure de cette base s'est porté sur une construction par modules paramétrés, afin de permettre, à la demande, d'établir un modèle descriptif d'un système particulier avec un grand nombre de choix d'options. L'utilisation de cette base est donc faite par un expert qui définira les valeurs des paramètres décrivant le ou les produits objets de son analyse et le type d'assemblage des modules en système pour l'analyse qu'il souhaite réaliser (analyse de cycle de vie ou bilan de site).

Les éléments de base de cette structure que sont les modules ou ateliers génériques ont donc été définis pour les phases de fabrication des produits qui sont apparues comme les plus complexes, compte tenu de la diversité des produits, de leur composition et des process. Ils ont également été définis pour les chantiers de construction, la phase « service dans le bâtiment », la phase démolition et la phase élimination des déchets de démolition sur l'option valorisation énergétique.

Cette structure est en place sur un système de gestion de base de données informatisé, le logiciel TEAM, développé par la société Écobilan.

Les données recueillies au CTBA par différentes études menées ces dernières années sur l'impact environnemental de ces matériaux ont été rassemblées et retravaillées pour être introduites dans la base de données. Simultanément, une recherche bibliographique et une consultation des centres de recherche européens travaillant sur ce sujet ont été réalisées pour rassembler les données d'intérêt pour cette base.

La base de données ainsi obtenue va permettre de regrouper toutes les données environnementales pertinentes sur le bois dans la construction afin d'alimenter des analyses environnementales sur le secteur composants de construction bois; elle permet également d'identifier les déficits d'information sur l'environnement dans ce secteur et donc d'orienter les études futures.

■ Action COST¹ E9 : Analyse de cycle de vie de la sylviculture et des produits de la forêt

Partenariat : Au niveau français : CTBA, AFOCEL, CEMAGREF, CTP, IDF, ONF, Écobilan ; Au niveau européen : Instituts de recherche participants de 18 pays

Financement : CE DG XII - COST

Durée : 4 ans (1997-2000)

Chef de projet CTBA : Gérard Deroubaix, Pôle Construction

L'objectif principal de cette action de type concertation est de développer les analyses de cycle de vie multidisciplinaires afin de couvrir l'ensemble de la sylviculture et des filières d'utilisation des produits de la forêt. Ceci pour les raisons suivantes :

- des développements et comparaisons de méthodologies sont nécessaires compte tenu de l'approche intégrée et équilibrée de la filière forêt-bois-papier,
- il y a un besoin d'interprétation des résultats et de leur mise en pratique,
- l'ACV va examiner les implications de l'utilisation du bois en comparaison avec d'autres produits,
- l'ACV contribuera à l'amélioration des process et produits.

Les bénéfices de l'action seront :

- de croiser différentes disciplines et cultures sur ce sujet,
- de coordonner l'approche ACV dans le secteur forêt-bois-papier,
- d'améliorer les méthodes de collecte et d'échange de données,
- de donner une base à la comparaison des produits bois et des autres,
- d'établir un forum européen sur l'ACV dans le secteur forêt-bois-papier.

Les objectifs initiaux sont de :

- proposer des méthodes et lignes directrices pour l'intégration des cycles du carbone, de l'énergie et des autres matériaux dans l'ACV de la sylviculture et des produits de la forêt,

- proposer des méthodes pour comparer différents modes d'utilisation des terres,
- développer une méthode pour comparer les systèmes de gestion forestière,
- proposer des règles de calcul et d'allocation pour les systèmes multiproduits et pour le recyclage, la production d'énergie et l'élimination des déchets,
- évaluer la récupération d'énergie à partir du bois et des fibres,
- résoudre les problèmes identifiés dans l'ACV de la sylviculture et des produits de la forêt,
- comparer des études ACV existantes.

Publications

Legay S., Labat G.
Biosorption of metals CCA for waste water clean-up : use of biomass
 Proceedings IRG 28th Symposium, mai 1997

Communications

Labat G.
Évaluation du risque des substances antibleuissement pour le bois au contact alimentaire
 Colloque Aliment Demain, Paris, octobre 1997

Deroubaix G.
Energy recovery from waste wood products : can chipped pallets be used as fuel ?
 4^{ème} Symposium Eurowood, Stockholm, Suède, septembre 1997

Deroubaix G., de Menthère N.
Life cycle analysis of the EUR pallet
 4^{ème} Symposium Eurowood, Stockholm, Suède, septembre 1997

Legay S., Labat G.
Biosorption of metals CCA for waste water clean-up : use of biomass
 IRG 28th Symposium on Wood preservation, Whistler, Canada, mai 1997

Deroubaix G.
Du déchet au combustible : utilisation du broyat de palette comme combustible bois
 Colloque ADEME « Valorisation énergétique des déchets industriels banals », Angers, France, mai 1997

Liste Sigles et Abréviations

ABIBOIS	Association Bretonne Interprofessionnelle du Bois	CODIFA	Comité de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement
ACTIA	Association de Coordination Technique pour l'Industrie Agro-alimentaire	Copernicus	Programme de recherche de l'UE ; coopération avec les pays de l'Est
ACV	Analyse de Cycle de Vie	COST	Coopération européenne dans le domaine de la recherche Scientifique et Technique
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	COV	Composés Organiques Volatils
ADRIAC	Association pour le Développement et de la Recherche dans les Industries Agroalimentaires et de Conditionnement	CRAFT	Type de projet de recherche européen adapté aux petites et moyennes entreprises
AERIAL	Applications multisectorielles des technologies de ionisation ; études et assistances techniques pour l'industrie agro-alimentaire	CRAN	Centre de Recherche en Automatique de Nancy
AFOCEL	Association Forêt-Cellulose	CRPF	Centre Régional de la Propriété Forestière
AIR	Programme de recherche de l'UE ; agriculture & pêche	CSIC	Faculté de chimie de San Sebastian, Espagne
AITIM	Association de recherche technique des industries du bois et du liège, Espagne	CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
ALUFR	Albert Luwings Université Fribourg, Allemagne	CTBA	Centre Technique du Bois et de l'Ameublement
ANRT	Association Nationale de la Recherche Technique	CTC	Centre Technique du Cuir
ANVAR	Agence Nationale de Valorisation de la Recherche	CTDC	Centre Technique du Décolletage
APECF	Association pour la Promotion des Emplois du Chêne et du Hêtre Français	CTH	Chalmers University of Technology, Suède
ARMEF	Association pour la Rationalisation et la Mécanisation de l'Exploitation Forestière	CTI	Centre Technique Industriel
BAM	Laboratoire d'essais des matériaux, Allemagne	CTICM	Centre Technique des Industries de la Construction Métallique
BFH	Laboratoire des sciences de la forêt et du bois, Allemagne	CTIFL	Centre Technique Industriel des Fruits et Légumes
BIP	Bureau Interprofessionnel du Pruneau	CTIMM	Centre technologique des industries du bois et de l'ameublement, Portugal
BRE	Centre de recherche du bâtiment, Grande Bretagne	CTP	Centre Technique du Papier
Brite-Euram	Programme de recherche de l'UE ; technologies industrielles et des matériaux	CTTB	Centre Technique des Tuiles et Briques
CAMIF	Centrale d'Achat Mutuelle d'Instituteurs de France	CUST	Centre Universitaire des Sciences et Techniques
CBE	Centre de la biomasse pour l'énergie, Portugal	DERF	Direction de l'Espace Rural et de la Forêt
CC	Conseil en finition, Danemark	DGCCRF	Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes
CCA	Cuivre Chrome Arsenic	DRAF	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique	DTI	Danish Technological Institute, Danemark
CEBTP	Centre d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics	EDF	Électricité de France
CEMAGREF	Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts	EFPG	École Française de Papeterie de Grenoble
CEN	Comité Européen de Normalisation	EMPA	Laboratoire d'essai des matériaux, Suisse
CERIB	Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton	ENGREF	École Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts
CETIAT	Centre Technique des Industries Aérodynamiques et Thermiques	ENI	École Nationale d'Ingénieurs
CETIH	Centre Technique des Industries de l'Habillement	ENS	École Normale Supérieure
CIBW	Commission de travail du Conseil International de Recherche, Études et Documentation du Bâtiment	ENSAM	École Nationale Supérieure des Arts et Métiers
CIDEMCO	Centre technique espagnol pour le bois et l'ameublement	ENSEM	École Nationale Supérieure d'Électricité et de Mécanique
CIFRE	Convention Industrielle de Formation à la Recherche	ENSTIB	École Nationale Supérieure des Sciences et Techniques du Bois
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement	ESEM	École Supérieure de l'Énergie et des Matériaux
CNRS	Centre National de Recherche Scientifique	ESIGEC	École Supérieure d'Ingénieurs de Chambéry
CODATA	Committee on Data for Science and Technology	EURÉKA	Initiative européenne de recherche industrielle
		EURIFI	Association européenne des organismes de recherche sur le meuble
		EUROWOOD	Association des organismes de recherche européens sur le bois
		FAIR	Programme de recherche de l'UE ; agriculture & pêche

FEDER	Fonds Européen de Développement Régional	ÖHFI	Institut de recherche sur le bois, Autriche
FFN	Fonds Forestier National	ONF	Office National des Forêts
FIRA	Centre technique de l'ameublement, Grande Bretagne	PACA	Provence-Alpes-Côte-d'Azur
FNBAT	Fédération Nationale du Bâtiment	PAH	Composés polyaromatiques
FVA BW	Laboratoire d'essais forestiers de Baden Württemberg, Allemagne	PCB	Polychlorobiphényle
FVA RP	Laboratoire d'essais forestiers de Rheinland Pfalz, Allemagne	PCDD	Polychlorodibenzodioxine
GEPIB	Groupement d'Étude et de Promotion dans les Industries Lourdes du Bois	PCDF	Polychlorodibenzofurane
IARF/UNIFI	Université de Florence, Institut de Technologies Forestières, Italie	PCP	Pentachlorophénol
ICSTM	Imperial College of Sciences Technology and Medicine, Grande Bretagne	PEG	Polyéthylène glycol
IF	Institut sur les techniques de la forêt, Autriche	PMI	Petites et Moyennes Industries
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques	RUG	Université de Gand, Belgique
INIA	Institut national de la recherche agricole, Espagne	SDVU	Institut national de recherche du bois, République Slovaque
INRA	Institut National de Recherche Agronomique	SERAM	Société d'Étude et de Recherche de l'école nationale supérieure des Arts et Métiers
IRABOIS	Institut de Recherche Appliquée au Bois	SERISE	Systèmes Expert de Recherche de l'Information Sécuritaire et Ergonomique
IRG	Groupe de recherche international sur la préservation du bois	SHR	Fondation de recherche sur le bois, Pays-Bas
IRL	Institut pour la recherche sur le bois, Italie	SIR	Syndicat Interprofessionnel du Reblochon
ITD	Institut technologique du bois, Pologne	SLU	Université suédoise de l'agriculture
ITF	Institut Textile de France	SNFMI	Syndicat National des Fabricants de Menuiseries Industrielles
ITIME	Institut de technologie et d'innovation pour la modernisation des entreprises, Portugal	SNRTI	Institut national d'essais et de recherche technologiques du bâtiment, Suède
ITL	Institut pour la technologie du bois, Italie	SP	Institut suédois d'essais et recherches
IUFRO	Union Internationale des Organisations de Recherche Forestière	SUAS	Université suédoise des sciences de l'agriculture
IUT	Institut Universitaire de Technologie	SYPAL	Syndicat National des fabricants de Palettes en bois
LEPT	Laboratoire d'Énergétique et des Phénomènes de Transfert	TIM	Programme de recherche de l'UE ; technologies industrielles et des matériaux
LFM	Laboratoire de Fiabilité Mécanique	TNO	Centre technique industriel, Pays-Bas
LIFE	Programme d'action de l'UE ; environnement	TRADA	Association pour la recherche et le développement du bois, Grande Bretagne
LMT	Laboratoire de Mécanique et Technologie de Cachan	TRÅTEK	Institut suédois de recherche sur les technologies du bois
LNE	Laboratoire National d'Essais	UE	Union Européenne
LNEC	Laboratoire national d'ingénierie civile, Portugal	UEA	Union Européenne de l'Ameublement
LRBB	Laboratoire de Rhéologie du Bois de Bordeaux	UIT	Union des Industries Textiles
LTH	Lund university of technology, Suède	UNIFA	Union Nationale des Industries Françaises de l'Ameublement
LUTH	Luleå university of technology, Suède	UPM	Université de Madrid, département forestier, Espagne
MDF	Medium Density Fibreboard	UT	Université de Tuscia, Italie
MUF et PF	Mélamine Urée Formol et Phénol Formol	UTC	Université Technologique de Compiègne
NISK	Norwegian forest research institute, Norvège	VTT	Centre technique industriel, Finlande
NIT	Institut national de technologie, Norvège	WKI	Institut de recherche sur le bois et les procédés associés, Allemagne
NTI	Institut norvégien de technologie du bois	WSL	Institut de recherche sur la forêt, la neige et les paysages, Suisse
Normes, Mesures et Essais	Programme de recherche de l'UE		

LOUIS-JEAN
avenue d'Embrun, 05003 GAP cedex
Tél. : 04.92.53.17.00
Dépôt légal : 642 — Juillet 1998
Imprimé en France