

The background is a lush green forest with sunlight filtering through the trees. A diagonal, light-colored paper-like overlay covers the right side of the image, serving as a background for the text.

**pavatex**

Ernst **Basler** + **Partner**

Dr. Frank Werner  
**Umwelt & Entwicklung**

# Construire et habiter avec la nature

## **MENTIONS LÉGALES**

Éditrice: PAVATEX SA, Rte de la Pisciculture 37, 1701 Fribourg

Responsables: Martin Tobler, Volker Brombacher, Yann Perret

Rédaction: Ernst Basler + Partner AG, Zollikon en collaboration avec Dr. Frank Werner, Zurich

Design: Ernst Basler + Partner AG, Zollikon en collaboration avec Christian Aeberhard, Bâle

Brochure en ligne: [www.pavatex.com/environnement](http://www.pavatex.com/environnement)

Contact: [environnement@pavatex.com](mailto:environnement@pavatex.com)

**Cette brochure a été imprimée sur du papier d'origine locale certifié FSC.**

## CHÈRE LECTRICE, CHER LECTEUR

**Qu'est-ce que la durabilité?**

Et qu'est-ce que cela signifie chez PAVATEX? Le terme de durabilité est apparu au 18ème siècle et vient, à l'origine, de l'économie forestière: on ne peut récolter que l'accroissement naturel. Le terme est devenu mondialement connu avec le rapport Brundtland en 1987 et la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro (1992): un développement durable répond aux besoins des générations actuelles sans compromettre ceux des générations futures. Les points de vue environnementaux doivent être considérés sous des aspects équitables, sociaux et économiques.

PAVATEX contribue aussi au développement durable. Avec nos systèmes d'isolation en fibres de bois, nous fournissons les bases d'une construction durable. Et qui construit durablement doit prendre en compte tout le cycle de vie d'un bien immobilier: de l'origine des matières premières en passant par la production des matériaux de construction, leur utilisation dans les bâtiments ainsi que leur élimination.

Avec cette brochure, nous souhaitons vous donner une vision approfondie de la durabilité chez PAVATEX. Nous nous concentrons principalement sur les aspects écologiques mais les composantes sociales et économiques sont également abordées brièvement. Le renommé bureau d'ingénieurs Ernst Basler + Partner a collaboré avec le spécialiste reconnu Dr. Frank Werner. Dans la rubrique **Matière première**, vous apprendrez de quelle manière l'utilisation du bois provenant de l'économie forestière durable aide aussi le climat. Vous trouverez plus d'informations sur nos procédés de fabrication dans la partie **Production**. Sous la rubrique **Utilisation**, vous serez éclairés sur la manière dont les isolants en fibres de bois PAVATEX utilisés dans les bâtiments réduisent non seulement les frais de chauffage mais aussi les émissions de CO<sub>2</sub>. Sous **Revalorisation**, nous vous montrons comment nos produits sont revalorisés – en tant que matière et sous forme thermique – à la fin de leur utilisation, ce qui permet de préserver les ressources durant tout le cycle de vie et d'avoir de très faibles émissions de CO<sub>2</sub>.

Nous vous souhaitons une lecture intéressante et enrichissante.

Meilleures salutations,  
Martin Brettenthaler



MARTIN BRETTENTHALER

CEO / Délégué du Conseil d'administration

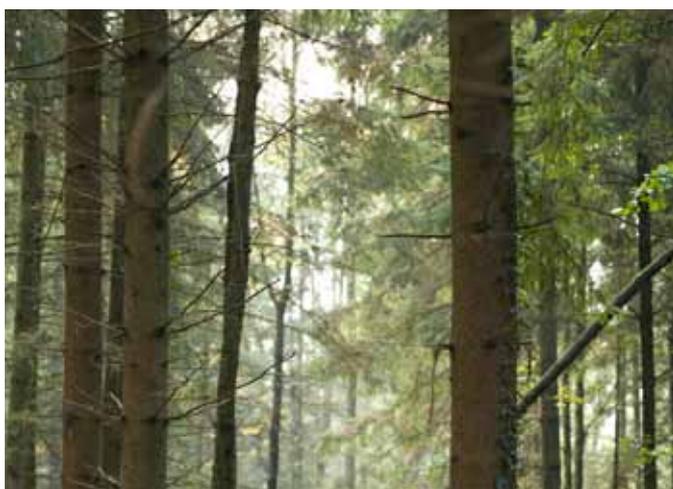
PAVATEX SA

# 3

Éditorial

# 6

**Matière première**  
Du bois d'ici



Page **6**

# 10

**Production**  
Écologique, efficient,  
renouvelable



Page **10**

**14**

**Utilisation**  
Bien-être naturel



Page **14**

**20**

**Revalorisation**  
Clôture du cycle



Page **20**

**25**

**Bilan**  
Durabilité  
gagnante



**Du bois  
d'ici**

## MATIÈRE PREMIÈRE NATURE

**Les matériaux isolants à base de fibres de bois PAVATEX portent le «Certificat d'origine bois Suisse». Car l'entreprise mise principalement sur du bois régional pour ses systèmes d'isolation en fibres de bois. Celui-ci provient de l'économie forestière durable. Non seulement la forêt mais aussi notre climat en profite – et la valeur ajoutée reste dans la région.**

Du fait que PAVATEX travaille selon les critères du label «Certificat d'origine bois Suisse», plus de 80% du bois utilisé provient de forêts suisses. Des bases légales strictes y garantissent une exploitation durable. Selon la loi sur la forêt, les forêts doivent être exploitées de telle manière qu'elles puissent remplir en permanence leurs fonctions telles que l'utilisation du bois, la protection, le repos et la biodiversité. Acheter du bois de la forêt suisse n'est pas seulement durable en raison des directives strictes – il y a tout simplement suffisamment de bois indigène.

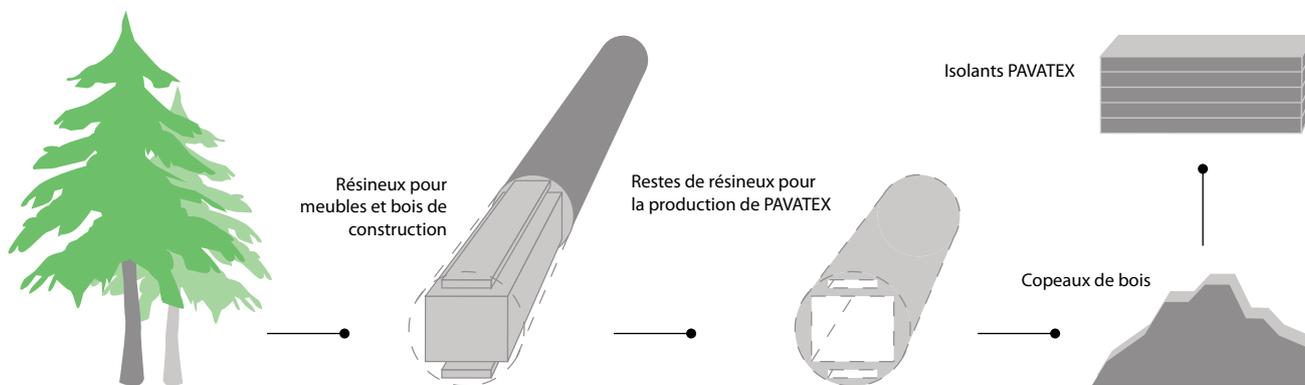
### Utilisation intelligente des résidus de bois

Près d'un tiers de la Suisse est couvert de forêts. Et chaque année il pousse plus de bois qu'il n'en est exploité: la surface forestière croît en permanence. L'accroissement est de près de 10 millions de m<sup>3</sup> de bois par an. L'utilisation se restreint cependant à seulement sept millions de m<sup>3</sup>. Une grande partie de la matière première qui pousse reste ainsi inutilisée dans la forêt. Il existe cependant des différences régionales et spéci-

ifiques aux essences d'arbres. Les matières premières destinées aux matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX se composent de restes de résineux de scieries. Ces résidus de bois sont des produits annexes de la production de bois d'ébénisterie et de construction. Habituellement, ils sont utilisés pour la fabrication du papier ou directement brûlés. Grâce à la transformation en matériaux isolants en fibres de bois, les restes de résineux sont utilisés intelligemment et servent de combustible seulement après une longue utilisation dans des bâtiments.

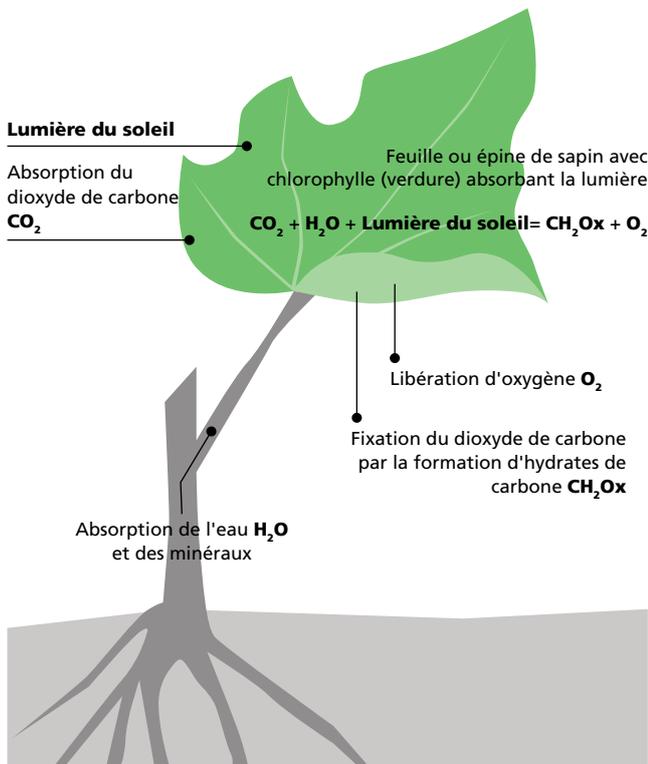
### L'économie forestière durable réduit le CO<sub>2</sub>

Comme le bois est une matière renouvelable, qui pousse naturellement, son exploitation ne nécessite que peu d'énergie et aucun engrais. L'exploitation de la forêt joue un rôle central de réducteur de CO<sub>2</sub> pour la protection climatique: les feuilles et les épines de sapin absorbent le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Par la photosynthèse, les arbres transforment le CO<sub>2</sub> avec l'eau, les matières nutritives et la lumière en hydrates de carbone. Les arbres poussent en hauteur et produisent du bois. Si celui-ci reste inutilisé sur le sol de la forêt lorsque l'arbre est mort, le processus de décomposition des branches et troncs commence. Ainsi, le carbone est de nouveau libéré et retourne dans l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub>. Un processus naturel que PAVATEX ralentit: le bois est utilisé et transformé en matériaux isolants en fibres de bois. Ceux-ci stockent le carbone durablement et retirent le CO<sub>2</sub> du circuit global pour des décennies.



#### Matière première résiduelle:

PAVATEX transforme des résidus de résineux provenant de scieries en matériaux isolants.



**Photosynthèse:**

À l'aide de l'énergie lumineuse, des substances anorganiques à faible teneur en énergie (principalement du dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> et de l'eau H<sub>2</sub>O) il se crée des liaisons organiques riches en énergie (hydrate de carbone) et en oxygène O<sub>2</sub>. C'est ainsi qu'est créé, par exemple, le bois. Le bois de feuillu ou de résineux absorbe donc le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Lorsque le bois est transformé en panneaux isolants PAVATEX, le gaz à effet de serre est piégé à long terme et, par conséquent, retiré de l'atmosphère.



**Matière première de nos forêts**

**Diversité des fonctions de la forêt**

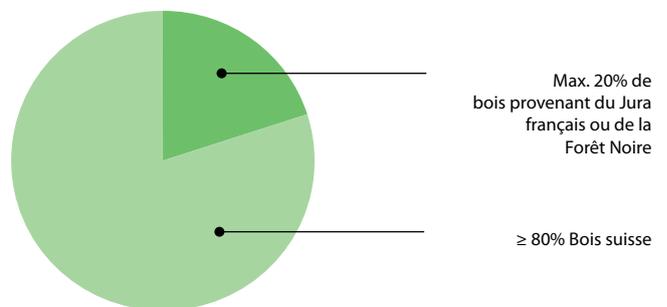
Sans une exploitation active, nos forêts ne pourraient pas remplir d'importantes fonctions économiques et écologiques: partout, les forêts de protection protègent des quartiers d'habitation et des voies de circulation contre les avalanches et les chutes de pierres. Les forêts servent aussi d'importants réservoirs d'eau et empêchent les inondations. De nombreuses personnes passent leur temps libre dans la forêt pour se détendre ou faire du sport. De plus, les réserves de forêt offrent des espaces vitaux à diverses sortes d'animaux et de plantes.

**Renforcement de la valeur ajoutée locale**

Le fait que PAVATEX achète une grande partie de son bois en Suisse ne profite pas qu'à la forêt et au climat – l'entreprise contribue indirectement au développement dans les campagnes. En Suisse, près de 9'100 personnes travaillent dans des exploitations forestières et des scieries. Près de 2'700 entreprises forestières exploitent les forêts suisses. Elles contribuent considérablement à la conservation de la valeur ajoutée régionale.

**Importation de bois industriel – garanti durable**

La part de bois que PAVATEX importe est de 20% au maximum et provient de forêts limitrophes du Jura français et de la Forêt Noire. Vous ne trouverez aucun bois de forêts tropicales chez PAVATEX. L'entreprise s'engage en faveur d'une économie forestière respectant l'environnement, sociale et supportable économiquement. ■



**Origine du bois:**  
Provenance de la matière première PAVATEX.



MICHAEL GAUTSCHI

Direction du programme plan d'action Bois

Office fédéral de l'environnement OFEV, Division Forêts

«En Suisse, il pousse actuellement plus de bois qu'il en est abattu, surtout dans les forêts privées et les endroits peu accessibles. Pour cette raison, une utilisation durable de nos forêts à laquelle PAVATEX attache une grande importance, est plus qu'utile: le respect de la loi suisse sur les forêts (LFo) garantit de très hauts standards écologiques dans l'exploitation de la forêt. Les forêts régulièrement exploitées sont plus stables contre les influences naturelles comme les tempêtes et les avalanches et offrent un espace vital à divers animaux et plantes. Une exploitation durable de la forêt joue également un rôle important dans la protection climatique. Et n'oublions pas que l'économie forestière et du bois crée des emplois.»



**Copeaux de bois résidus de scieries:**  
PAVATEX réutilise intelligemment les restes de résineux des scieries.



**Écologique, efficient,  
renouvelable**

## PRODUIRE EN RESPECTANT L'ENVIRONNEMENT

**Lors de la fabrication, PAVATEX attache une grande importance à la durabilité. Le procédé humide permet d'avoir une production sans encollage artificiel des fibres. De plus, PAVATEX renonce à l'ajout de fongicides et d'agents ignifuges. Et grâce à la réduction continue du besoin en énergie et à l'utilisation d'énergies renouvelables, l'entreprise contribue à la protection du climat.**

Les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX sont fabriqués dans les usines de production de Cham et Fribourg (CH) à partir de bois résidus de scieries. Le bois provient en majorité de forêts à proximité des usines. À Fribourg, par exemple, plus de la moitié des scieries se trouvent à moins de 50 km de l'unité de production. Ainsi, PAVATEX maintient volontairement de courtes distances de transport.

### Du copeau au produit isolant

Le 95% du bois est livré par des scieries sous forme de copeaux. Le reste est broyé par une déchiqueteuse. Maintenant, la production proprement dite peut commencer. PAVATEX produit en procédé humide: les copeaux sont ramollis et défibrés dans de la vapeur d'eau à une pression de 3 à 8 bars. Ensuite, les fibres sont mélangées et forment une pâte contenant jusqu'à 98% d'eau. Dans la machine à former, l'eau est extraite des fibres de bois pour former un gâteau. Ce gâteau est ensuite découpé dans le sens de la longueur et introduit dans le canal de séchage. Là, les panneaux isolants en fibres de bois presque achevés sont séchés à des températures entre 160°C et 200°C. Ceci est un processus gourmand en énergie. Ensuite, les panneaux sont poncés, formatés et emballés. Durant tout le processus de production, les matériaux isolants en fibres de bois subissent plusieurs fois des contrôles de qualité. Ce n'est que lorsqu'ils répondent à toutes les exigences qu'ils sont livrés aux clients.

### Procédé humide, intelligent et écologique

Dans la production des panneaux isolants en fibres de bois, on fait la différence entre deux procédés de fabrication: le procédé sec et le procédé humide. Les panneaux souples d'isolation en fibres de bois sont produits uniquement en procédé sec. En règle générale, des fibres textiles synthétiques (p. ex. polyéthylène)

lène) sont ajoutées comme fibres liantes. Pour la fabrication de ses panneaux résistants à la pression, PAVATEX utilise le procédé humide. De tels panneaux peuvent également être produits à sec, mais ils nécessitent un liant supplémentaire (p. ex. jusqu'à 5% de diisocyanate de diphenylméthylène polymère). Le procédé humide est écologique car la tenue du panneau provient de l'enchevêtrement des fibres et des liaisons hydrogènes entre les groupes OH et les composants du bois. et ne nécessite donc aucun ajout de liant lors du pressage ou du séchage. Pour fabriquer des panneaux plus épais à plusieurs couches, PAVATEX utilise de la colle blanche (polyacétate de vinyle). Celle-ci est écologiquement compatible, sa part dans le produit fini est seulement de 1 à 2%. Les matériaux à base de fibres de bois peuvent être plus tard brûlés ou compostés sans effets négatifs sur la santé et l'environnement.

### Est-ce que PAVATEX utilise des additifs?

Selon l'application du produit, on utilise des additifs pour la fabrication des panneaux isolants en fibres de bois, que ce soit en procédé sec ou humide.

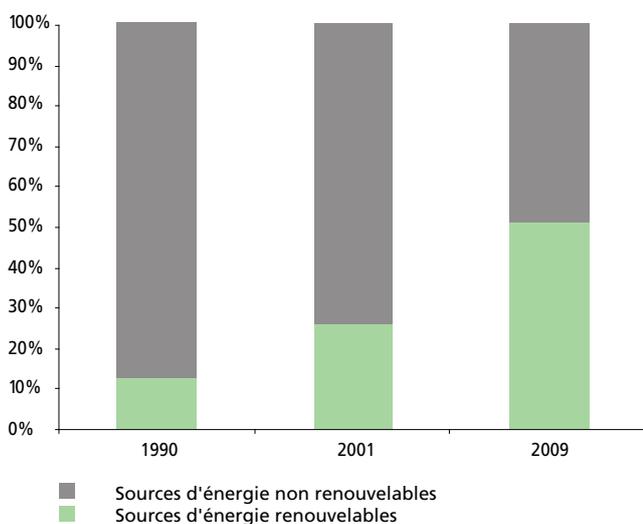
Pour tous les produits, PAVATEX déclare systématiquement les additifs contenus. Les déclarations détaillées des produits se trouvent à l'adresse:

[www.pavatex.com/environnement](http://www.pavatex.com/environnement)

### Utilisation d'énergies renouvelables

Même si le procédé humide est une méthode de production judicieuse et écologique – sans électricité ni chaleur, ce procédé n'est pas réalisable. PAVATEX utilise donc des énergies renouvelables. À Fribourg, on produit de l'énergie à partir de la biomasse depuis des années. À Cham, PAVATEX utilise une chaudière fonctionnant à la biomasse. Depuis 2008, la chaufferie équipée d'un système ultramoderne de traitement de l'air alimente la production en vapeur grâce à la combustion des restes de bois et de copeaux combustibles naturels. Ce qui, a conduit à une nette diminution des émissions de CO<sub>2</sub> entre 2007 et 2009, malgré une forte augmentation de la production durant la même période.

De plus, le remplacement successif du mazout lourd par de la graisse animale et du gaz naturel sur les deux sites de production a amélioré le bilan climatique de PAVATEX. En 1990, la chaleur était produite, sur les deux sites, presque uniquement avec du mazout lourd polluant. Aujourd'hui, plus de 50% du besoin en énergie thermique provient des énergies renouvelables.

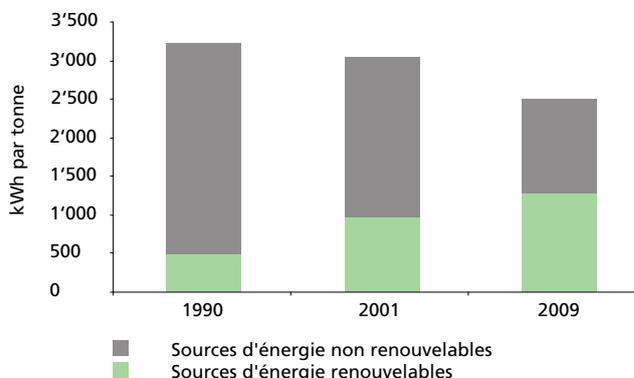


#### Investissement dans le climat:

En 1990, la chaleur était exclusivement produite par du mazout lourd polluant. En 2009, plus de 50% provient d'énergies renouvelables, comme p. ex. la biomasse.

### Besoin en énergie en baisse constante

PAVATEX réduit en permanence son besoin énergétique par unité produite. Ainsi, la consommation d'énergie pour la production d'un kilogramme de matériau isolant en fibres de bois a pu être considérablement diminuée entre 1990 et 2009: la réduction de l'énergie thermique est de 25% et la consommation électrique a été réduite de 22%. Économiquement, c'est également rentable. Les mesures les plus importantes de PAVATEX pour augmenter l'efficacité énergétique furent l'augmentation de la teneur en matières sèches des panneaux avant séchage et l'installation d'une rallonge de séchoir ultramoderne.



#### Besoin en énergie:

Pour la fabrication d'une tonne de matériaux isolants PAVATEX

### Amélioration du bilan carbone

Grâce à la combinaison de l'énergie renouvelable et de l'efficacité énergétique, PAVATEX a poursuivi la baisse de ses émissions de CO<sub>2</sub>: avec la chaudière à biomasse, ce sont près de 37'500 MWh de gaz qui sont économisés chaque année. Le remplacement du mazout lourd par de la biomasse (p. ex. déchets de bois de la production) ou de la graisse animale améliore considérablement le bilan carbone. Les augmentations d'efficacité sont importantes du fait que, non seulement, le changement de ressources énergétiques a apporté des améliorations, mais aussi l'utilisation de nouvelles installations avec un meilleur rendement. Ainsi, les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> provenant de sources d'énergie fossiles a baissé de 4'000 tonnes de 2007 à 2009.

### Des objectifs d'engagement dans la protection climatique

En tant que membre du WWF Climate Group, PAVATEX s'est engagé à réduire de 10% supplémentaires ses émissions de CO<sub>2</sub> convenues avec l'Agence suisse de l'énergie pour l'économie (AEnEC). L'entreprise a pris l'engagement avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) de réduire l'intensité du CO<sub>2</sub> de 100 à 66% jusqu'en 2010 par rapport à 2001. L'intensité du CO<sub>2</sub> de PAVATEX est, en 2010, d'environ 35% – l'objectif a donc été largement atteint. PAVATEX se soucie également de sa consommation d'eau.

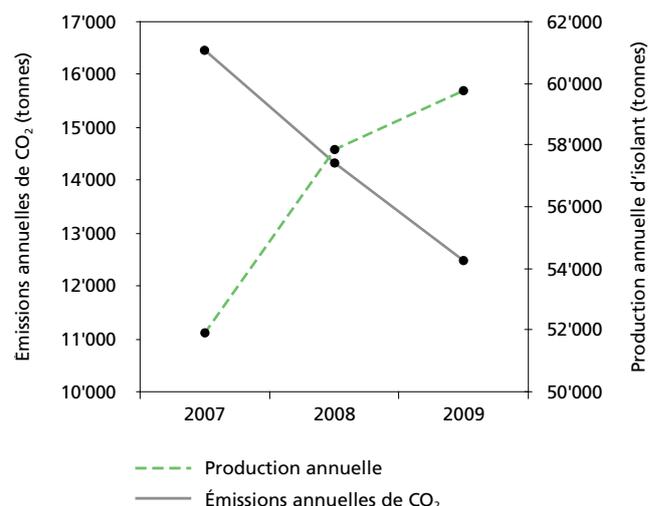
Comment PAVATEX économise l'énergie?

1. Le séchoir est le plus gros consommateur d'énergie dans le processus de production. La mise en marche et l'arrêt de l'installation durent dans les deux cas environ une heure. Durant cette période, la consommation d'énergie est d'une part plus élevée et d'autre part, la production est faible: grâce à une optimisation des processus, la fréquence des changements de régime du séchoir a pu être considérablement réduite.
2. Grâce à une nouvelle machine à former, la teneur en matières sèches des panneaux de fibres avant séchoir à Cham a pu être augmentée. Ainsi, il y a 9.2% d'eau en moins à évaporer.
3. Le bâtiment du séchoir a été complètement isolé en 2009. Grâce à la meilleure isolation du bâtiment, la température est plus élevée dans le bâtiment du séchoir et, par conséquent, la perte de chaleur du séchoir est plus faible.
4. Le moteur du défibreur est, avec 2,1 MW de puissance, le plus gros moteur dans l'usine et fonctionne 24 heures sur 24 pendant 350 jours. Le nouveau moteur apporte une augmentation moyenne d'efficacité de 4%. Les nouveaux segments du défibreur économisent 5% d'énergie électrique supplémentaires.
5. Grâce à des procédures optimisées, la disponibilité de toute l'installation a pu être considérablement augmentée. Ce qui économise beaucoup d'énergie et augmente la rentabilité.

Grâce à l'optimisation du circuit d'eau fermé depuis des décennies dans l'usine de Cham, l'entreprise a pu réduire la consommation d'eau fraîche nécessaire à la production.

**Un engagement plusieurs fois récompensé**

Du fait que les réductions d'émissions de CO<sub>2</sub> convenues ont été largement dépassées, PAVATEX a pu générer des certificats CO<sub>2</sub> et les vendre à la Fondation Centime Climatique. PAVATEX s'est également fait certifier selon la norme ISO 14001 pour les ateliers de production. Ainsi, l'entreprise se donne les moyens d'améliorer en permanence sa performance environnementale. En tant que membre du WWF Climate Group, PAVATEX poursuit son engagement: ainsi, par exemple, avec l'utilisation de camions répondant aux normes Euro 4, 5 ou 6. De plus, l'entreprise diminue la consommation d'électricité grâce à l'optimisation des moteurs utilisés ainsi que par l'acquisition de nouveaux moteurs plus efficaces. PAVATEX analyse en permanence dans quels secteurs il existe du potentiel d'optimisation. ■



**Énergie renouvelable chez PAVATEX:**

Influence des mesures énergétiques et de la chaudière à biomasse de Cham sur les émissions de CO<sub>2</sub> de la production.

A photograph of a forest floor covered in green moss and small plants. In the center, a simple A-frame structure is built from two light-colored wooden planks. The background is a dense forest of tall, thin trees with sunlight filtering through the canopy. The text 'Bien-être naturel' is overlaid in the bottom right corner.

**Bien-être  
naturel**

## CONSTRUIRE DURABLEMENT AVEC PAVATEX

**Celui qui veut investir dans l'avenir construit de manière durable. PAVATEX fournit les bases de ce concept avec ses matériaux isolants en fibres de bois. Ceux-ci apportent une plus-value non seulement d'un point de vue écologique, mais ils sont aussi inoffensifs pour la santé. Économiquement, leur utilisation est rentable à plusieurs niveaux.**

Lors de l'utilisation dans des bâtiments, les avantages des matériaux isolants en fibres de bois de PAVATEX sont vite évidents. Car, qu'il s'agisse de construction neuve ou de rénovation, ils permettent d'économiser une grande quantité d'énergie et de CO<sub>2</sub>.

### Double protection climatique

Grâce au pouvoir isolant des produits en fibres de bois PAVATEX, la consommation d'énergie des bâtiments est considérablement réduite. Lors d'une rénovation, on peut économiser jusqu'à 50% d'énergie de chauffage selon le bâtiment. Dans tous les cas, on regagne l'énergie qui a été utilisée pour la fabrication des matériaux isolants, et ceci dès les premières périodes de chauffage. Avec les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX, il est aussi possible d'atteindre les standards de basse énergie en vigueur dans les bâtiments neufs, comme par exemple le standard de maison passive ou Minergie.

L'économie d'énergie abaisse non seulement les frais de chauffage mais réduit aussi les émissions de CO<sub>2</sub>. Pour une maison individuelle typique, ceci peut représenter facilement deux tonnes par an. De plus, les matériaux isolants en fibres de bois contiennent beaucoup de carbone qui a été absorbé par les arbres et transformé en CO<sub>2</sub>. Les matériaux isolants en fibres de bois emmagasinent ce carbone durablement et retirent le CO<sub>2</sub> du circuit global pendant des décennies. Celui qui utilise des matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX soulage ainsi deux fois le climat.

### Contribution aux objectifs de l'environnement

PAVATEX contribue à ce que d'importantes stratégies énergétiques mais aussi des lois soient appliquées dans la pratique. En Suisse, par exemple, on fait la promotion de la société à 2000 Watts. Celle-ci a comme objectif de réduire la consommation d'énergie par personne d'environ 6'000 watts

actuellement à 2'000 watts. Une des plus importantes mesures est d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. En Allemagne, les buts sont définis dans la nouvelle ordonnance sur l'économie d'énergie (EnEV). L'objectif est d'abaisser de 30% le besoin en énergie de chauffage dans le secteur du bâtiment. En France, PAVATEX contribue à faire appliquer le Grenelle de l'environnement. Celui-ci définit dans les grandes lignes la politique du gouvernement en matière d'écologie, de développement et d'aménagement durables.

### La garantie d'un habitat sain

Même pour la santé, les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX sont inoffensifs. Ceci est important, car les habitants d'Europe Centrale passent 90% de l'année dans des bâtiments fermés. Après la construction ou d'importants travaux de rénovation, il est possible qu'il y ait dégagement de substances nocives pour la santé. Il s'agit souvent de Volatile Organic



Climat agréable grâce à l'isolation de sol PAVATEX

Compounds (VOC), un groupe de combinaisons organiques volatiles qui peuvent provoquer des maux de tête, de la fatigue et d'autres maladies. Du fait que les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX utilisent du bois d'épicéa et de sapin et que la production se fait dans un processus écologique, les émissions de VOC sont de très faible niveau et sont inoffensives pour la santé. Du fait que les fibres de bois utilisées pour les matériaux isolants possèdent une structure poreuse, perméable à l'air, les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX sont également ouverts à la diffusion et permettent ainsi d'avoir une régulation optimale de l'humidité de l'air des pièces: Les fibres de bois absorbent la vapeur d'eau en présence d'une forte humidité de l'air et la restitue lorsque l'air est sec. Ceci permet d'éviter la formation de moisissures. Ainsi, plus rien ne peut venir à l'encontre d'un climat d'habitation agréable. Pour cette raison, les spécialistes de l'habitat sain, par exemple le Sentinel-Haus Institut, recommandent l'utilisation de matériaux isolants en fibres de bois. De nombreux produits PAVATEX sont également

distingués par le label **natureplus** et le matériau isolant **Pavatherm** a reçu deux fois la note générale «Très bien» au test du magazine Öko-Test.

### Plus-value économique

Dans l'esprit de la durabilité, l'utilisation des matériaux isolants en fibres de bois doit être rentable économiquement. Une chose est claire: celui qui mise sur des systèmes ouverts à la diffusion et étanches à l'air à base de fibres de bois de PAVATEX ne profite pas seulement de la baisse des frais de chauffage. Le confort d'habitation augmente grâce à un climat sain, mais aussi grâce à une fonctionnalité élevée des produits. Les matériaux isolants en fibres de bois ont une longue durée de vie et protègent très efficacement non seulement contre le froid en hiver mais également contre la chaleur en été. En même temps, ils présentent des propriétés acoustiques très intéressantes.



PROF. DR. HOLGER WALLBAUM

Chaire de construction durable

ETH Zurich, Institut management construction et infrastructures

«Dans la discussion actuelle sur la construction durable, il ne s'agit plus seulement de protection climatique par une isolation thermique améliorée réduisant les besoins en chauffage. La durabilité des matériaux de construction utilisés est également très importante. Celui qui utilise les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX, ne fait pas que réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>. Il utilise aussi un matériau de construction avec une matière première renouvelable produite écologiquement. Les matériaux isolants en fibres de bois sont aussi inoffensifs pour la santé et procurent un climat d'habitation optimal. Les produits PAVATEX peuvent certes être plus épais comparativement à d'autres matériaux isolants. En Suisse, la surface d'habitat par personne est passée de 35 à 40 m<sup>2</sup> en 1990 à 55 m<sup>2</sup> aujourd'hui. Compte tenu de ceci, une discussion sur l'épaisseur des matériaux isolants a peu de sens, justement, lorsqu'il s'agit de matériaux vraiment durables comme ceux de PAVATEX.»

### ISOLATION OPTIMALE DANS TOUTES LES PARTIES DU BÂTIMENT

**PAVATEX propose une gamme de matériaux isolants convenant à la construction durable. Elle comporte aussi bien des matériaux isolants pour une isolation entre chevrons que des panneaux denses supportant des charges. Qu'il s'agisse de toit, de mur intérieur et extérieur, de plafond ou de sol – les produits de haute qualité sont utilisables dans toute la maison de diverses manières.**

Celui qui isole avec PAVATEX réduit non seulement durablement ses frais d'énergie mais contribue aussi à la protection de l'environnement et du climat. Grâce à leurs propriétés multifonctionnelles, les matériaux isolants protègent de manière optimale contre le froid, la chaleur estivale, le bruit et le feu. Même du point de vue biologique, ils sont irréprochables. Les constructions et valeurs techniques contrôlées ainsi que le conseil compétent de PAVATEX ont fait leur preuve des millions de fois. Grâce aux systèmes multifonctionnels PAVATEX, la valeur immobilière d'un bâtiment est augmentée à long terme.

#### Isolation de toiture multifonctionnelle

Une des parties du bâtiment subissant le plus de contraintes est le toit. Il doit protéger en même temps du froid, mais aussi de la chaleur estivale, du bruit et de la pluie. Du fait que 20 à 30% de l'énergie s'échappent par les surfaces du toit, il faut qu'il présente une excellente isolation. Les panneaux PAVATEX ont une densité particulièrement élevée et, par conséquent, répondent d'autant plus à toutes ces exigences.

#### Isolation de façade très performante

La façade doit protéger les habitants contre les influences extérieures. Comme 10 à 20% de l'énergie est perdu à cause de murs extérieurs mal isolés, il est indispensable d'avoir une isolation de la façade efficace afin d'abaisser les frais d'énergie. Que ce soit pour les façades ventilées ou crépies: les matériaux isolants de PAVATEX contribuent à ce que les bâtiments correspondent au tout nouveau standard d'énergie et forment toujours une enveloppe protectrice pour un habitat plus confortable.

#### Un climat intérieur sain

Les produits de PAVATEX favorisent une régulation idéale de l'humidité grâce à leur ouverture à la diffusion de vapeur. L'isolation intérieure PAVADENTRO utilise les propriétés hygroscopiques des fibres de bois et prévient ainsi contre la formation destructrice de la condensation. De plus, la couche minérale fonctionnelle permet d'avoir un transport contrôlé de l'humidité: elle absorbe la vapeur d'eau lorsque l'humidité de l'air intérieur est élevée et la restitue lorsque l'air est sec. Cela garantit un climat intérieur sain et agréable.

#### Isolation agréable du sol

Le sol d'une maison n'est pas exposé seulement à des contraintes thermiques – il est aussi soumis tous les jours aux bruits aériens et solidiens. En plus des valeurs d'isolation thermique, les systèmes d'isolation PAVATEX supportent des charges élevées sous des chapes et contribuent significativement à l'isolation phonique. Ceci procure tranquillité et confort dans les pièces de l'habitation. Le système d'isolation avec des lattes d'assemblage pour les planchers massifs isolant thermiquement et phoniquement complète la gamme de PAVATEX dans le domaine des sols.



#### Traitement de PAVATEX DIFFUTHERM:

Le système PAVATEX DIFFUTHERM est une solution idéale pour l'isolation d'une façade à crépir. Car elle se base sur plusieurs couches de fibres de bois de différentes densités. En combinaison avec PAVAFLEX, PAVATEX DIFFUTHERM procure une stabilisation de l'humidité du mur sans risque de formation de moisissure.

## ÉNERGIE GRISE: PAVATEX TIRE LE BILAN

**Celui qui fait une rénovation énergétique de l'enveloppe du bâtiment diminue sa consommation d'énergie. Pour pouvoir juger correctement de la durabilité d'une isolation thermique, il faut aussi tenir compte de l'énergie utilisée lors de la fabrication des matériaux isolants. PAVATEX a comparé l'énergie économisée par l'isolation thermique avec «l'Énergie Grise» accumulée dans le matériau isolant.**

L'Énergie Grise comprend l'énergie primaire non renouvelable contenue dans un produit, qui est utilisée dans l'extraction de la matière première, les processus de fabrication et de traitement et l'élimination, y compris les transports et produits auxiliaires nécessaires. Elle est aussi appelée dépense d'énergie non renouvelable cumulée. Les sources d'énergie non renouvelables sont, par exemple, l'uranium, le pétrole, le charbon. Si ces processus sont liés à une forte dépense d'énergie ou de fortes émissions de CO<sub>2</sub>, cela peut durer des années avant qu'ils ne soient amortis par l'amélioration de l'isolation thermique d'un bâtiment.

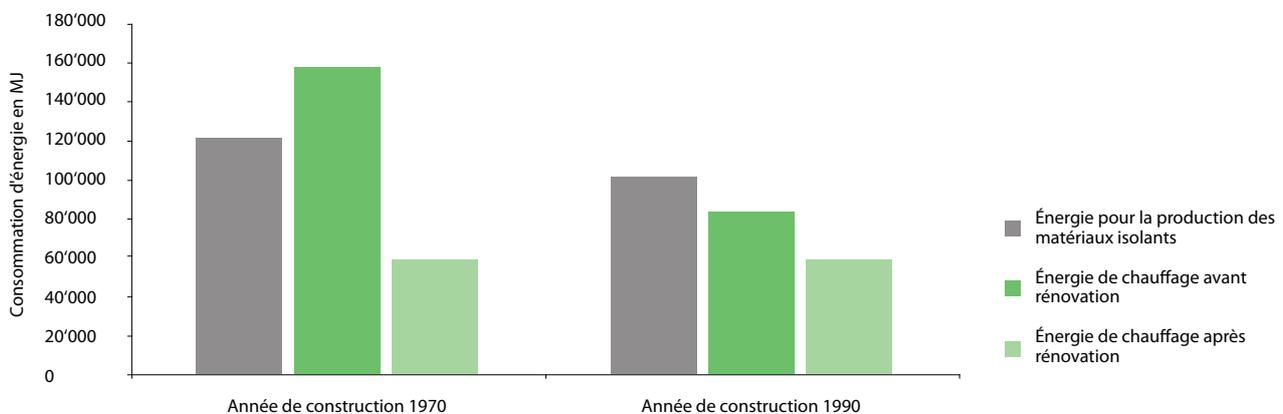
### Contrôle du bilan énergétique et carbone

PAVATEX a comparé l'énergie économisée par l'amélioration de l'isolation thermique avec l'Énergie Grise nécessaire à la fabrication de ses produits et calculé la durée d'amortissement.

L'entreprise a fait la même comparaison avec les émissions de CO<sub>2</sub>. Une chose est importante: selon le bâtiment, l'énergie économisée par l'isolation thermique respectivement les émissions de CO<sub>2</sub> sont très différentes. La quantité de matériaux isolants nécessaires, c'est-à-dire la quantité d'Énergie Grise, est fortement liée à la forme et à la taille du bâtiment. La durée d'amortissement est aussi influencée de manière significative par l'état énergétique du bâtiment avant la rénovation. Un bâtiment construit en 1990 est normalement déjà mieux isolé qu'une maison de 1970. La durée d'amortissement lors d'une amélioration de l'enveloppe du bâtiment s'en trouve prolongée en proportion. Les calculs de PAVATEX se réfèrent à des bâtiments typiques des deux années de construction mentionnées ci-dessus et doivent être considérés comme exemples explicatifs.

### Amortissement énergétique en 1 à 4 ans

Les deux bâtiments étudiés ont été construits en 1970 et 1990 et ont subi une rénovation énergétique. Leurs dimensions sont identiques: la surface extérieure est de 300 m<sup>2</sup>, dont 20 m<sup>2</sup> de fenêtres. Pour l'isolation du toit, on a utilisé pour les deux bâtiments 90 m<sup>2</sup> de Pavaflex et 100 m<sup>2</sup> de Pavatherm-Plus. Pour la façade, on a utilisé 180 m<sup>2</sup> de Diffutherm et de Pavaflex pour la maison de 1970, alors que le bâtiment le plus récent a été isolé seulement avec du Diffutherm.



#### Énergie grise:

Comparatif entre l'énergie de production pour les matériaux isolants et la consommation annuelle en énergie de chauffage avant et après une rénovation.

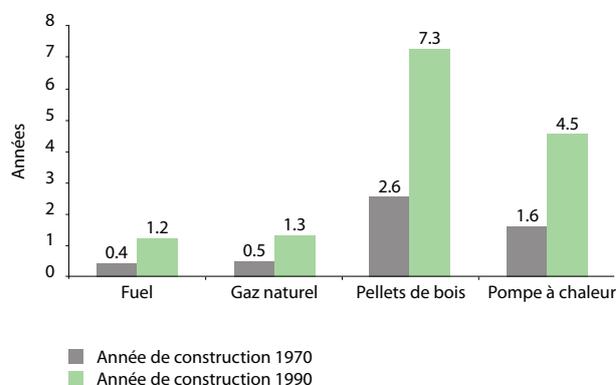
Avant rénovation, le besoin annuel en chauffage de la maison de 1970 était d'environ 157'000 MJ. Après rénovation, il n'est plus que de 57'000 MJ (économie de 2'900 l de fuel). La consommation d'énergie de la maison de 1990 est passée de 84'000 MJ à seulement 57'000 MJ, représentant une économie de 800 l de fuel par an. L'énergie nécessaire à la fabrication des matériaux isolants est de 121'000 MJ (construction de 1970) respectivement 101'000 MJ (construction de 1990). L'énergie nécessaire à la production de l'isolant est amortie en presque 1 an pour le bâtiment de 1970 et en 4 ans pour le bâtiment de 1990.

## Amortissement rapide des émissions de CO<sub>2</sub>

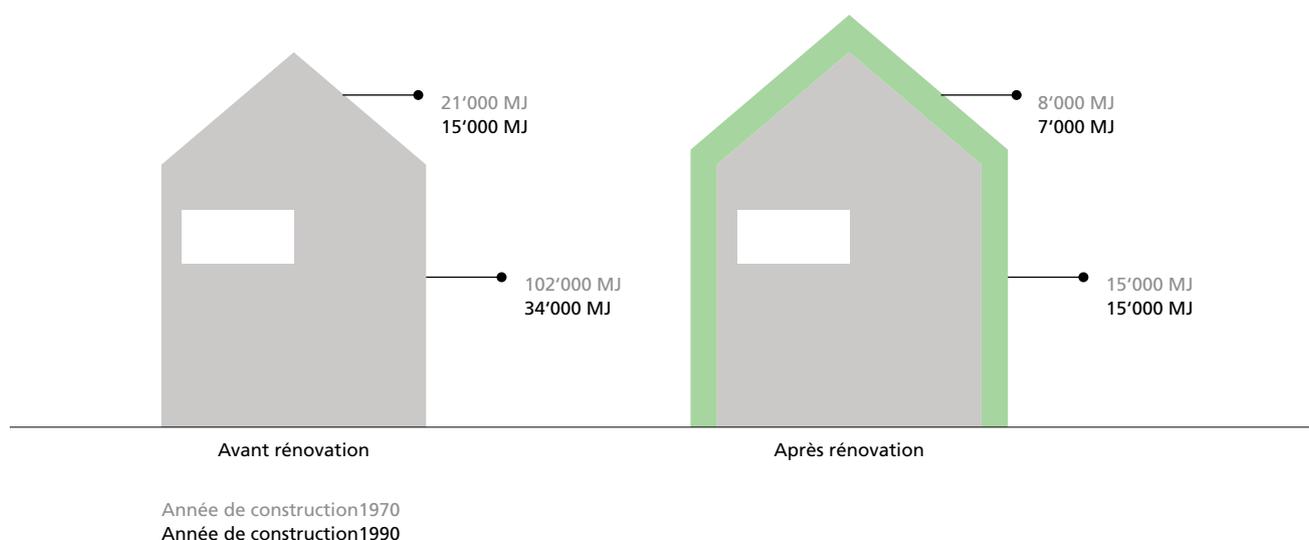
Pour les mêmes exemples, les émissions totales de CO<sub>2</sub> pour la fabrication des matériaux isolants sont de 3'000 kg (y compris transport sur le chantier). La rapidité d'économie de CO<sub>2</sub> par l'amélioration de l'isolation dépend essentiellement du type de chauffage existant. Prenons comme exemple la maison de 1970: si la maison est chauffée au fuel (chaudière à condensation)

ou au gaz, on économise cette quantité de CO<sub>2</sub> en moins d'un an grâce à un plus faible besoin en combustible. La durée d'amortissement est prolongée si le chauffage émet moins de CO<sub>2</sub>.

La durée de vie des matériaux isolants dans le bâtiment est normalement de 30 à 40 ans. Le fait que pour les bâtiments étudiés des années 70 et 90 l'Énergie Grise est amortie par l'amélioration de l'isolation thermique en 1 à 4 ans et que les émissions de CO<sub>2</sub> – selon le type de chauffage – sont amorties en 0.5 à 8 ans, est jugé comme excellente performance écologique. ■



**Émissions de CO<sub>2</sub>**  
Durée d'amortissement pour les chauffages avec différentes sources d'énergie



**Pertes de chaleur par le toit et la façade:**  
Comparatif, avant et après une rénovation avec PAVATEX (indications en MJ par an).



Clôture du cycle

## LES MATÉRIAUX ISOLANTS PAVATEX SONT REVALORISABLES EN MATIÈRE ET EN ÉNERGIE

**Après la rénovation ou le démantèlement du bâtiment, les matériaux isolants en fibres de bois peuvent être utilisés pour l'énergie et le compost. Ceci a un effet positif sur le bilan écologique.**

Éliminer les déchets correctement devient toujours plus coûteux et consomme de l'énergie. Grâce à un meilleur tri, à une récupération et une revalorisation des déchets, il est possible de réduire les émissions de gaz à effet de serre de manière considérable. Ainsi, en Europe, il serait possible d'atteindre près de 10% des exigences du protocole de Kyoto. Une gestion optimale des matériaux à la fin de leur cycle de vie est, par conséquent, plus importante que jamais.

Les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX usagés ne sont pas des déchets – ce sont des matières premières de qualité. Ils sont fabriqués sans collage artificiel des fibres, sans fongicides ni agents ignifuges et peuvent ainsi être utilisés pour produire de l'énergie ou être compostés des années après leur utilisation.

### Revalorisation sans empreinte carbone

Si les panneaux ne sont pas traités, ils peuvent être brûlés avec d'autres déchets de bois dans des centrales à biomasse pour la production d'électricité et de chaleur. L'élimination de panneaux en fibres de bois impurs (p. ex. recouverts de peinture), se fait dans un incinérateur catalytique ou une installation similaire munie d'une installation de traitement des fumées (p. ex. industrie du ciment). Là aussi, l'énergie libérée est utilisée pour la production d'énergie ou de chaleur, par exemple dans un réseau de chauffage urbain.

La combustion des matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX a une empreinte carbone neutre. Le seul CO<sub>2</sub> dégagé dans l'atmosphère est celui qui a été absorbé par les arbres, sous forme de carbone, lors de leur croissance. Les émissions «fossiles» provenant de la fabrication et de la combustion des additifs sont plus que compensées par les émissions «fossiles» évitées. La combustion des matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX clôt ainsi le cycle de vie. Les fumées sont filtrées et les cendres sont éliminées dans les règles.

### Cendre de bois: déchet ou matière première?

La cendre de bois se compose de trois fractions de cendre – le mâchefer, les cendres cyclones et les cendres volantes – et est fortement basique (PH 12). Le mâchefer est particulièrement riche en substances nutritives (Ca, K, Mg, P, etc), mais il contient aussi des substances problématiques et des combinaisons comme le chrome 6, PAH, PCB. La quantité de cendre dépend du type de bois utilisé ainsi que de la technique de combustion. En moyenne, on compte 2% de cendre.

Avec l'augmentation de l'utilisation de bois dans des centrales à biomasse, la quantité de cendre produite augmente – et la question d'une revalorisation intelligente est d'actualité. Actuellement, la cendre est brûlée dans des incinérateurs catalytiques ou dans l'industrie du ciment et mise en décharge.

Domage! Car la cendre de bois est riche en phosphore qui, en raison de la croissance de la population mondiale et de l'agriculture intensive, se fait rare. On étudie actuellement s'il ne serait pas utile de réintroduire la cendre dans la forêt pour compenser l'extraction des substances nutritives causée par la récolte du bois ou pour neutraliser les sites rendus acides par la pollution de l'air.

### Revalorisation comme matière résiduelle et par compostage

Les produits PAVATEX conviennent aussi pour la revalorisation sous forme de compost. Pour le sol et la nappe phréatique, cela n'a que des effets positifs, car les panneaux isolants n'ont pas besoin d'un collage artificiel des fibres et ne comportent aucune substance toxique. Les panneaux servent de matériaux de complément dans un système de compostage et améliorent la structure et la qualité du compost. En raison de leur processus de décomposition relativement lent, les panneaux doivent être broyés et mélangés au reste du compost dans une certaine proportion. Les éventuels revêtements doivent être élimi-

nés préalablement. Pour la production de panneaux plus épais composés de plusieurs couches, PAVATEX utilise jusqu'à 2% de colle blanche pour le collage des panneaux bruts. Selon une étude de l'Institut de la gestion de l'eau et de la pureté de l'air (Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e. V.), ces panneaux sont bien compostables malgré le liant.

Après leur utilisation dans les bâtiments, les matériaux isolants PAVATEX ne sont pas des déchets mais des matières premières de valeur qui peuvent être utilisées pour l'énergie ou la matière. Ce qui ne contribue pas seulement à la protection du climat, des emplois sont aussi créés dans l'économie de l'énergie et du traitement des déchets.



PROF. DR.-ING. HABIL. ANETTE MUELLER

Chaire Préparation des matériaux de construction et revalorisation

Faculté des Ingénieurs en bâtiment de Weimar

«Après leur utilisation dans des bâtiments, les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX conviennent premièrement à la production d'électricité et de chaleur dans des centrales biomasse à empreinte carbone neutre. La seule condition est que les substances traitées, comme par exemple celles comportant du crépi, soient séparées au préalable. Deuxièmement, les produits PAVATEX peuvent aussi être traités comme matière à composte. Ainsi, l'entreprise contribue à la protection climatique.»

PRÉSERVATION DES RESSOURCES SUR TOUTE LA DURÉE D'UTILISATION

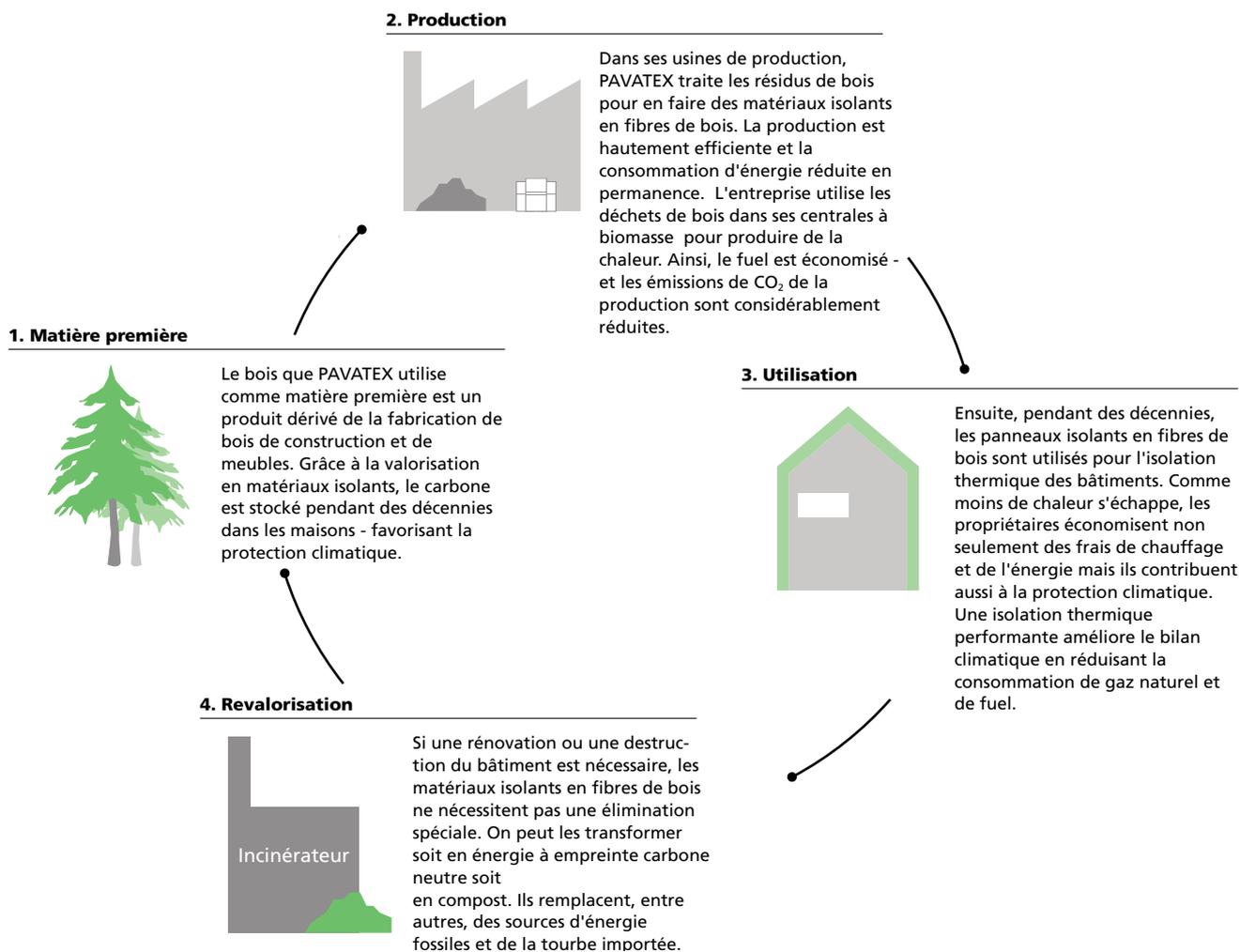
Juger de la durabilité des matériaux de construction signifie observer le cycle de vie complet: de l'extraction des matières premières en passant par la production, l'utilisation dans le bâtiment jusqu'à la revalorisation des matières résiduelles. Les matériaux isolants PAVATEX préservent les ressources sur toute la durée de leur utilisation et présentent une faible empreinte carbone.

Aujourd'hui, alors que le pétrole se fait rare et que la protection climatique a une signification importante, le bois joue de nouveau un rôle important pour la société: le bois devient énergie, donc chaleur et électricité. Et le bois est utilisé de plus en plus comme matière première et matériau isolant.

Le bois est aussi durable car il repousse continuellement. Il n'est pourtant pas infini et disponible uniquement de manière restreinte.

Utilisation en cascade: utilisation multiple du bois

Pour cette raison, l'utilisation intelligente de la ressource bois est centrale. La solution est l'utilisation en cascade: le bois est utilisé de plusieurs manières et aussi longtemps que possible, de son exploitation jusqu'à son élimination. Jeter un œil chez PAVATEX donne un aperçu de ce que cela signifie pour les matériaux isolants en fibres de bois.



Les étapes de l'utilisation en cascade

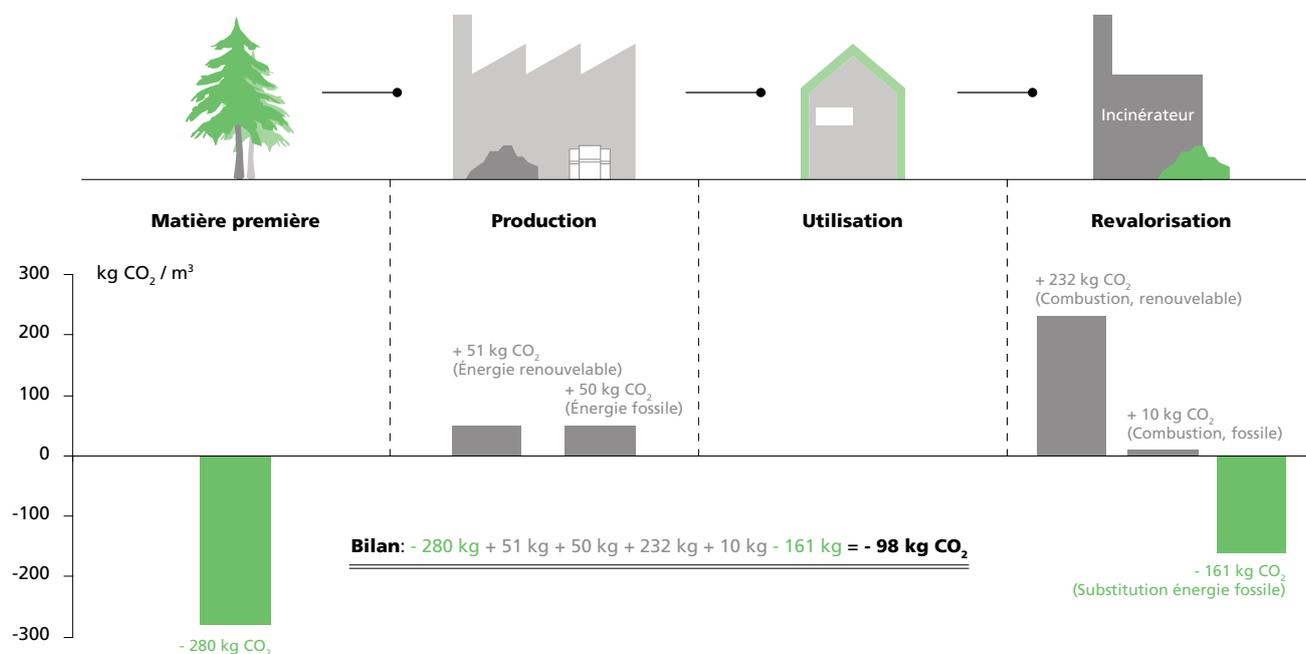
## Excellent bilan carbone

Le très bon bilan carbone des matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX a surtout deux raisons: le bois repousse naturellement et stocke le CO<sub>2</sub> capturé de l'atmosphère. Et les résidus de bois conviennent parfaitement à la production d'énergie substituant ainsi des combustibles fossiles (fuel, gaz et charbon). Pendant la croissance du bois servant à fabriquer 1 m<sup>3</sup> d'isolant, environ 280 kg de CO<sub>2</sub> sont absorbés par la photosynthèse sous forme d'hydrates de carbone. Le bois est utilisé principalement pour la production de l'isolant en fibres de bois. Une partie est utilisée comme combustible dans la chaudière biomasse maison (Émission: 51 kg CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup>). Lors de la fabrication, on utilise aussi des sources d'énergie fossiles – ce qui occasionne des émissions équivalents à 50 kg de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup>. Ainsi, environ 80% du carbone emmagasiné à l'origine dans le bois est stocké dans le panneau en fibres de bois durant toute la durée de vie de l'isolant: c'est-à-dire l'équivalent de 232 kg de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> de panneau. Lors de la revalorisation énergétique, ce stock de carbone est libéré; de plus, pendant la combustion, une faible part de CO<sub>2</sub>

de sources fossiles – provenant p. ex. des additifs – est émise (environ 10 kg d'équivalent CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup>). Grâce à la revalorisation énergétique, on peut substituer des sources d'énergie fossiles – ce qui permet de créditer le bilan de 161 kg d'équivalent CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup>. Sur tout le cycle de vie du panneau PAVATHERM, on évite ainsi 98 kg d'émissions de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> de bois, grâce à l'utilisation en cascade. Et ceci sans prendre en compte la diminution des émissions de chauffage dues au pouvoir de isolant du produit.

## Intelligent à plusieurs niveaux

L'utilisation multiple du bois également des effets positifs sur l'économie. Dans l'économie forestière et dans l'industrie du bois, la construction et l'économie des déchets – partout, on crée des emplois d'avenir tout au long de la chaîne de plus-value des panneaux en fibres de bois PAVATEX. Souvent, dans des régions rurales, là où les emplois sont plutôt rares. Ainsi, par exemple, le facteur emploi serait 13 fois supérieur lors d'une utilisation en tant que matériau que lors d'une combustion directe. ■



### Utilisation en cascade:

L'utilisation multiple des panneaux isolants en fibres de bois PAVATEX est profitable. Pour chaque m<sup>3</sup> d'isolant Pavatherm, on peut éviter l'émission de 98 kg de CO<sub>2</sub>.

avateX

ROOF-NATUR / ISOLAIR-L

50 mm Kante  
Charf KN  
1500 x 770 mm  
6  
0.80 m<sup>2</sup>



len.

Durabilité  
gagnante

## DURABILITÉ DU MATÉRIAU ISOLANT: UN COMPARATIF

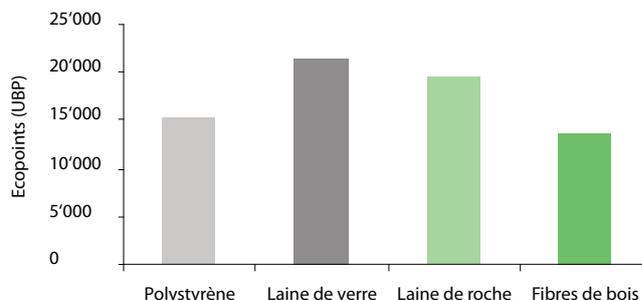
**PAVATEX a fait analyser la durabilité des ses isolants en fibres de bois dans un comparatif avec d'autres produits. L'analyse a porté sur toute la durée de vie, de la production des matières premières jusqu'à leur revalorisation. Un bilan convaincant – mais qui pousse aussi à poursuivre les améliorations.**

Dans cette brochure, la durabilité des matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX est considérée à chaque étape: les matières premières, la production, l'utilisation dans le bâtiment ainsi que la revalorisation. Mais quelle est la durabilité des produits à chacun de ces processus et sur toute la durée de vie? Existe-t-il des différences entre les produits en polystyrène, en laine de verre et en laine de roche? Une étude du Dr. Frank Werner a comparé la durabilité des produits PAVATEX avec les produits de la concurrence. Le bilan mène à différents résultats positifs – que l'étude ait porté sur la pollution de l'environnement, le bilan énergétique ou sur les gaz à effet de serre. Les calculs se basent sur les données écologiques et les hypothèses méthodiques de la KBOB. La brochure montre les résultats sous forme de vue générale – les tableaux de données sont visibles sur: [www.pavatex.com/environnement](http://www.pavatex.com/environnement)

### La plus faible pollution de tous les produits étudiés

Les Ecopoints (UBP) quantifient les différentes charges environnementales d'un produit. On prend en compte l'utilisation des ressources et de l'énergie, les émissions dans l'air, les besoins en eau et en sol ainsi que l'élimination des déchets. Les différents matériaux isolants sont comparés sur la base d'une valeur U de 0.2. Le résultat: une isolation du toit avec des matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX sous forme d'isolation typique sur chevrons pollue l'environnement avec environ 14'000 UBP tout au long de son cycle de vie et en tenant compte de la revalorisation sous forme d'énergie ou de matière.

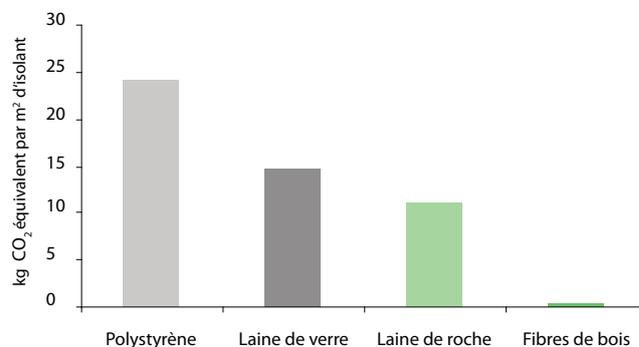
Ceci représente la plus faible pollution de tous les produits pris en compte dans l'étude. La raison est principalement la substitution des énergies fossiles. Le bilan n'inclut pas le fait que les maisons isolées consomment moins d'énergie et émettent ainsi moins de CO<sub>2</sub>. Et qu'avec chaque mètre cube d'épicéa servant à la construction, on emmagasine l'équivalent de 0.7 t de CO<sub>2</sub>.



Points de pollution par m<sup>2</sup> avec un coefficient U identique

### Très bon bilan climatique

L'étude du bilan climatique arrive à un résultat encore bien plus net: une isolation avec des matériaux isolants en fibres de bois n'émet qu'une infime partie des émissions de gaz à effet de serre des produits comparables durant toute la durée de vie, avec seulement 100g de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> de matériau isolant. Ce qui représente entre 100 et 240 fois moins que la laine de roche, le polystyrène ou la laine de verre. La raison principale: après son utilisation dans des bâtiments, les produits PAVATEX peuvent être utilisés comme combustibles.



Émissions de gaz à effet de serre en kg de CO<sub>2</sub> équivalent par m<sup>2</sup> de matériau isolant

Comment on a calculé?

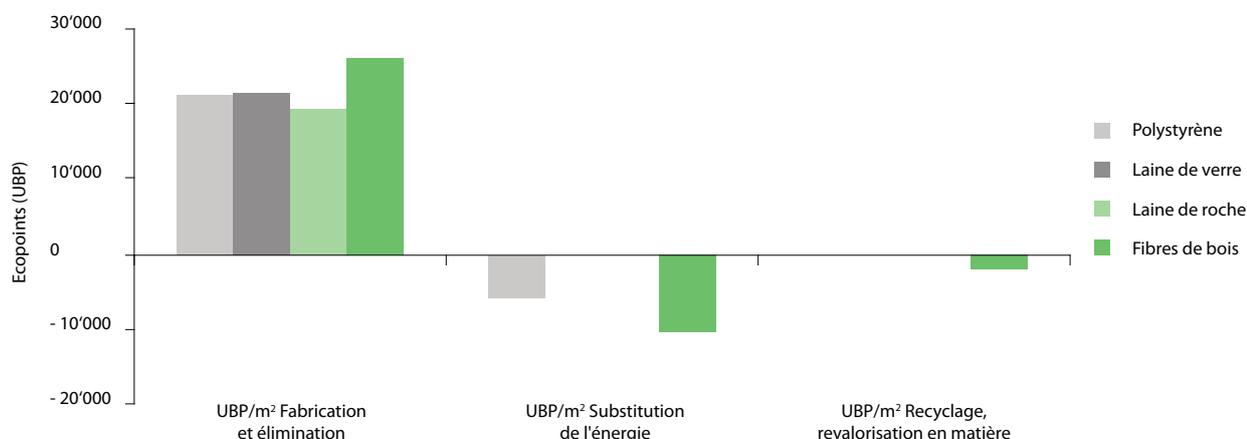
Les calculs du Dr. Frank Werner reposent sur les données environnementales et les hypothèses de recyclage de la KBOB. Pour calculer l'effet de substitution, on a utilisé les procédures d'*ecoinvent* et les indications de l'Office fédéral de l'environnement. Conformément aux sources citées, les matériaux isolants en fibres de bois sont brûlés dans les règles à 50% et compostés à 50%. À l'exception du polystyrène (revalorisation thermique), on part du principe que les autres produits sont mis en décharge après utilisation. Les résultats se réfèrent à une valeur U comparable des produits. La valeur U est un indicateur courant pour l'évaluation des propriétés thermiques de l'enveloppe du bâtiment. En Suisse, afin de profiter du "Programme Bâtiments", les éléments constructifs en contact avec l'extérieur doit avoir une valeur U de 0.2 W/m<sup>2</sup>K au maximum. Lors du comparatif de produit, seule la valeur U a été prise en considération. Les autres propriétés des produits PAVATEX, comme la protection contre la chaleur estivale ou l'insonorisation, n'ont pas été

prises en compte. De ce fait, les matériaux isolants en fibres de bois sont encore bien meilleurs en matière de déphasage – surtout au niveau de la pollution. Vous pouvez lire les résultats de l'étude sur: [www.pavatex.com/environnement](http://www.pavatex.com/environnement)

**Comment les bilans sont réalisés**

Le bilan écologique des matériaux isolants en fibres de bois tient compte des effets de toutes les phases du cycle de vie. Si l'on ne considère que la fabrication et l'élimination, les valeurs des panneaux en fibres de bois sont du même ordre de grandeur ou sont légèrement supérieures aux autres matériaux isolants étudiés. Les matériaux isolants en fibres de bois sont évalués en fonction de l'utilisation énergétiques et remplacent ainsi des combustibles fossiles. Ou bien, ils peuvent être traités pour faire du composte et remplacent l'engrais qui consomme beaucoup d'énergie pour sa production.

Ce sont justement ces effets qui rendent le bilan de la fabrication des matériaux isolants en fibres de bois plus que compétitif. Sur toute la durée de vie, les matériaux isolants en fibres de bois PAVATEX sont plus écologiques que les produits concurrents. PAVATEX poursuit sans cesse l'optimisation de sa production afin d'améliorer encore ce bilan. ■



**Comparatif de la pollution des processus**



**Construire. Isoler. Bien vivre.**

La brochure a été réalisée en collaboration avec:

---

**Dr. Frank Werner**

Umwelt & Entwicklung  
Idaplatz 3  
CH- 8003 Zürich  
Téléphone + 41 (0)44 241 39 06  
Fax + 41 (0)44 461 33 28  
frank@frankwerner.ch  
www.frankwerner.ch

Dr. Frank Werner est spécialiste dans l'élaboration d'aides à la décision en matière environnementale et d'utilisation durable des ressources. Son champ d'activité comprend les bilans environnementaux de produits, les analyses de substances, la gestion de l'environnement dans l'entreprise ainsi que des travaux méthodiques relatifs à des projets dans le domaine de la convention climatique.

**Ernst Basler + Partner AG**

Secteur d'activité Ressource + Protection climatique  
Zollikerstrasse 65  
CH-8702 Zollikon  
Téléphone +41 (0)44 395 11 11  
Fax +41 (0)44 395 12 34  
info@ebp.ch  
www.ebp.ch

Ernst Basler + Partner AG est une entreprise indépendante d'ingénierie, d'étude et de conseil regroupant environ 300 collaboratrices/teurs. Le secteur d'activité Ressources + Protection climatique allie les connaissances sur les ressources renouvelables, la protection climatique ainsi que l'économie de l'énergie et des déchets avec des compétences dans le domaine de la communication.

**PAVATEX SA**

Rte de la Pisciculture 37  
CH-1701 Fribourg  
Téléphone +41 (0)26 426 31 11  
Fax +41 (0)26 426 32 09

Pour en savoir plus:

[www.pavatex.com/environnement](http://www.pavatex.com/environnement)

