



CONSULTATION SUR LES FIBRES NATURELLES

Rome, 15-16 décembre 2004

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES FIBRES DURES ET DU JUTE DANS LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES NON TEXTILES¹

1. Introduction

Le Protocole de Kyoto sur les changements climatiques mondiaux a eu pour effet d'accélérer la transition vers une économie durable et plus respectueuse de l'environnement. Cette évolution s'effectue avant tout par un changement dans la destination des plantes cultivées, de la consommation alimentaire à la production d'énergie, et par le remplacement progressif des produits pétrochimiques par des ressources renouvelables, telles que les cultures non vivrières. Étant une importante ressource renouvelable, les fibres ligno-cellulosiques extraites des tissus végétaux sont appelées à jouer un rôle de premier plan dans cette transition.

Les marchés des plantes textiles, telles que l'abaca, la fibre de coco, le jute et le sisal, ont subi une érosion sensible depuis l'introduction des fibres synthétiques. Des créneaux commerciaux ont toutefois été maintenus et un certain nombre de nouveaux marchés font leur apparition, par exemple les matériaux composites renforcés par des fibres pour l'industrie automobile, les matériaux de construction et les géotextiles biodégradables, l'image écologique des fibres cellulosiques stimulant l'innovation et le développement.

Le présent document vise à examiner les publications actuelles concernant l'impact de la production de fibres et de leurs applications sur l'environnement, à étudier les avantages potentiels dérivant de l'emploi des plantes textiles dans les applications industrielles au lieu des fibres synthétiques, et à formuler quelques recommandations quant aux mesures à prendre.

2. L'étude des questions environnementales dans le cadre des Groupes intergouvernementaux sur les fibres dures et sur le jute, le kénaf et les fibres apparentées

¹ Le présent document est la version abrégée d'une étude plus complète sur l'impact environnemental des fibres naturelles dans les applications industrielles, préparée par Jan E.G. van Dam et Harriëtte L. Bos, Agrotechnology and Food Innovations (A&F), Wageningen UR, Wageningen (Pays-Bas). Des exemplaires du document de référence, en anglais, sont à la disposition des délégués.

Les effets sur l'environnement de l'utilisation de matériaux synthétiques plutôt que de produits en fibres naturelles, ont été étudiés il y a une quinzaine d'années à l'occasion de la vingt-quatrième session du Groupe intergouvernemental sur les fibres dures et de la vingt-sixième session du Groupe intergouvernemental sur le jute, le kénaf et les fibres apparentées. À l'époque, le caractère limité des recherches scientifiques disponibles avait été indiqué comme constituant un obstacle à l'obtention de résultats quantitatifs pour mesurer l'impact environnemental.

Une étude comparative des incidences environnementales du polypropylène (PP), du polyéthylène haute densité (HDPE) et du polyuréthane (PU), et de celles des produits à base de fibres naturelles, a été conduite et les résultats obtenus examinés, en vue d'identifier les mesures de suivi à prendre. Cette analyse a permis de conclure que la production de fibres naturelles requiert moins de 10 pour cent de l'énergie qui est employée pour produire des fibres de polypropylène (environ 90 GJ/tonne). Lorsque les calculs tenaient compte de l'utilisation d'engrais, les besoins énergétiques pour la production de fibres naturelles passaient alors à 15 pour cent environ de l'énergie nécessaire pour la fabrication des fibres de polypropylène. D'autre part, l'impact des déchets produits (pollution de l'air et de l'eau, et déchets solides) s'est révélé supérieur pour les produits synthétiques. Il est apparu que la pollution de l'eau dérivant de la production des fibres naturelles était relativement importante, mais constituée de composés biodégradables, contrairement aux rejets de produits chimiques persistants, notamment de métaux lourds, dans les effluents des usines chimiques. Le traitement des eaux usées résultant de la fabrication des fibres naturelles serait donc techniquement plus aisé et moins onéreux. Au stade de la production des produits finis, il est également apparu que la demande d'énergie était plus élevée pour la transformation des fibres synthétiques, tandis qu'au niveau du finissage et de la teinture l'impact était équivalent.

Plus de dix ans se sont écoulés depuis lors, et à ce jour les informations quantitatives dont on dispose concernant les incidences des fibres naturelles sur l'environnement par rapport à celles des fibres synthétiques, sont encore rares, seul un petit nombre d'études portant sur certains aspects de l'impact environnemental des fibres étant disponibles dans la littérature publiée. Cela pourrait être dû à une réticence de la part de l'industrie à publier les résultats des études effectuées pour des raisons de concurrence. Une autre raison pourrait être l'importance économique relativement faible des produits des plantes textiles pour les pays développés, d'où un intérêt limité de la part des chercheurs.

3. Évaluation du cycle de vie (ECV)

Des outils quantitatifs permettant de comparer l'impact environnemental des procédés et des produits sont nécessaires comme critères pour la sélection de l'option la plus viable. L'évaluation du cycle de vie (ECV) des produits et des procédés est une méthode mise au point au début des années 80 pour la classification et la quantification systématiques de l'impact environnemental et des incidences écologiques d'un produit tout au long de son cycle de vie, de la matière première jusqu'à la transformation et à l'élimination du produit fini. En règle générale, les méthodes d'évaluation du cycle de vie comportent cinq étapes, comme suit:

- **La définition des objectifs**, qui établit le but et le champ d'application de l'étude, et définit la fonction et l'unité fonctionnelle du produit considéré.

- **La réalisation de l'inventaire**, qui prévoit l'analyse et l'établissement d'une liste des émissions polluantes et de la consommation de ressources et d'énergie par unité fonctionnelle, et la détermination de l'intervention au niveau de l'environnement.
- **La classification**, qui comporte la catégorisation des interventions au niveau de l'environnement en un certain nombre de classes et l'établissement de profils environnementaux pour chaque classe, souvent exprimés sous forme de valeurs numériques.
- **L'évaluation de l'impact**, qui consiste à pondérer les classes pour intégrer les profils environnementaux en un indice d'impact environnemental.
- **L'interprétation**, qui comprend l'analyse des résultats et l'estimation des incertitudes connexes.

Des difficultés au moment de la collecte de données, ainsi que des erreurs de mesure peuvent entraver la conduite d'une ECV, et mener à une sur- ou une sous-estimation des impacts environnementaux, voire à des conclusions erronées. D'autre part, des problèmes dans la définition des limites du système, par exemple lorsqu'il s'agit de comparer des matériaux ou des produits très différents, pourraient conduire à des données imprécises. De ce fait, de nombreuses études fournissent des ECV incomplètes centrées sur l'apport en énergie fossile et la consommation de produits chimiques, aboutissant ainsi à une évaluation simpliste de la durabilité.

4. Impact de la production primaire de plantes textiles et de la transformation des fibres sur l'environnement

4.1 Jute et kénaf

Des travaux sur l'impact environnemental de la production et de la transformation du jute ont été conduits par la FAO pour la Consultation internationale sur le jute et l'environnement qui s'est tenue en 1993 à La Haye. De nombreux aspects ont été étudiés, depuis la culture et la transformation du jute, jusqu'aux nouvelles techniques d'utilisation de ces fibres dans les emballages perdus, les matériaux composites et les géotextiles. Le rendement en fibres de jute à l'hectare se situe en moyenne entre 1,6 et 2,0 tonnes, tandis que pour les fibres de kénaf il peut atteindre 2,3 tonnes par hectare. L'absorption de substances nutritives comme l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K), doit être assurée par l'application d'engrais minéraux ou la fumure organique². Pour la production du kénaf, une fertilisation modérée est recommandée.

L'emploi de machines agricoles fait grimper les coûts de production et la consommation de carburant. Toutefois, si la plante est cultivée par un grand nombre de petits producteurs faisant appel au travail humain ou animal, la contribution de la production primaire à l'impact écologique total est alors très faible, du fait de l'utilisation réduite de produits agrochimiques et de machines agricoles³. Les premières étapes de la transformation des fibres se déroulent au

² L'apport total en énergie dérivant de l'utilisation d'engrais minéraux est calculé sur la base de la teneur énergétique de la substance et de la quantité d'énergie requise pour la production, le transport, le stockage et l'épandage (N 128 MJ/kg; P 26 MJ/kg; et K 17 MJ/kg. D'autre part, l'emploi de pesticides, par exemple d'herbicides (467-622 MJ/kg) et d'insecticides (461-568 MJ/kg), et de fongicides (320-476 MJ/kg) est calculé par hectare ou par tonne de fibres sèches.

³ L'apport énergétique total a été calculé pour des cultures de jute prévoyant l'application d'engrais et de pesticides. La fabrication des tissus de jute, y compris l'énergie nécessaire pour le transport et l'huile (minérale) d'ensilage employée dans le processus d'effilochage, absorbe entre 2,3 et 5,7 GJ/tonne de produit. Pour l'huile

niveau de l'exploitation. Les fibres libériennes, qui représentent 6 pour cent du poids sec total de la biomasse produite, sont extraites au cours des étapes suivantes du rouissage, de la décortication et du nettoyage. À chaque tonne de fibres de jute correspond la production de vingt tonnes de résidus de biomasse. En général, les matériaux noyaux ligneux résiduels, ou tiges de jute, sont utilisés localement comme combustible, tandis que les feuilles sont laissées sur le sol pour en améliorer la fertilité. Il n'en est pas tenu compte pour le calcul de l'absorption du CO₂ atmosphérique par les fibres de jute, qui est évaluée à 2,4 tonnes par tonne de fibres sèches⁴.

Au cours du processus de rouissage, des micro-organismes (bactéries) ou des champignons attaquent les tissus végétaux qui entourent les fibres cellulosiques, libérant ainsi les fibres des parties non fibreuses. Le rouissage du jute par l'eau (15-18 jours) est effectué dans des fossés ou des étangs, et consomme de grandes quantités d'eau, dans une proportion de un à dix, polluant ainsi les eaux de surface. La dégradation organique des tissus végétaux en décomposition et l'accumulation de biomasse microbienne ne sont pas considérées comme toxiques, mais ce processus réduit la teneur en oxygène et produit des émissions fétides. Une méthode améliorée, respectueuse de l'environnement, a été mise au point, avec le rouissage contrôlé des fibres vertes ou délanierées.

La production de polypropylène à partir de ressources fossiles, y compris les additifs utilisés comme stabilisateurs, pigments, agents ignifuges, etc., requiert une quantité d'énergie environ dix fois supérieure à celle que nécessite la production de jute. Il a en outre été calculé que les émissions de CO₂ sont elles aussi plus élevées que pour les fibres de jute⁵. La conclusion générale de l'Évaluation du cycle de vie a été que le jute, dont les principaux facteurs de production sont la main d'œuvre et l'eau, peut être considéré comme plus respectueux de l'environnement que le polypropylène.

4.2 Fibres de coco

L'impact de la production de noix de coco sur l'environnement est faible et l'utilisation de pesticides n'est qu'occasionnelle. Bien que le recours à des engrais chimiques (375 kg de NPK par hectare) soit recommandé pour améliorer les rendements, l'éventuelle application de pesticides et d'engrais ne peut être que partiellement imputable à la production de fibres, celles-ci étant un sous-produit de la production de noix de coco.

d'ensilage controversée, une valeur générale de 0,86 à 3,5 GJ/tonne a été considérée, ce qui représente la teneur en énergie de la quantité d'huile minérale utilisée. Il n'a pas été tenu compte de la valeur énergétique du travail sur le terrain et des processus de rouissage et de décortication. L'apport énergétique total ainsi calculé se situe donc entre 3,75 et 8,02 GJ/tonne de fibres.

⁴ Pour le calcul du bilan du CO₂, on soustrait à la quantité absorbée par les plantes cultivées, les émissions résultant de la production d'engrais et de pesticides, et du fonctionnement des machines utilisées pour la transformation du jute. Un facteur d'émission de CO₂ pour le transport de 84,3 kg de CO₂/ GJ d'apport énergétique a été pris en compte, tandis que les autres émissions ont été converties sur la base d'une valeur de 141,8 kg de CO₂/ GJ d'apport énergétique, aboutissant ainsi à une émission totale de 520-1 120 kg de CO₂ par tonne de jute, tandis que 2,4 tonnes de CO₂ atmosphérique sont fixées par les cultures de jute. On obtient donc un bilan positif de 1,3-1,9 tonne de CO₂ par tonne de fibres de jute produite.

⁵ Il a été calculé que la quantité d'énergie fossile requise pour la production de PP est de 84,3 GJ/tonne, et que les émissions de CO₂ (3,7-7,5 tonnes par tonne de PP) et la production de déchets (5,5 tonnes/tonne de PP) sont beaucoup plus importantes que pour le jute.

Dans la production traditionnelle de fibres de coco à partir de l'enveloppe fibreuse des noix, l'extraction des fibres a des effets néfastes sensibles sur l'environnement. Le processus prévoit le défibrage manuel de la noix, puis l'immersion et le rouissage des enveloppes pendant une période allant de 3 à 6 mois, dans des étangs ou des bassins, pour extraire plus aisément la fibre des substances qui l'enrobent. Le processus de fermentation microbienne pollue les eaux de surface et dégage du méthane, avec un effet de serre 28 fois supérieur à celui des émissions de CO₂. L'installation de systèmes d'épuration biologique contrôlée et le recyclage des eaux de traitement pourraient contribuer à réduire le niveau de pollution.

Le processus de décortication et d'extraction, qui était traditionnellement effectué à la main, prévoit aujourd'hui l'emploi de décortiqueurs semi-mécaniques, qui permettent de réduire de plusieurs semaines la durée du trempage. Néanmoins, l'énergie nécessaire au fonctionnement des machines contribue à l'impact environnemental, mais à notre connaissance, aucune donnée n'est disponible à ce sujet. Les substances résiduelles, sous-produit de la décortication, constituent elles aussi des déchets: environ 5 tonnes par tonne de fibres de coco obtenue. L'utilisation des déchets accumulés comme substrat horticole ou en remplacement de la mousse de tourbe, commence toutefois à être acceptée.

4.3 Sisal et henequen

La production de sisal et de henequen ne nécessite pas l'emploi de quantités excessives de produits agrochimiques. On utilise environ 50 à 100 kg de potassium par hectare pour la fumure, tandis que les pesticides (insecticides et herbicides) ne sont nécessaires qu'occasionnellement. Le rendement en fibres de sisal se situe entre 0,6 et 1,2 tonne par hectare, alors que pour le henequen il est en général légèrement supérieur, atteignant 1,5 tonne l'hectare. Les effets les plus sérieux du point de vue de l'environnement dérivent du processus d'extraction des fibres. Contrairement au jute, le sisal est généralement décortiqué à l'aide de machines.

Outre l'énergie nécessaire pour le fonctionnement des installations de décortication, qui est estimée à 2,0 GJ par tonne, l'accumulation de déchets de biomasse et d'eaux usées est elle aussi nuisible pour l'environnement. Les processus de décortication par voie humide produisent de grandes quantités d'eaux usées (100 m³ par tonne de fibres), qui doivent être traitées avant d'être évacuées. Dans bien des cas, ces eaux polluent localement les eaux de surface et les eaux souterraines, avec des effets néfastes sur la flore et la faune, ainsi que sur la santé des personnes.

Les résidus de biomasse provenant de la transformation du sisal peuvent atteindre 25 tonnes par tonne de fibres produite, sachant que les feuilles de sisal ne contiennent que 3 ou 4 pour cent de fibres. Des études de faisabilité concernant l'utilisation des déchets de sisal pour la production de biogaz, d'engrais, d'aliments pour animaux, de pâte à papier, et la récupération de l'étope, sont conduites en Afrique orientale et au Brésil, en vue principalement de réduire les coûts de transformation et d'améliorer l'économie de la production de fibres, mais aussi pour renforcer la durabilité écologique, comme dans le cas du projet du Fonds commun pour les produits de base en Afrique orientale. L'utilisation des résidus comme source d'énergie et pour l'alimentation des animaux et l'amendement organique des sols a été signalée, mais ces méthodes de production ne sont pas encore courantes.

4.4 Abaca

Les quantités de pesticides et d'engrais utilisées dans la production d'abaca aux Philippines sont négligeables. Des engrais azotés sont parfois appliqués en Équateur. En général, le rendement en fibres à l'hectare se situe entre 0,5 et 1,0 tonne, tandis que la récolte est encore largement effectuée à la main. Le traitement prévoit l'extraction de la fibre, avec la séparation de la gaine foliaire à l'aide d'un couteau spécial, le débouillage, souvent effectué par un débouilleur mécanique à broche, et le séchage naturel. Le processus d'extraction de la fibre d'abaca produit 48 tonnes de résidus de biomasse par tonne de fibres produite. Le débouillage produit également des déchets de biomasse qui dégagent du méthane, tandis que le compostage peut donner lieu à une contamination des eaux souterraines par les résidus organiques.

Dans le processus de mise en pâte, les produits chimiques employés pour l'extraction de la fibre, comme l'hydroxide de sodium et le sulfure de sodium, et pour le blanchiment, comme le peroxyde d'hydrogène, peuvent porter gravement atteinte à l'environnement, surtout en l'absence de mesures pour la mise en place de systèmes de récupération chimique. Une meilleure récupération chimique est donc nécessaire, surtout au niveau des installations artisanales. L'énergie nécessaire pour fabriquer de la pâte cellulosique à partir de fibres d'abaca est tout à fait équivalente à celle qui est utilisée pour réduire en pâte le chanvre ou le lin, et même les copeaux de bois, à l'exclusion du processus de raffinage prolongé.

5. Applications industrielles des plantes textiles

Les fibres ont généralement des applications dans un large éventail de produits et sous des formes diverses. Elles sont employées notamment comme produits de rembourrage, de renfort ou d'isolation, comme éléments de construction et pour la fabrication de produits jetables ou durables, par exemple:

- Fils et textiles;
- Cordages, ficelles et filets;
- Textiles non tissés, papiers ménagers;
- Produits en papier et en carton;
- Emballages;
- Matériaux de construction, panneaux de fibres, fibres d'isolation, géotextiles; et
- Matériaux composites et pièces pour véhicules automobiles.

La mesure dans laquelle l'emploi de fibres naturelles au lieu de fibres synthétiques dans les applications industrielles comporte des avantages du point de vue de l'environnement, dépend des possibilités de remplacement des différentes fibres au stade de la fabrication, des besoins en énergie du processus de production, des performances du produit et de la durée de vie fonctionnelle, y compris des solutions possibles pour l'élimination des déchets.

5.1 Cordages, ficelles et filets de pêche

En raison du caractère concurrentiel du prix et des performances des fibres synthétiques, l'utilisation de fibres naturelles pour la fabrication de cordages et de ficelles agricoles a considérablement diminué. Dans de nombreux marchés régionaux, les fibres synthétiques ont totalement remplacé les produits en fibres naturelles. Néanmoins, dans certaines applications, la biodégradabilité des produits en fibres naturelles présente des avantages considérables pour l'environnement. Par exemple en horticulture ou dans le secteur maritime et des pêches, où les filets et les aussières synthétiques sont largement employés du fait de leur grande résistance,

la persistance de ces fibres est la cause de graves préjudices aux espèces sauvages. De plus, lorsque les filets sont rejetés sur le rivage, des quantités considérables de débris viennent s'accumuler sur les plages.

5.2 Produits en papier et en carton

Les applications des fibres non ligneuses dans les pâtes à papier sans bois ont une image écologique négative, contrairement aux produits à base de bois. Cela est dû principalement à l'utilisation partielle de systèmes d'épuration et de récupération chimique dans les petites fabriques de pâte à papier dans les pays en développement, par rapport aux grandes usines de pâte de bois installées en Scandinavie et au Canada. Environ 10 pour cent de la production mondiale de pâte vierge est constituée de pâte sans bois dont une grande partie est produite en Chine à base de blé et de paille de riz, de bagasse et de bambou.

Les besoins énergétiques de la production de pâte de bois pour la récolte, le transport, le déchetage et le raffinage, et les quantités de produits chimiques nécessaires pour obtenir des pâtes de première qualité, sont relativement importants par rapport à ceux de la production de pâte sans bois, surtout lorsque l'éloignement de l'usine de fabrication est faible. Il est donc essentiel que l'industrie soit constituée de petites unités de transformation des plantes textiles. Toutefois, les coûts élevés de la récupération chimique constituent un obstacle à la réduction des dimensions des industries de pâte à papier, ce qui affaiblit la compétitivité de la pâte à base de fibres par rapport à la pâte de bois. Cela étant, les nouvelles possibilités de valorisation des sous-produits issus de la production de cellulose, tels que la lignine dans les adhésifs, les enduits et les produits chimiques "verts", peuvent permettre une utilisation plus durable des ressources renouvelables.

5.3 Textiles non tissés

La technique de l'aiguilletage par voie sèche permet de fabriquer des textiles non tissés à partir de la plupart des fibres naturelles. Chaque fibre produit un textile caractéristique, selon sa longueur et sa souplesse. Dans le procédé de fabrication traditionnel par aiguilletage sur métier, la formation de poussières représente un problème, même avec des fibres lavées. La réduction des poussières est importante pour éviter une contamination excessive des métiers. Dans diverses applications, on améliore la consistance du mat non tissé en utilisant des produits chimiques de réticulation, ou bien en mélangeant les fibres à des fibres synthétiques, qui sont ensuite renforcées et apprêtées par calandrage sur cylindres chauffés. Un autre moyen consiste à utiliser un procédé par voie humide. Cette technologie prévoit l'utilisation de jets d'eau à haute pression pour entremêler les fibres qui, comme pour le procédé de fabrication du papier, adhèrent aux points de contact au moment du séchage, formant ainsi une solide structure en toile.

Les non-tissés ont des applications sous des formes et dans des produits divers, par exemple:

- papiers ménagers et produits d'hygiène;
- filtres;
- matériaux absorbants pour couches et produits jetables;
- matériaux d'isolation dans l'industrie du bâtiment;
- rembourrage de matelas, mobilier;
- revêtements de sol et tapis;
- matériaux lamellés et composites;

- substrat horticole et feutres pour le contrôle des mauvaises herbes; et
- géotextiles.

Dans chaque application, l'impact des produits à base de fibres cellulosiques sur l'environnement doit être comparé à celui des produits synthétiques ou minéraux concurrents. C'est surtout au niveau de l'application finale que les caractéristiques du produit non tissé quant à la durée de vie fonctionnelle et à l'élimination des déchets doivent correspondre. Pour les papiers ménagers jetables à usage unique et pour les couches des bébés, l'emploi de fibres renouvelables et dégradables présente des avantages pour l'environnement par rapport aux fibres synthétiques plus persistantes, à égalité de performance technique du produit.

L'usage d'agglomérants synthétiques influe de façon relativement importante sur l'impact des produits à base de fibres naturelles. Le mélange avec des fibres thermoplastiques, comme le polypropylène et le PVA, ou l'ajout d'agents de réticulation, sont des pratiques courantes pour donner une meilleure résistance à l'état humide. Dans le cas des fibres de coco caoutchoutées, l'énergie employée pour la fabrication est l'élément qui contribue le plus à l'impact environnemental (13 MJ/kg selon les estimations), soit une consommation légèrement supérieure à celle de la production de feutre aiguilleté. Il a toutefois été indiqué que la contribution du processus de vulcanisation du caoutchouc (soufre et oxyde de zinc) aux émissions toxiques pour l'homme est importante, mais inférieure néanmoins à celle de la production de polymères synthétiques, tels que le polypropylène ou le polyéthylène.

5.4 Géotextiles

Les géotextiles sont utilisés dans divers domaines, notamment pour le renforcement des remblais, afin d'empêcher l'érosion des structures d'aménagement paysager. La biodégradation naturelle des fibres ligno-cellulosiques peut être considérée comme un avantage important dans les applications temporaires de génie civil. Toutefois, la durée de vie fonctionnelle d'un géotextile devrait être suffisante, dans les conditions d'application, pour offrir le niveau de protection voulu contre l'érosion, tant que la construction a besoin d'être stabilisée. Dans bien des cas, l'enracinement naturel des plantes sur les talus et les aménagements riverains prend le relais de la fonction de renfort des géotextiles. La biodégradation des géotextiles utilisés pour stabiliser le sol est alors souhaitable. Les géosynthétiques qui doivent être enlevés au bout d'un certain temps sont une cause de perturbation considérable et ont un coût relativement élevé. Ces matériaux sont généralement résistants à la dégradation et ils persisteront dans le sol pendant longtemps.

5.5 Matériaux de production horticole

Les substrats artificiels, les ficelles agricoles synthétiques, les clips et les pots en plastique sont largement utilisés dans la production horticole moderne. L'élimination des éléments en plastique et des substrats pour la production hors sol, comme la laine minérale, commence à être un problème pour les producteurs, les produits à base de laine minérale pouvant eux aussi avoir des effets nuisibles pour la santé des personnes. Il a donc été envisagé d'utiliser plutôt des supports de croissance renouvelables, en introduisant les résidus de fabrication des fibres de coco comme matériaux de remplacement des supports artificiels, ou la mousse de tourbe. D'autres matières fibreuses et l'écorce ont également été prises en compte pour la conversion à des matières substitutives respectueuses de l'environnement dans les mélanges terreux et les substrats, et cela avec des résultats prometteurs. Le processus de fabrication de ces matériaux

de remplacement pourrait être moins gourmand en énergie, bien qu'aucune donnée quantitative ne soit encore disponible à ce sujet, et leur élimination ne présente pas de problème du point de vue de l'environnement.

Les pots biodégradables fabriqués avec des fibres naturelles et des agglomérants différents, constituent une alternative aux pots en plastique. Les possibilités de remplacement sont toutefois limitées en raison principalement du coût relativement réduit des produits en plastique, même si les pots biodégradables permettent de réduire la main-d'œuvre nécessaire, le repiquage en pépinière devenant inutile puisque les racines peuvent se développer à travers les parois des pots. Le Royaume-Uni a récemment défini les pots en plastique comme des matériaux d'emballage, ce qui s'est traduit par une taxe supplémentaire sur ces produits, renforçant ainsi la compétitivité des pots biodégradables et l'intérêt des consommateurs pour les matériaux renouvelables de remplacement.

5.6 Matériaux de construction

Si d'un côté les industries du bâtiment contribuent dans une large mesure à la raréfaction des ressources, à la production de déchets et à la consommation d'énergie, de l'autre le milieu bâti est vital pour le développement économique. Promouvoir l'utilisation de ressources renouvelables, par exemple de matériaux de construction neutres en CO₂, ne peut être considéré comme viable que si cela ne donne pas lieu à une accélération du déboisement. Mise à part la promotion du bois certifié FSC, celle de l'utilisation de matériaux de construction renouvelables n'a fait l'objet que d'une attention limitée dans l'industrie du bâtiment. Les plantes textiles pourraient jouer un plus grand rôle dans certaines applications du bâtiment et de la construction, telles que les panneaux de fibres et les matériaux d'isolation, de renfort ou de rembourrage. Il est connu que les fibres cellulosiques apportent des propriétés utiles au béton ponce, aux briques et aux blocs de construction en terre crue. L'emploi de fibres d'abaca dans la production de matériaux de substitution de l'amiantement, s'est révélé tout à fait satisfaisant. Les effets des matériaux de construction renouvelables en termes d'impact écologique sont toutefois peu documentés.

Les matériaux d'isolation thermique à base de fibres naturelles et de cellulose ont de bonnes qualités techniques, tandis que leur profil écologique devrait être positif, si l'on considère l'énergie que requiert la production d'isolants en laine minérale ou en polystyrène expansé. Les industries de la laine minérale soutiennent toutefois exactement le contraire, revendiquant pour les produits d'isolation en laine minérale une contribution minimale à la consommation totale d'énergie.

L'application des fibres dans la fabrication de panneaux de construction est avant tout fonction des prix relatifs et elle est possible lorsque les fibres sont produites à un coût inférieur à celui de la fabrication de copeaux de bois. Dans la plupart des cas, la quantité de colle synthétique ou de résine nécessaire pour le compactage des fibres en des panneaux solides est supérieure à celle qui doit être employée pour les fibres ligneuses. Cela fait augmenter les coûts de production des panneaux, mais en améliore également la qualité écologique. Les enduits, les peintures et les adhésifs, qui sont le plus souvent à base de produits pétrochimiques, sont nécessaires pour renforcer la durabilité des éléments de construction renouvelables. Pour améliorer les performances écologiques des matériaux renouvelables, il conviendrait donc d'appliquer des vernis, des peintures et des enduits à base d'huiles végétales. De la même façon, les résines naturelles d'origine végétale, comme la lignine et les furanes, devraient être développées en vue d'une production à l'échelle

commerciale, et pouvoir ainsi être utilisées comme agglomérants pour les panneaux et entrer dans la composition des enduits protecteurs.

5.7 Matériaux composites

Le cycle de vie des composites à base de polymères synthétiques renforcés par des fibres de chanvre et de lin pour les pièces de véhicules automobiles, a été évalué par divers chercheurs. D'autre part, des études comparatives concernant les applications aux véhicules automobiles des produits composites renforcés par des fibres de verre et par des fibres naturelles, ont également été conduites par les industries manufacturières. Une évaluation critique du cycle de ces produits, depuis la production primaire de la plante textile jusqu'à la fin du cycle de vie d'un véhicule automobile, révèle que, dans les limites du système, l'application des fibres a un impact positif, bien qu'infinitésimal, sur l'environnement. Les besoins en énergie non renouvelable pour la production de mats de fibres de verre ou de fibres de lin diffèrent considérablement (54,7 MJ/kg contre 9,6 MJ/kg, respectivement). Toutefois, par rapport à l'impact des matériaux à matrice polymère, les avancées générales dans l'utilisation des fibres naturelles sont limitées.

Outre l'avantage direct de réduire l'impact négatif sur l'environnement au stade de la fabrication, un composite renforcé par des fibres naturelles peut également contribuer au respect de l'environnement grâce à son poids inférieur et à la consommation réduite de carburant des véhicules de transport qui en résulte, la conception des pièces constituées de fibres naturelles répondant à une exigence de rigidité. Si la teneur en fibres des composites à base de fibres naturelles est renforcée en vue d'obtenir une qualité équivalente aux matériaux à base de fibre de verre, la quantité de polymères synthétiques peut de ce fait être réduite. L'étude comparative du cycle de vie d'une pièce pour véhicule automobile en résine époxyde renforcée par des fibres de chanvre, et d'une pièce réalisée à partir de polystyrène-butadiène-acrylonitrile (ABS) selon différentes méthodes, a révélé que non seulement la pièce renforcée aux fibres de chanvre présentait un avantage du point de vue de l'environnement durant la phase de production (éco-indicateur de 8 pour cent seulement), mais que le poids réduit grâce à l'application de la pièce à base de fibres de chanvre permettait une économie d'énergie minimale, avec des avantages additionnels pour l'environnement au cours de la phase d'utilisation.

Le cycle de vie du polypropylène renforcé par des fibres de roseau de Chine (*Miscanthus sinensis*) comme matériau de remplacement du PP à base de fibres de verre pour la production de palettes de transport, a été analysé. Plusieurs méthodes d'évaluation du cycle de vie ont été appliquées pour établir l'impact environnemental, notamment celle de l'Éco-indicateur 95. Les auteurs ont signalé l'avantage environnemental d'une réduction d'énergie d'environ 30 pour cent, grâce à l'utilisation du matériau renforcé en fibres naturelles. L'effet d'un niveau de recyclage de 20 pour cent des palettes en fibre de verre sur toutes les catégories d'impact de l'évaluation du cycle de vie, a été indiqué comme étant insuffisant pour compenser l'impact réduit de la palette en fibres naturelles. Une réduction sensible de la consommation d'énergie grâce à un poids inférieur au cours de la phase d'utilisation a également été signalé. Le remplacement d'une palette de transport en fibre de verre permet, sur une distance de transport totale de 100 000 km, une économie potentielle d'énergie de 2 500 GJ par hectare, tandis que l'utilisation du roseau de Chine pour la production de chaleur en remplacement du pétrole ne donnerait lieu qu'à une économie d'énergie de 200-240 GJ par hectare. L'application de la fibre de roseau aux palettes de transport présente donc un plus grand avantage du point de vue de l'environnement. D'autres études analogues ont donné les mêmes

résultats, soulignant qu'en termes de réduction d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, l'application de fibres naturelles aux matériaux composites est plus avantageuse pour l'environnement que la production de cultures énergétiques.

À ce jour, les effets de la substitution de la fibre de verre par des fibres naturelles pour la santé des personnes et l'usure des machines (bords coupants, particules de poussière) n'ont pas encore été analysés.

6. Phase de fin de vie

La possibilité de récupérer l'énergie d'un produit à la fin de sa vie utile, permet de déduire cette énergie des besoins du processus de production et modifie ainsi le total des besoins énergétiques nets. Contrairement aux matériaux synthétiques, les fibres naturelles peuvent être dégradées par des micro-organismes et se décomposer. De cette façon, ou par incinération, le CO₂ fixé dans la fibre sera libéré et le cycle sera clos.

Les matériaux composites renforcés par des fibres naturelles sont caractérisés par l'avantage potentiel qu'ils présentent dans la phase de fin de vie, par rapport aux composites à base de fibres de verre. Comme pour la fabrication de matériaux renforcés à la fibre de verre, il est impossible de produire des matériaux à partir de matières plastiques chargées en fibres naturelles avec une réduction minimale des propriétés en les recomposant après la phase d'utilisation. En effet, les fibres naturelles supportent mal une nouvelle étape thermique, encore moins que la fibre de verre. Toutefois, l'incinération peut être une option avantageuse. À cet égard, le principal avantage de l'application de fibres naturelles peut se situer au niveau des plastiques thermodurcissables, qui sinon ne peuvent être recyclés lorsqu'ils sont renforcés à la fibre de verre et remplis de matériaux bon marché, ou des thermoplastiques recyclés, qui sont plus proches de leur incinération en fin de vie que les thermoplastiques vierges. Une comparaison entre divers scénarios de fin de vie a indiqué que l'incinération était probablement la solution la plus viable. L'avantage de l'incinération dépend de la quantité de matériel combustible dans le produit final. L'avantage net indiqué pour l'incinération du polypropylène est de 21,5 MJ/kg, tandis que pour les fibres naturelles (le roseau de Chine, dans le cas présent) il est de 8,3 MJ/kg. L'incinération des fibres de verre requiert de l'énergie (1,7 MJ/kg), faisant ainsi augmenter les besoins énergétiques nets totaux. Pour les pièces en composites renforcés par des fibres naturelles, cela signifie qu'environ 25 pour cent des coûts énergétiques de production sont compensés par l'incinération, tandis que pour les pièces à base de fibres de verre, dont la production requiert déjà au moins deux fois plus d'énergie, l'incinération compense environ 13 pour cent des coûts d'énergie.

7. Conclusions et recommandations

La production de plantes textiles a un impact variable sur l'environnement, pour ce qui concerne les besoins en engrais, en pesticides et en énergie. Les plantes prises en considération ont en général des exigences en engrais et en produits antiparasitaires modérées, tandis que leurs besoins énergétiques peuvent être considérés comme minimales du fait de la structure extensive des exploitations et de l'importance relative de la main d'œuvre dans les systèmes de culture traditionnels. De ce fait, la production de plantes textiles a un impact environnemental limité.

Dans les phases de transformation après récolte, le processus d'extraction des fibres consomme de l'énergie fossile et de l'eau, produit des déchets de biomasse et contamine l'eau

de fabrication, avec des risques considérables de pollution des eaux de surface lorsque des systèmes de traitement des eaux usées ne sont pas mis en place. L'utilisation des résidus et des déchets pour la production d'énergie, ou d'autres débouchés à valeur ajoutée, améliore considérablement la performance écologique générale d'une plante textile. En règle générale, les études comparatives portant sur la phase de production des plantes textiles, par rapport aux produits synthétiques ou à la fibre de verre, indiquent que celles-ci présentent des avantages du point de vue de l'environnement grâce à des émissions réduites de CO₂ et de gaz à effet de serre et à une consommation d'énergie fossile moindre.

Du point de vue des besoins en énergie et en produits chimiques, les processus de trituration des fibres pour la production de papier, de carton et de produits en fibres cellulosiques, présentent généralement des avantages écologiques, par rapport à la mise en pâte du bois. Toutefois, au niveau des opérations de traitement à petite échelle la récupération chimique ne présente aucun intérêt économique, aussi la trituration des plantes textiles, comme le jute, le kénaf, l'abaca et le chanvre, est-elle souvent une cause de pollution grave qui nécessite une gestion intégrée des eaux usées. Dans les matériaux composites à base de fibres, les textiles mélangés ou les non-tissés, l'impact relatif des résines synthétiques et des polymères sur l'évaluation du cycle de vie est important.

En règle générale, la plupart des avantages environnementaux des produits à base de fibres s'acquièrent au cours de la phase d'utilisation. Le poids réduit des composites à base de fibres naturelles dans les applications automobiles, contribue davantage à la protection de l'environnement en termes d'économies de carburant qu'en termes d'économies d'énergie durant la phase de production du panneau. Lorsque la même résistance mécanique est requise, l'avantage d'utiliser des fibres cellulosiques plutôt que des fibres de verre dans un matériau composite peut être perdu parce que les éléments de construction doivent alors être plus lourds. Toutefois, lorsque la même rigidité est demandée, les fibres ligno-cellulosiques peuvent permettre d'obtenir des éléments de construction plus légers, grâce à leur plus grande résistance spécifique à la flexion. Cela étant, il faut noter que l'importance des avantages pour l'environnement est fonction du type d'application. L'avantage écologique dérive généralement d'un effet secondaire, tel que la réduction de poids, et n'est pas lié à l'origine "verte" de la fibre. Il n'est donc pas possible de donner une indication générale des avantages résultant de l'utilisation de produits à base de plantes textiles.

La présente étude de l'impact de la production des fibres naturelles et de leurs applications industrielles sur l'environnement, met en évidence la nécessité d'une évaluation approfondie des avantages écologiques qui dérivent de l'utilisation de ces fibres, ainsi que la possibilité de promouvoir les fibres naturelles en exploitant les résultats des travaux de recherche actuels.

D'une part, la recherche peut permettre d'identifier de nombreux domaines encore inexplorés. En règle générale, une meilleure utilisation des sous-produits et la mise en place de systèmes de traitement des eaux usées (utilisation intégrale de la plante) contribueront à renforcer la viabilité des chaînes de production des fibres. Les effets de la mécanisation des systèmes de production sur l'évaluation du cycle de vie des produits à base de fibres, doivent être mis en balance avec la compétitivité économique et les aspects sociaux de l'apport de main-d'œuvre. Plus spécifiquement, dans le cas des matériaux de construction, il s'agira d'effectuer une étude comparative des évaluations du cycle de vie, tenant compte des coûts d'entretien et de substitution par rapport aux performances des matériaux. Dans d'autres domaines, comme les facteurs de production horticole, dont la contribution à l'environnement n'est pas documentée, l'évaluation du cycle de vie pourrait être utilisée pour promouvoir les produits à base de

fibres. D'autres secteurs de recherche pourront être l'amélioration du processus d'extraction des fibres et la gestion des déchets, les nouveaux procédés de fabrication des fibres et leurs applications non conventionnelles, et la production d'agglomérants et d'enduits naturels par exemple pour la fabrication de panneaux à partir de l'enveloppe des fibres de coco. Les recherches dans ces domaines aboutiront à des évaluations quantitatives du cycle de vie pour les diverses applications des fibres qui permettront d'établir des systèmes bien fondés d'écoétiquetage et de certification des meilleures pratiques.

D'autre part, les résultats actuels des recherches pourront être utilisés pour promouvoir certaines applications des fibres naturelles. Ainsi, par exemple, avec la promotion voulue, les produits pour pépinière, comme les pots biodégradables, peuvent représenter un domaine d'expansion prometteur. D'une façon plus générale, le secteur du conditionnement, compte tenu des strictes réglementations européennes, peut fournir un créneau de marché pour les fibres naturelles. Cela étant, l'impact écologique d'un produit ne constitue pas encore un enjeu commercial important. Tant que l'usage de produits non renouvelables n'est pas limité par la législation ou par leur coût élevé, les applications des fibres naturelles resteront réservées à des créneaux spécifiques, selon les exigences techniques et les indicateurs de base du marché. Les performances techniques spécifiques d'un produit, conjointement avec son coût relatif, étant encore les principales forces motrices dans un marché compétitif, il est probable qu'attirer l'attention sur la qualité des produits en fibres naturelles sera plus efficace pour renforcer la demande que d'en souligner les avantages du point de vue de l'environnement.