



Panorama des marchés «Fibres végétales techniques en matériaux» (hors bois) en France

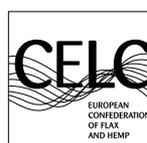
Mémento 2020



Travaux collectifs
coordonnés par

En partenariat
avec

Financé
par





Sommaire

1 Introduction

- Présentation et remerciements

Page 4

2 Les ressources

- Les cultures dédiées
- Les coproduits agricoles
- Les biomasses potentielles
- Les surfaces et volumes en jeux
- Les données d'inventaire de cycle de vie

Page 5

3 La chaîne de valeur

- Les étapes de transformation
- Le marché des isolants souples
- Le marché des isolants de remplissage à base de paille
- Le marché des panneaux de particules allégés
- Le marché des bétons végétaux
- Le marché des pièces injectées
- Le marché des pièces thermocompressées
- Le marché des composites à fibres continues

Page 20

4 Les perspectives d'évolution

- Eléments clés de compréhension

Page 32

5 Les acteurs clés et les références

- L'organisation des filières agricoles de production
- Le répertoire des acteurs
- Le glossaire technique, sigles et abréviations
- La bibliographie

Page 42

Avertissement

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Droit d'image

Tous droits réservés à Alain Goulard, Agria Grand Est, APM, Bâtir en balles, Blackbird, Culture In, Dediennne Multiplasturgy, Egide, Focal, LabelBreed, Notox, S.Randé/CELC, Comité Champagne, Chambre d'Agriculture de l'Aube, Construire en Chanvre, Culture in Varian, FBT Isolation, NatUp fibres, Faurecia, France Miscanthus, FRD, InterChanvre, Parexlanko, Pixabay.



Introduction

1

La valorisation des fibres végétales en matériaux est aujourd'hui une réalité sur l'ensemble des domaines d'applications : panneaux, isolants, bétons, plasturgie, composites à fibres continues.

Ces valorisations sont liées aux performances différenciantes de ces matières (renforcement, allègement, isolation thermique et phonique, amortissement...), mais aussi à la capacité d'entreprises pionnières à mettre au point des innovations clés et à des filières à s'organiser, à investir et à prendre des risques.

Depuis le début du 21^e siècle, la société cherche à limiter le réchauffement climatique et ses effets en essayant de trouver de nouvelles solutions de production et de consommation plus respectueuses de l'environnement. Les ressources végétales sont une solution plausible et intéressante, car elles répondent à deux impératifs : étant renouvelables elles peuvent

contribuer à limiter l'utilisation de ressources d'origines fossile. Leur impact environnemental demande à être mesuré systématiquement sur l'ensemble du cycle de vie. Produites pour la grande majorité en Europe, elles constituent en outre une ressource locale de proximité. A l'issue du projet investissement d'avenir SINFONI, le Pôle IAR, la CELC, le CIPALIN, InterChanvre, France Miscanthus et Fibres Recherche Développement (FRD) ont souhaité conduire un « **Plan d'action d'intérêt général dédié à la valorisation des fibres végétales techniques à usages matériaux** ». Celui-ci porte tout particulièrement sur la pérennisation d'un **Observatoire des « marchés des fibres végétales techniques matériaux (hors bois) »**, afin de donner de la lisibilité sur :

- Le fonctionnement des filières fibres végétales techniques (lin, chanvre...)
- La connaissance et l'évolution des marchés des matériaux en général, des procédés, des matrices, des renforts...
- Les contraintes respectives de fonctionnement en amont et en aval de ces filières

Cette volonté a été relayée par l'ADEME, qui souhaitait actualiser l'étude de « la disponibilité et de l'accessibilité des fibres végétales à usages matériaux en France » réalisée en 2011 par FRD dans le cadre d'une subvention de l'ADEME. L'objectif était ainsi de disposer d'une photographie actualisée de l'utilisation des fibres végétales, mises en perspective dans le cadre d'une vision prospective des usages futurs au vu de l'évolution des besoins des marchés, ou des dynamiques de R&D en cours.

L'actualisation de ce memento est la traduction concrète de cette volonté afin de rendre lisible le marché des fibres végétales techniques pour matériaux (hors bois), tant pour les acteurs de :

- L'aval regroupant les industriels potentiellement utilisateurs de ces nouvelles ressources : quelles ressources ? quelle disponibilité ? quelles conditions d'accès ?
- L'amont agricole : quelle réalité de marché des matériaux ? quelles tendances, quels niveaux de valorisation ? quel intérêt de se positionner sur ces marchés ?

Il s'appuie sur les principales données statistiques ou études de références produites en France ou à l'échelle Européenne au cours de ces dernières années.

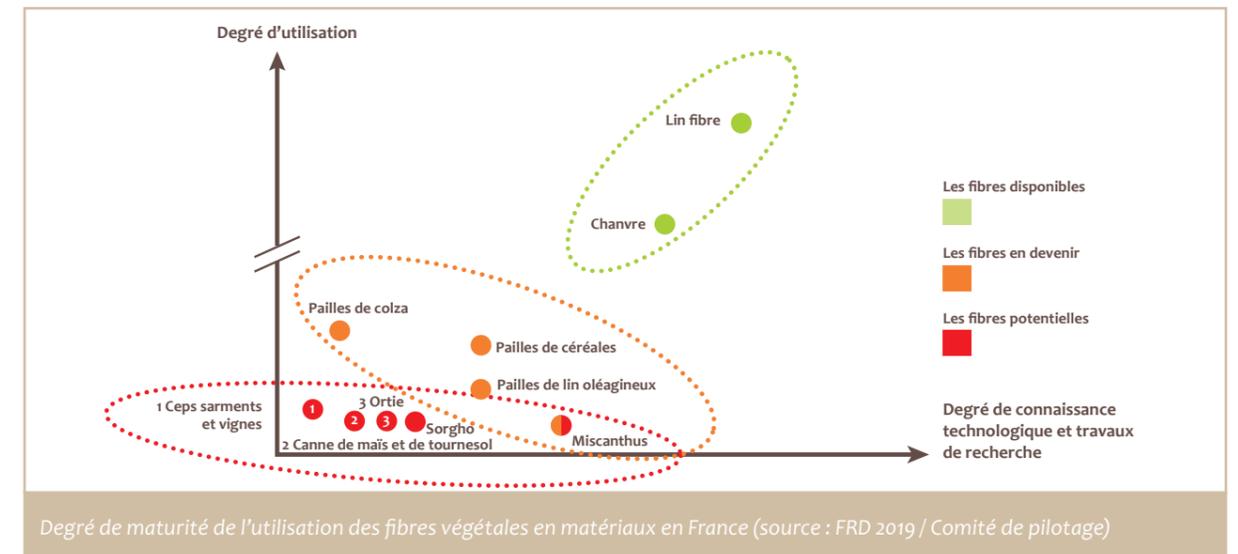


Les ressources

prises en compte

Périmètre ressource

Parmi les espèces végétales cultivées en France, un certain nombre sont ou peuvent être utilisées à des fins matériaux : lin fibre, chanvre, paille de céréales ou de colza, miscanthus... Cependant, toutes ces espèces ne font pas l'objet du même degré de connaissance et de recherche ni du même degré d'utilisation.



3 groupes de plantes à fibres se distinguent

• **Les fibres disponibles** : elles sont produites en grande quantité avec la présence d'outils industriels de production, s'appuient sur des filières structurées et un potentiel de valorisations matériaux qui est avéré (de nombreuses utilisations matériaux existent) : chanvre, lin fibre.

• **les fibres en devenir** : le potentiel est intéressant, les implantations et les utilisations matériaux commencent à se développer, les filières ne sont pas

structurées ou en voie de structuration : paille de céréales, paille de lin oléagineux, paille de colza.

• **les fibres potentielles** : l'effort de R&D est important, les usages matériaux ne sont pas encore validés industriellement ou commercialement, les chaînes logistiques et de récoltes restent à organiser pour un usage matériaux : miscanthus, ceps et sarments de vignes, canne de tournesol, sorgho, ortie, pailles de lavande... sans que cette liste soit limitative.

Le comité de pilotage a souhaité retenir l'ensemble des biomasses faisant l'objet d'une valorisation industrielle effective en matériaux, ou en phase active de R&D, à savoir :

Origine	Exemples de biomasse
Cultures dédiées	Lin fibre, chanvre, miscanthus
Coproduits agricoles ^a	Paille de céréales, cannes de maïs, paille de sorgho, paille de colza, canne de tournesol, paille de lin oléagineux, ceps et sarments de vignes

Ce périmètre sera actualisé à chaque édition en fonction de la réalité des biomasses valorisées industriellement, des marchés / des technologies / et des avancées en matière d'innovation dans le domaine de la valorisation des biomasses dans le domaine des matériaux.

^a Cf. définition au 5) Acteurs clés et Références

Un comité de pilotage coordonné par l'ADEME a orienté les travaux en fixant les objectifs à atteindre et en donnant les moyens d'y parvenir. Il était composé d'une dizaine de partenaires allant de l'amont à l'aval de la filière des fibres végétales, avec : bpifrance, le Bureau des Pailles et Fourrages (Association Générale des Producteurs de Blé (AGPB) / Association Générale des Producteurs de Maïs (AGPM)), la Confédération Européenne du Lin et du Chanvre (CELC), le Comité Interprofessionnel de la Production Agricole du Lin (CIPALIN), InterChanvre, FranceAgriMer, France Miscanthus, le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, et le Ministère de la transition écologique et solidaire / Ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales.

Ce travail collectif a été réalisé opérationnellement par FRD et IAR, le Pôle de la Bioéconomie. La conception du présent document de communication a été coordonnée par InterChanvre, et diffusé tout particulièrement grâce à l'appui de la CELC et de France AgriMer.

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des partenaires ayant contribué à la parution de ce deuxième memento, à savoir : les membres du comité de pilotage, les partenaires de diffusion et les contributeurs ou relecteurs tels que AGPB/AGPM, Arvalis, Cavac Biomatériaux, Centre Français du Riz, Comité Champagne, CODEM, Construire en Chanvre, Coop de France Hauts de France, le GIE Linea, MSI Reports, le Réseau Français de Construction en Paille (RFCP), Terres Inovia.



Les ressources

2

Les cultures dédiées

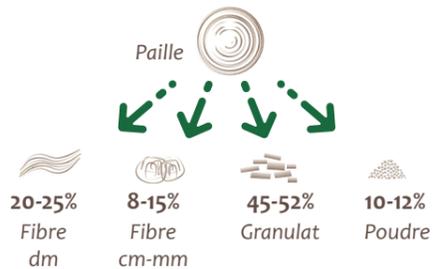


Le lin

Le lin fibre (*Linum usitatissimum* L.) est une plante herbacée annuelle des régions tempérées septentrionales de la famille des Linacées. Cette plante peut atteindre 0,8 à 1,2 mètres de hauteur et a un diamètre de 1 à 2 millimètres.

Le lin fibre s'implante généralement au printemps. Afin d'éviter tout risque d'épuisement des sols et de prolifération des maladies, le lin est implanté en rotation tous les 6 à 7 ans. C'est une bonne tête de rotation permettant une hausse du rendement de la culture suivante, un allongement et une diversification des rotations.

Les matières premières issues du lin



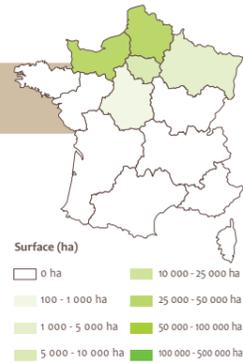
Types de matières issues du fractionnement (Source FRD)

Le teillage de la paille de lin fibre génère des fibres [dm] et fibres [cm]. Cette opération aboutit également à l'extraction des graines, des poudres (poussières : paillettes et épiderme des tiges) et des granulats (anas). Toutes les composantes de la plante sont valorisées, ne générant ainsi aucun déchet au sens de la réglementation européenne.

Zone de production

Le lin en France (moyenne 2016-18)

Surface 97 700 ha/an
0,36 % de la SAU
Rendements Paille théorique disponible 6 tMB/ha



Évolution des surfaces



Evolution des surfaces (ha) 1999 - 2018 (Source : Agreste)



Les ressources

Les cultures dédiées



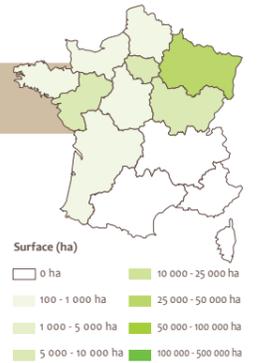
Le chanvre

Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) est une plante à croissance rapide (jusqu'à 3 mètres en quelques mois) de la famille des Cannabacées. Cette culture trouve facilement sa place au sein d'un assolement en tant que tête de rotation. L'absence de produits phytosanitaires dans l'itinéraire technique fait du chanvre une plante à faible impact environnemental et permet indirectement de régénérer la structure du sol et sa fertilité. Le chanvre a la particularité de favoriser la biodiversité, son couvert se rapprochant de celui d'une forêt.

Zone de production

Le chanvre en France (moyenne 2016-18)

Surface 16 700 ha/an
0,06 % de la SAU
Rendements Paille théorique disponible 7,3 tMB/ha

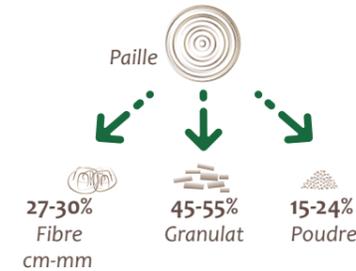


Évolution des surfaces



Evolution des surfaces (ha) 1999 - 2018 (Source : Agreste)

Les matières premières issues du chanvre



Types de matières issues du fractionnement (Source FRD)

A l'issue de cette 1^{ère} transformation de la paille de chanvre, différentes fractions végétales sont obtenues : des fibres [dm-cm], des granulats (chènevotte) et de la poudre. Comme le lin fibre, toutes les composantes de la plante sont valorisées, ne générant ainsi aucun déchet au sens de la réglementation européenne.



Les ressources

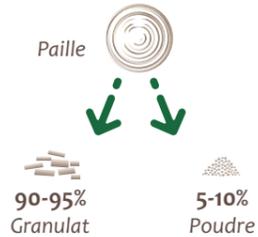
Les cultures dédiées



Le miscanthus

Le miscanthus (X Giganteus, hybride stérile non invasif) est une plante à croissance rapide (jusqu'à 4 mètres en quelques mois) de la famille des Poaceas. Cette culture s'inscrit sur le long terme avec une durée d'exploitation de 15 à 20 ans. Le miscanthus est une culture pérenne à faible impact environnemental, n'utilisant ni engrais ni produit de protection des plantes au cours de son cycle cultural, à part un désherbage à prévoir la première année en début d'implantation, désherbage qui peut être mécanique. Avec son développement racinaire, il permet de rétablir la structure des sols et d'en améliorer sa composition organique. Le Miscanthus favorise la biodiversité grâce à sa densité et au mulch créé au sol par les feuilles.

Les matières premières issues du miscanthus



Types de matières issues du fractionnement (Source FRD)

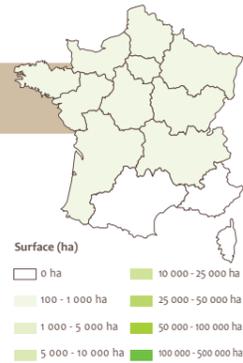
La récolte qui s'effectue lorsque la tige est sèche en fin d'hiver à 15 % d'humidité environ avec une ensileuse, permet d'obtenir « copeaux » ou « chips » de quelques centimètres qui peuvent être stockés en l'état sans ventilation ou agglomérés en granulés. Les débouchés actuels pour l'utilisation de cette matière sèche sont le combustible pour chauffage (60 %), la litière animale (20 %) et le paillage horticole (20 %).

Zone de production

Le miscanthus en France (moyenne 2016-18)

Surface **5 000 ha/an**
0,02 % de la SAU

Rendements biomasse théorique disponible
14,1 tMB/ha



Évolution des surfaces



Evolution des surfaces (ha) 1999 - 2018 (Source : Agreste)



Les ressources

Les coproduits agricoles



La paille de céréales

Ces pailles sont les sous-produits de la culture des céréales, dont la partie noble, le grain, est valorisée majoritairement en alimentation humaine et animale. Elles sont constituées de la tige rigide de la plante récoltée à maturité. La version 2020 du memento aborde l'ensemble des céréales pouvant être valorisées en matériaux, à savoir : blé tendre, blé dur, orge, escourgeon, seigle, avoine, triticale, riz, maïs grain et sorgho.

Les produits obtenus

Après récolte du grain lors de la moisson, la paille est soit enfouie, soit laissée au champ, soit mise en andains (petits amas de paille) pour être ensuite pressée pour



La paille de colza

Ces pailles sont les résidus de la culture du colza, dont la partie noble, la graine, est valorisée tout particulièrement dans l'alimentation humaine et animale. Elles sont constituées de la tige rigide de la plante récoltée à maturité.

Les produits obtenus

Après récolte de la graine lors de la moisson, la paille est généralement laissée au champ. Ponctuellement elle est pressée pour former des balles de paille (rondes ou rectangulaires). Elle peut alors servir très



La canne de tournesol

Ces cannes sont les résidus de la culture du tournesol (Helianthus annuus), grande plante annuelle, appartenant à la famille des Astéracées (Composées), cultivée pour ses graines riches en huile à visée alimentaire. Le tournesol est une culture de printemps à cycle court : semé de la fin mars à fin avril, il est récolté courant septembre.

Les produits obtenus

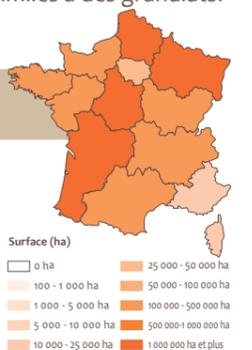
Après récolte de la graine lors de la moisson, la canne est laissée au champ où elle se décompose et restitue les minéraux qu'elle contient. Ponctuellement elle est pressée pour former des balles de paille (rondes ou rectangulaires). Il n'existe pas à ce jour de système de

former des balles de paille (rondes ou rectangulaires). Elle peut alors servir de litière aux animaux ou plus occasionnellement d'alimentation animale, de combustible ou d'isolant de remplissage. Les pailles ou brins de paille obtenus seront assimilés à des granulats.

Zone de production

Les céréales en France (moyenne 2016-18)

Surface **9,2 millions ha/an**
34 % de la SAU
Rendements Paille théorique disponible
0,74 tMB/ha

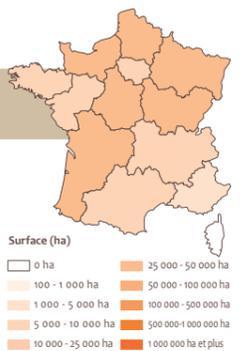


occasionnellement d'alimentation animale, de litières ou de matériaux. Les pailles ou brins de paille obtenus seront assimilés à des granulats.

Zone de production

La paille de colza en France (moyenne 2016-18)

Surface **1,5 million ha/an**
5,7 % de la SAU
Rendements Paille théorique disponible
1,2 tMB/ha



récolte éprouvé et utilisé en routine permettant de les récolter. Un certain nombre de projets d'innovation ont essayé de développer des systèmes de récolte permettant de récupérer des granulats, voire de séparer la périphérie de la canne à caractère fibreux, du cœur constitué d'une moelle légère et isolante.

Zone de production

La canne de tournesol en France (moyenne 2016-18)

Surface **558 700 ha/an**
2,1 % de la SAU
Rendements biomasse théorique disponible





Les ressources

Les coproduits agricoles



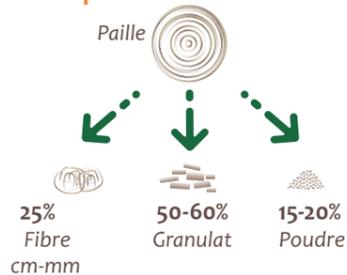
La paille de lin oléagineux

Le lin oléagineux est un type de lin (*Linum usitatissimum* L.) sélectionné pour sa production de graines riches en huile et non pour sa richesse en fibres.

Le lin oléagineux est présent principalement dans les régions du Nord, Nord-Ouest et Nord-Est où les précipitations sont abondantes. Concernant le lin oléagineux d'hiver, il est majoritairement cultivé au sud de la Loire, notamment dans le Sud-Ouest. C'est une très bonne tête de rotation, adaptée aux implantations sans labour pour le lin oléagineux d'hiver et pouvant jouer un rôle de protection contre l'érosion durant l'hiver. Son utilisation permet une diversification des cultures dans les exploitations céréalières.

Les producteurs privilégient l'implantation au printemps pour des raisons agronomiques et pour des questions de répartition de charge de travail.

Les matières premières issues du lin oléagineux



Types de matières issues du fractionnement (Source FRD)



Les ceps et sarcles de vigne

Ce sont les sous-produits issus de la conduite de la vigne. Ils recouvrent les sarcles provenant de l'entretien courant et les ceps liés au renouvellement des surfaces réalisé tous les 40 ans en moyenne, ou à l'arrêt de la production viticole sur ces parcelles induisant l'arrachage définitif des ceps.

Les produits obtenus

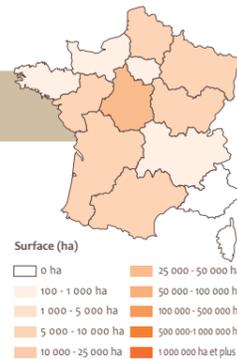
Les sarcles et ceps obtenus sont des matières brutes. Les conditions de valorisation dépendent de chaque vignoble. Les sarcles sont broyés pour servir d'amendement. Les ceps sont déposés sur des plateformes de collecte pour être valorisés énergétiquement en chaudière biomasse,

La paille de lin oléagineux est le résidu de la culture de la graine. Elle est soit directement broyée et ré-enfouie, soit laissée au champ. Ponctuellement elle est mise en andains (petits amas de paille) pour être ensuite travaillée par pressage pour former des balles de paille (surpressées et rectangulaires). Elle peut alors servir de litière aux animaux, de paillage ou pour la fabrication d'isolants souples ou de non-tissés. Pour ce faire elle doit être défibrée, ce qui permet d'obtenir 3 types de fractions : des fibres [cm], des granulats (anas) et des poudres (poussières)..

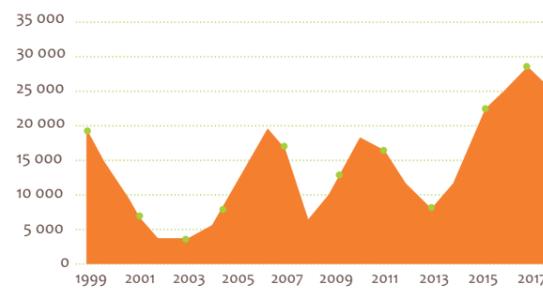
Zone de production

La paille de lin oléagineux en France (moyenne 2016-18)

Surface **26 300 ha/an**
0,1 % de la SAU
Rendements Paille théorique disponible **0,4 tMB/ha**



Évolution des surfaces



ou ponctuellement agronomiquement (compostage...). Des pratiques de brûlage à l'air libre (contraires à la réglementation) sont encore mises en oeuvre, constituant un gisement potentiellement valorisable.

Zone de production

Les ceps et sarcles en France (moyenne 2016-18)

Surface **788 700 ha/an**
2,9 % de la SAU
Rendements biomasse théorique disponible **0,8 tMB/ha**



Les ressources

Les biomasses potentielles

La liste des biomasses utilisées / utilisables sont nombreuses et ne peuvent pas toutes être développées dans le présent document.



Les balles de céréales

La balle, ou enveloppe du grain, est un sous-produit dérivé du décortiquage d'un certain nombre de grains dit "vêtus" (avoine, épeautre, millet, riz, sarrasin, tournesol). En effet, contrairement au blé, l'enveloppe des grains vêtus ne peut pas être séparée de la graine, directement au champ par la moissonneuse-batteuse. Ils sont ainsi décortiqués dans des ateliers spécialisés.

Une fois dépoussiérées et purgées des grains résiduels, les balles peuvent être valorisées en isolation. La balle de riz et à plus petite échelle la balle de petit épeautre, sont les plus valorisées à l'heure actuelle dans le bâtiment. Selon l'association « Bâtir en Balles » 110 à 160 tonnes de balles de riz et d'épeautre seraient utilisées à ce titre (MTES-MCTRCT/DGALN, 2012 & 2018). Depuis l'installation d'une unité de nettoyage en Camargue d'une capacité de 4 000 tonnes / an, la quantité de balle de riz valorisée en isolation augmente chaque année.

A noter, que les balles non nettoyées peuvent également être utilisées comme litière animale ou combustible.

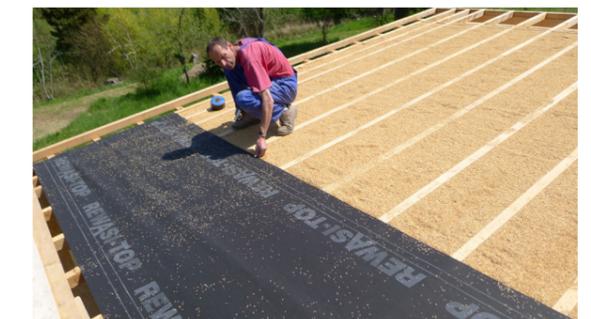


L'ortie

L'ortie est souvent mise en avant comme une plante à fibre permettant d'obtenir une fibre de qualité textile. 53 ha étaient officiellement cultivés en France en 2018 selon Agreste. Elle est valorisée actuellement notamment en purin. Des projets d'innovation visent à développer les usages matériaux et textiles de la fibre d'ortie, comme le projet Newfibre.

Les pailles de lavande et lavandin

Les pailles issues de la filière plantes à parfum, aromatiques et médicinales et tout particulièrement celles de lavande et lavandin sont utilisées à des fins de productions d'huiles essentielles. Les volumes produits correspondent aux résidus de distillation et aux pailles issues de l'arrachage des plantes pour leur renouvellement. Selon FranceAgriMer ce sont ainsi 16 800 tonnes de matières sèches qui seraient ainsi théoriquement disponibles. Les seuls usages connus sont le compostage. Ponctuellement on peut noter des usages énergétiques ou des essais d'utilisation dans le bâtiment en tant qu'isolant.





Les ressources

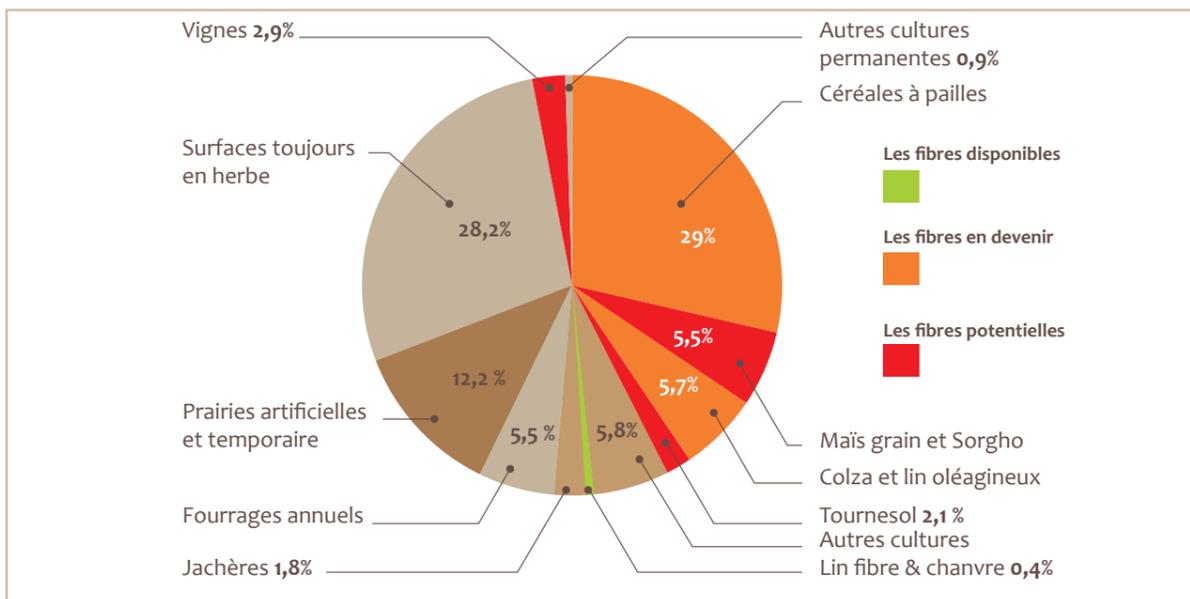
Les surfaces en jeux

Les surfaces cultivées en fibres végétales (ha)

Ressources		2016	2017	2018
Cultures dédiées	Lin fibre	88 913	98 263	106 146
	Chanvre	14 615	18 500	17 000
	Miscanthus	4 539	5 044	5 419
	Total	108 067	121 807	128 565
Coproducts agricoles	Céréales à paille	7 916 145	7 700 161	7 410 814
	Maïs Grain	1 442 315	1 435 760	1 423 782
	Sorgho	48 462	56 268	60 772
	Colza	1 550 459	1 408 420	1 615 527
	Tournesol	536 962	586 699	552 647
	Lin oléagineux	24 953	29 116	24 762
	Ceps et sarments de vigne	785 937	787 676	792 543
	Total	12 305 233	12 004 100	11 880 847

Figure 9 - Source : Agreste

La part des cultures dont sont issues les fibres végétales dans la SAU (moyenne 2016 -18)



Source : FRD / Agreste



Les ressources

La notion de fibre technique

Qu'est-ce qu'une fibre végétale technique ?

Une fibre végétale est la paroi d'une cellule végétale morte qui est principalement composée de cellulose, d'hémicellulose, de lignine et de pectine. Elle est soit isolée et c'est une « fibre unitaire », soit regroupée avec d'autres et c'est un « faisceau ».

Afin de pouvoir utiliser les fibres végétales au niveau industriel (sauf dans le cas spécifique des pailles de céréales), il est nécessaire de les extraire de la plante : c'est le **défilage** et de les préparer pour leur donner une « morphologie » adaptée aux besoins applicatifs spécifiques. On parle alors de **fibres végétales techniques**.

Actuellement, le terme « fibres végétales » regroupe une hétérogénéité très importante de fractions végétales et chacune de ces fractions possède une sémantique propre à sa filière. C'est pourquoi l'étude FRD 2011 a proposé une nouvelle sémantique de présentation des fibres végétales commune à l'ensemble des filières.

Les fibres végétales techniques issues des processus de défilage et de préparation de ces fibres peuvent être divisées en cinq sous-classes :

- **Fibres décimétriques ou Fibres [dm]** : Fibres végétales, obtenues à la fin du processus de défilage et/ou d'affinage, ayant une longueur moyenne de

l'ordre du décimètre (exemple : fibre longue de lin).

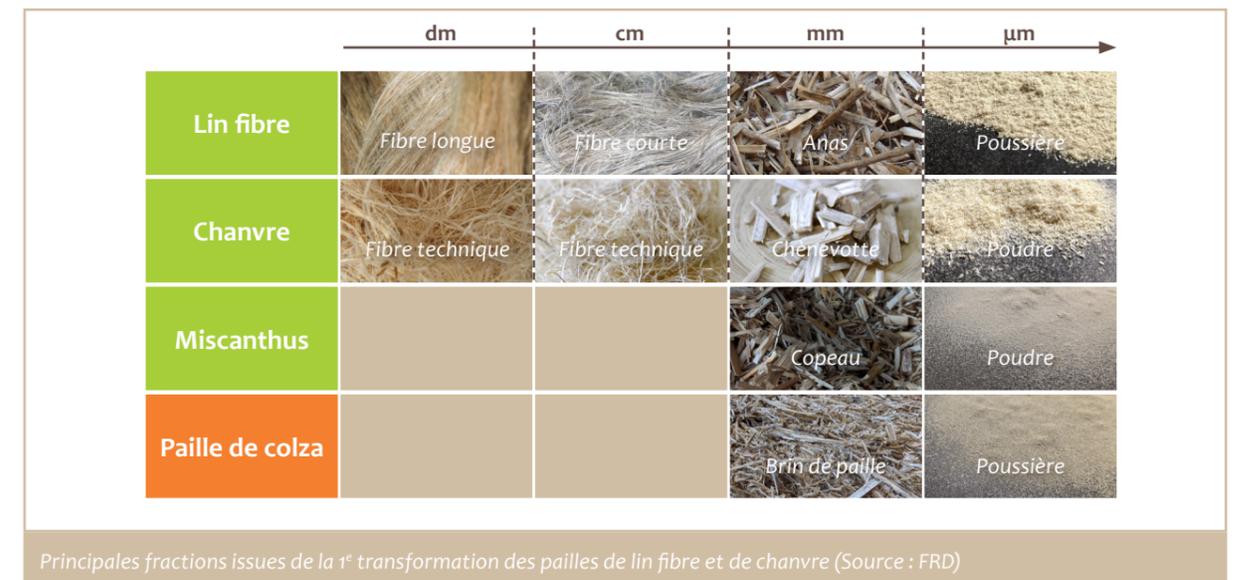
- **Fibres centimétriques ou Fibres [cm]** : Fibres végétales, obtenues à la fin du processus de défilage et/ou d'affinage, ayant une longueur moyenne de l'ordre du centimètre (exemple : fibres courtes de lin, fibres de chanvre).

- **Fibres millimétriques ou Fibres [mm]** : Fibres végétales, obtenues à la fin du processus de défilage et/ou d'affinage, ayant une longueur moyenne de l'ordre du millimètre (exemple : fibres courtes de lin, fibres de chanvre).

- **Granulats** : Les granulats, issus de la séparation post-décortication ou post-affinage, correspondent aux parties ligneuses de la tige (ou moelle). Leur granulométrie (millimétrique à centimétrique) varie en fonction de la plante défilée et de sa qualité, du processus utilisé, de la demande des clients, etc.

- **Farines** : Les farines correspondent à des broyats de granulats végétaux ou de fibres végétales qui sont homogènes et de faible granulométrie (µm).

- **Poudres** : Les poudres sont l'ensemble des résidus issus de la 1^{ère} transformation des pailles qui correspondent aux liants végétaux qui assurent la cohésion (pectines) et aux particules de fibre et de granulats issus du défilage.





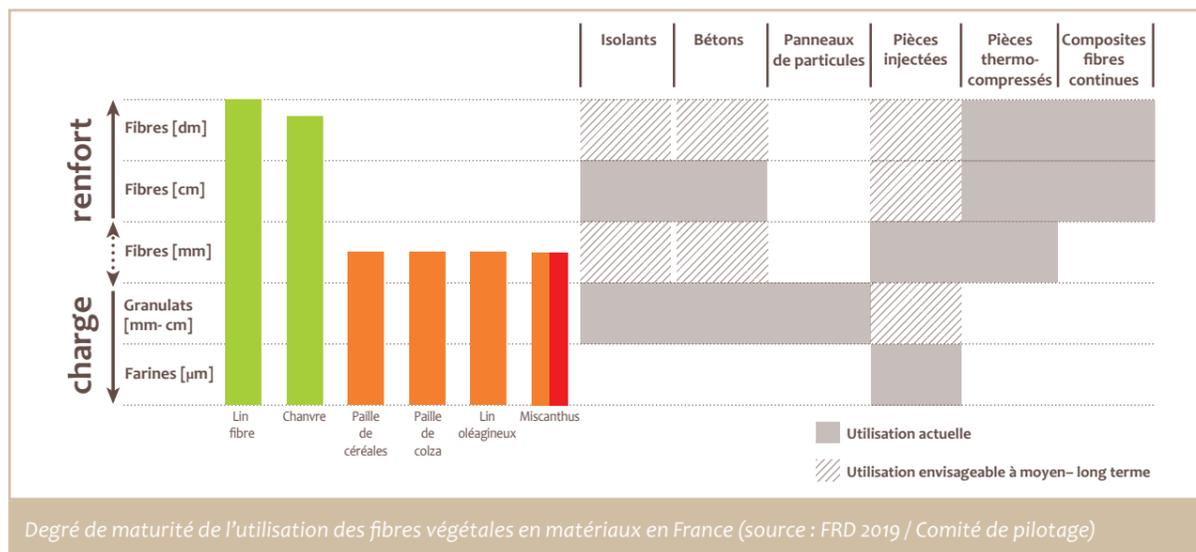
Les ressources

Les volumes en jeux

Des morphologies pour des usages

La morphologie de chaque type de fraction issue du défilage des pailles de biomasse conditionne ses utilisations applicatives actuelles et potentielles. Ainsi chaque secteur industriel valorise un ou

plusieurs types de fibres végétales techniques. Il est intéressant de noter que les fibres végétales techniques disponibles en France permettent de couvrir l'ensemble des besoins industriels.

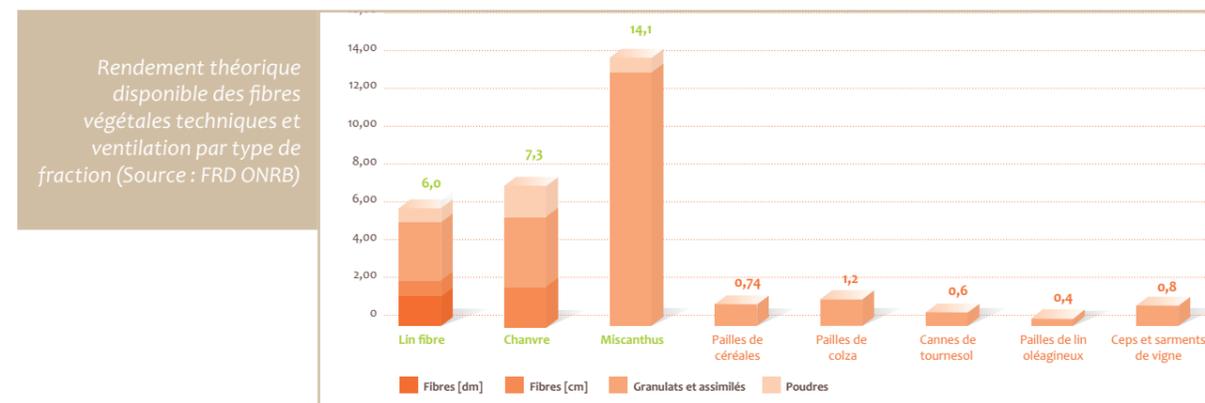


Rendement matière (paille et fibres)

Nous avons retenu la notion de « rendement théorique disponible » au sens de l'ONRB, c'est-à-dire les biomasses réellement récoltables techniquement sans nuire à la qualité agronomique des sols (afin de maintenir leur fertilité et les taux de matière organique), mais sans tenir compte des usages actuels (besoin de l'élevage...). Une fréquence d'exportation acceptable a ainsi été prise en compte.

A noter que les chiffres présentés ci-après sont des moyennes nationales. Il peut exister de fortes variabilités régionales, demandant de relativiser ces chiffres au cas par cas selon les réalités locales. Les différents constituants de ces biomasses (fibres, granules, poudres) sont généralement séparés lors des opérations de défilage ou de broyage, puis d'affinage ou de tamisage, sauf dans le cas des pailles de céréales qui sont directement utilisées sous forme de bottes en tant qu'isolant de remplissage.

Rendement matière (paille et fibres)



Les ressources

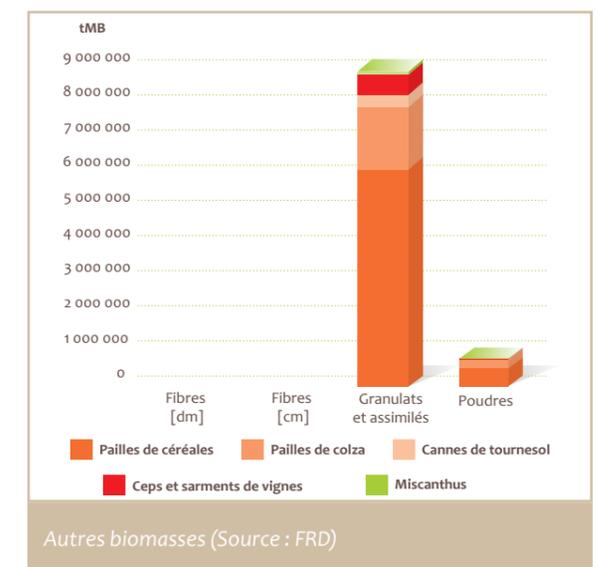
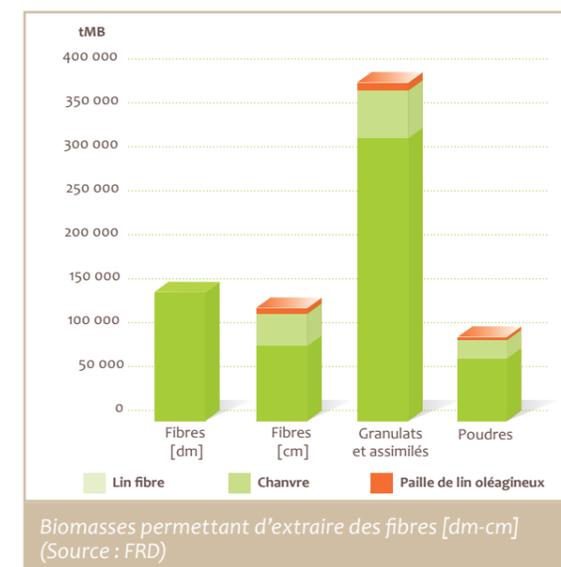
Les volumes en jeux

Rendement matière (pailles théoriquement disponibles et fractions techniques)

	Ressources	Paille (tMB/ha)	Fibres [dm]	Fibres [cm]	Granulats [mm - cm]	Poudres
Cultures dédiées	Lin fibre	6,0	20-25 %	8-15 %	45-52 %	10-12 %
	Chanvre	7,3	-	27-30 %	45-55 %	15-24 %
	Miscanthus	14,1	-	-	90-95%	5-10 %
Coproducts agricoles	Pailles de céréales, maïs, sorgho	0,7	-	-	90-95%	5-10 %
	Pailles de colza	1,2	-	-	90-95%	5-10 %
	Cannes de tournesol	0,6	-	-	90-95%	5-10 %
	Pailles de lin oléagineux	0,4	-	25%	50-60%	15-20 %
	Ceps et sarments de vignes	0,8	-	-	95 %	5 %

A noter : que l'on peut obtenir des fibres [mm] soit à partir de fibres [cm], soit à partir de granulats et assimilés
 Source : FRD / CIPALIN, InterChanvre, GIE Linea, FranceAgriMer 2016
 Exemple : un ha de chanvre en France permet de récolter en moyenne 7,3 tMB de paille, constituée selon les années et les chanvrières de 27 à 30 % de fibres [cm].

Volumes de fibres végétales techniques disponibles et types de fractions associées (moyenne 2016 - 2018)

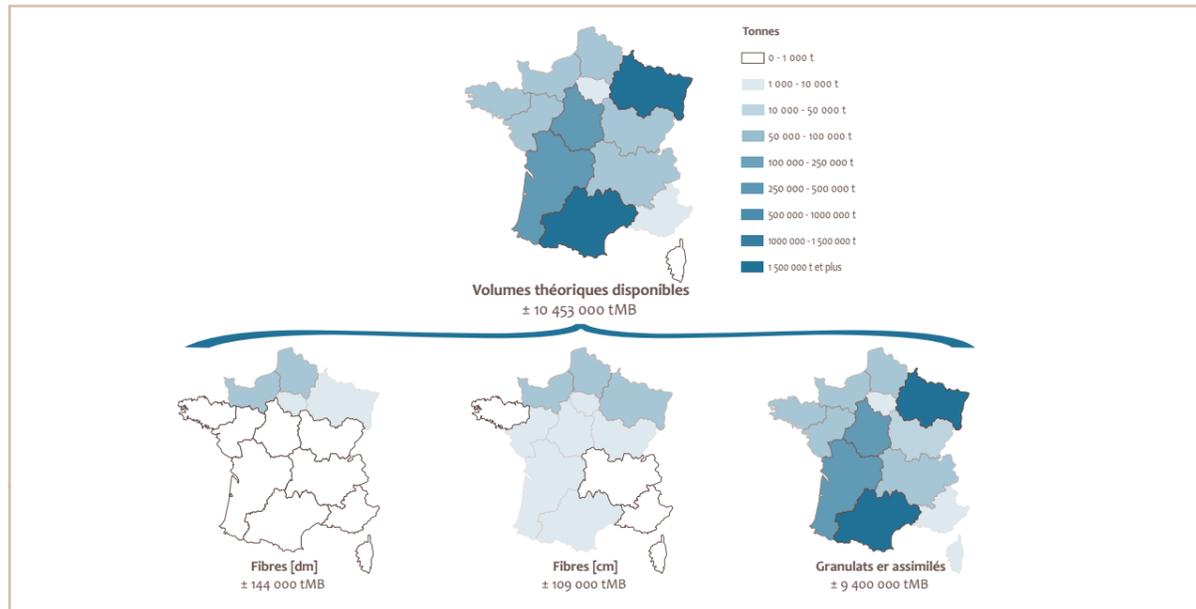




Les ressources

Les volumes en jeux

Répartition géographique du gisement de fibres végétales techniques disponibles (moyenne 2016 – 2018)



Source : FRD / Chambre d'agriculture de l'Aube

Volumes valorisés	Lin	Chanvre	Miscanthus	Paille de céréales	Paille de colza	Paille de lin	Ceps et sarments de vigne	Total
Fibres [dm]	3	0	0	0	0	0	0	3
Fibres [cm]	37	7	0	0	0	0	0	44
Granulats et assimilés	217	9	0	6	1 à 9	3	3	235 à 242
Total	256	16	0	6	1 à 9	3	3	281 à 288

Source : FRD 2019

Ce sont ainsi 280 à 290 milliers tMB/an de fibres végétales techniques qui seraient valorisées en matériaux

- Sur la base quasi exclusive de cultures dédiées (95 %) : lin fibre et chanvre.
- Pour 83 % ce sont des granulats qui sont valorisés principalement dans le domaine des panneaux de particules (91 %), des bétons (4 %) ou des isolants de remplissage (2 %).
- Pour 16 % ce sont des fibres [cm] valorisées dans le domaine des pièces thermocompressées automobile (87%), des isolants souples (11%) et des plastiques injectés automobile (2%).
- Pour 1% ce serait des fibres [dm], qui sont entrées sur le marché il y a moins de 10 ans (sous réserve : données de capacité de production).

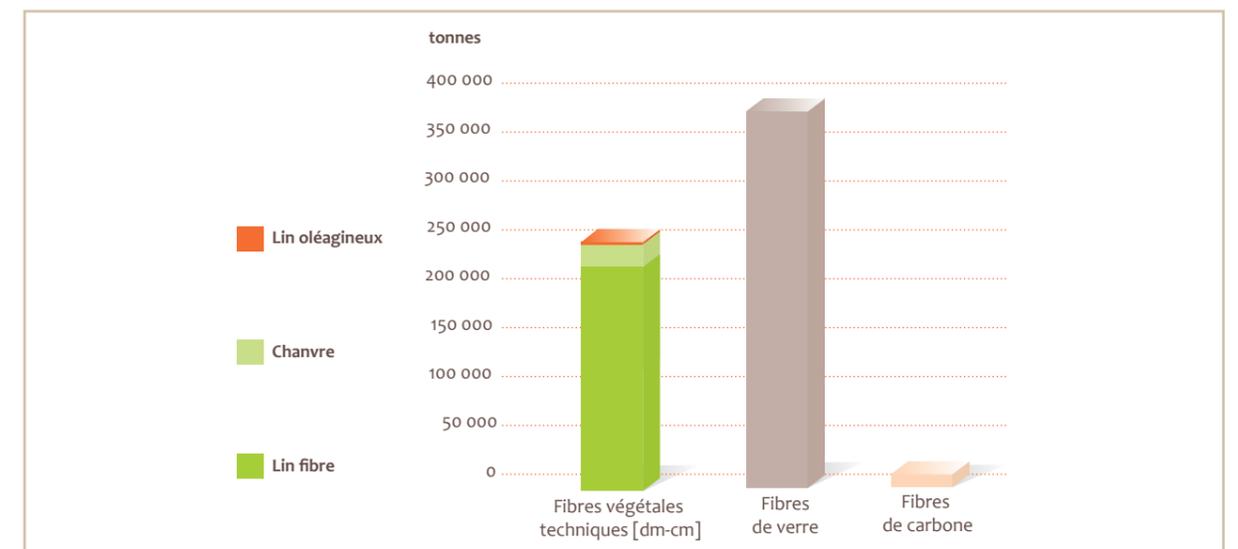


Les ressources

Les volumes en jeux

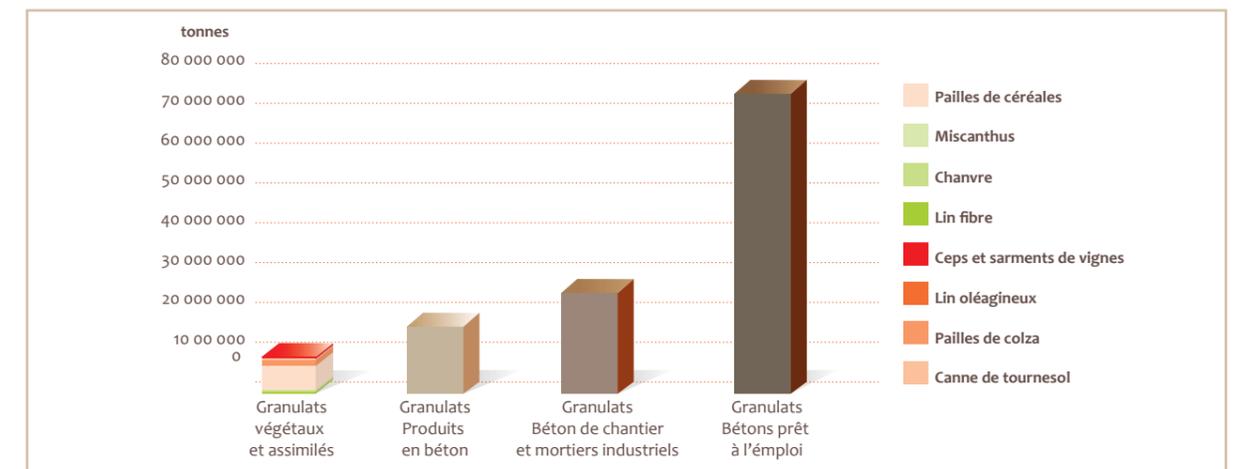
Mises en perspectives par rapport aux principaux volumes de fibres et granulats utilisés dans l'industrie des matériaux

Positionnement des volumes théoriques disponibles de fibres végétales techniques par rapport à la production française de fibres de verre et de carbone



source : FRD 2019 / AVK, JEC

Positionnement des volumes théoriques disponibles de granulats végétaux pour les systèmes constructifs en bétons



source : FRD 2019 / UNICEM-UNPG



Les ressources

Données d'inventaire de cycle de vie

Principes et spécificités des produits biosourcés

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est une méthode normalisée (ISO 14 040 et 14 044) qui permet de mesurer les effets quantifiables de produits ou de services sur l'environnement. Elle recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines. Elle évalue les impacts potentiels puis interprète les résultats obtenus en fonction de ses objectifs initiaux.

Le caractère biosourcé d'un matériau n'induit pas de fait un effet bénéfique sur l'environnement. Celui-ci doit être démontré par la réalisation d'une ACV.

Selon les recommandations pratiques de l'ACDV et de l'ADEME :

- Une analyse exhaustive du cycle de vie doit, dans la mesure du possible, être faite du « berceau à la tombe »
- En s'appuyant sur le service rendu par le produit...
- ... et l'usage de bases de données reconnues ou des données spécifiques représentatives et transparentes
- En prenant en compte à minima 95 % de tous les intrants et les sortants
- En gérant, quelle que soit l'allocation choisie (physique, énergétique, économique) une analyse de sensibilité
- En prenant l'absorption de CO₂ par la plante et les émissions de gaz à effets de serre (CO₂ voire autre tel que CH₄) en fin de vie de la fraction biosourcée.

La réalisation d'ACV relative à des matériaux ou applications utilisant des fibres végétales techniques, nécessite de disposer pour ces matières de données d'entrée éprouvées. Cette édition a souhaité mettre en avant des premières données simples, mais pas toujours accessibles.

L'ADEME avec 14 partenaires techniques et scientifiques a contribué à la constitution de la base de données AGRIBALYSE®. Cette base a permis de réaliser l'Inventaire de Cycle de Vie (ICV) des principaux produits agricoles français, selon une méthodologie homogène et partagée entre les acteurs mobilisés. Le blé, l'orge, le maïs et le colza sont déjà intégrés dans la base. Depuis mai 2020 les données propres à la culture du lin fibre et du chanvre sont disponibles dans cette base.

Proportion de carbone dans la matière sèche (PCMS)

La PCMS permet de calculer la quantité de carbone séquestrée.

Lin fibre	Chanvre	Miscanthus	Paille de blé
47,2 %	45,5 %	48 %	45 %

Source : ADEME 2017 / FRD, INRA projet BFF et Arvalis

Allocations des impacts environnementaux

La production de fibres végétales techniques ainsi que leur première transformation, sont des procédés dit « multifonctionnels », car ils génèrent une gamme de produits et de coproduits (ADEME 2017). La question de la répartition des impacts environnementaux générés par la production de ces différents produits se pose. Appelée « allocation », cette répartition influence fortement les résultats de l'ACV (ACDV 2014).

Les différentes approches possibles peuvent conduire à des variations de résultats importantes :

- Subdivision du procédé multifonctionnel en procédés monofonctionnels,
- Extension de la frontière du système afin de retirer les impacts des coproduits non-étudiés, via une approche de « substitution »,
- Allocation des impacts du procédé multifonctionnel à chaque coproduit selon une clé physique (masse, énergie, etc.),
- Allocation des impacts du procédé multifonctionnel à chaque coproduit selon une clé économique.

La réalisation d'ACV de matériaux à base de fibres végétales techniques utilise préférentiellement les allocations économiques ou massiques. En effet, l'ADEME préconise de réaliser une allocation économique lorsque produit(s) et coproduit(s) ont des finalités différentes. Au contraire, si produit(s) et coproduit(s) ont une finalité similaire et constante, il est conseillé de réaliser une allocation physique (massique, énergétique...). A noter que pour éviter des biais, il est préconisé de travailler sur des moyennes sur 5 ans.



Les ressources

Données d'inventaire de cycle de vie

Allocations massiques et économiques par culture/produit/coproduit

Cultures	Allocation massique	Allocation économique €
Lin fibre		
Graines	3 %	3 %
Pailles	97 %	97 %
Fibres [dm]	24 %	79,5 %
Fibres [cm]	12 %	12 %
Granulats	46 %	5,5 %
Poudres	15 %	0 %
Chanvre		
Graines	11 %	21 %
Pailles	89 %	79 %
Fibres [cm]	24 %	50 %
Granulats	44 %	27 %
Poudres	21 %	2 %
Miscanthus		
Cannes	100 %	100 %
Granulats	90 - 95 %	90 %
Poudres	5 - 10 %	10 %
Paille de blé		
Graines	66 %	100 %
Pailles	34 %	0 %

Source : ADEME 2017 et INRA Projet BFF 2019 & FRD pour le miscanthus.



La chaîne de valeur

3

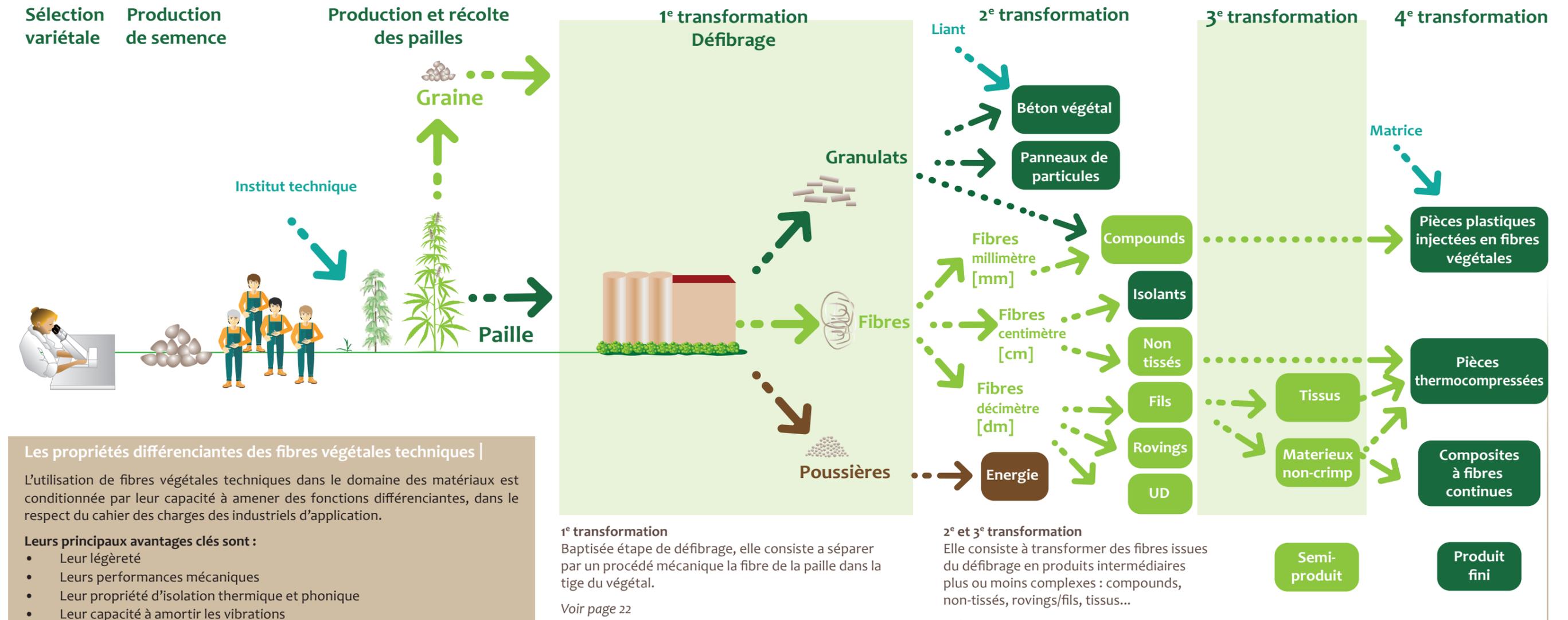
et les principaux marchés

Les chaînes de valorisation sont plus ou moins complexes selon les degrés de mise en forme des fibres demandées.

Aux 2 extrêmes :

- D'un côté, les pailles de céréales mises en balles peuvent directement être valorisées en tant qu'isolants de remplissage.

- De l'autre part, les fibres [dm] de lin fibre peuvent être défilées, puis transformées en rovings, puis en unidirectionnels avant d'être valorisées selon les procédés de mise en forme des composites fibres continues.



Les propriétés différenciantes des fibres végétales techniques |

L'utilisation de fibres végétales techniques dans le domaine des matériaux est conditionnée par leur capacité à amener des fonctions différenciantes, dans le respect du cahier des charges des industriels d'application.

Leurs principaux avantages clés sont :

- Leur légèreté
- Leurs performances mécaniques
- Leur propriété d'isolation thermique et phonique
- Leur capacité à amortir les vibrations
- Leur comportement en matière d'absorption/désorption
- Leur caractère renouvelable

Ces avantages varient selon les secteurs d'application.

1° transformation

Baptisée étape de défilage, elle consiste à séparer par un procédé mécanique la fibre de la paille dans la tige du végétal.

Voir page 22



2° et 3° transformation

Elle consiste à transformer des fibres issues du défilage en produits intermédiaires plus ou moins complexes : compounds, non-tissés, rovings/fils, tissus...

Voir page 23

Source : FRD et InterChanvre 2019 / projet d'investissement d'avenir SINFONI



La chaîne de valeur

Les étapes de transformation

1^e transformation

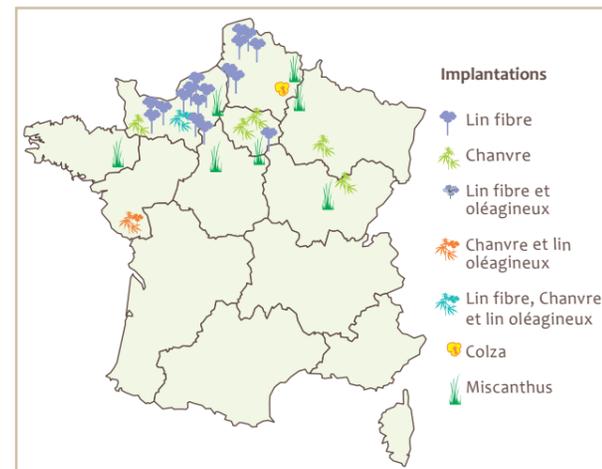
Définition

Cette première étape consiste en la séparation des différents constituants des pailles lors des opérations de défibrage.

Pour les cultures dédiées, les unités de 1^{er} transformation des fibres végétales sont localisées dans les zones de production. Elles se concentrent ainsi essentiellement dans la moitié nord de la France :

- La filière lin est concentrée principalement en Normandie et dans les Hauts-de-France. Le teillage est assuré par 26 entreprises constituées de coopératives ou de teillages privés.
- La filière chanvre dispose de 6 bassins principaux de production qui représentent 90 % de l'ensemble des surfaces implantées.

Localisation



Source : FRD / Chambre d'Agriculture de l'Aube

Poids économique des cultures

Lin fibre	Chanvre	Miscanthus	Paille de céréales	Paille de colza	Paille de lin oléagineux
26 teillages	6 chanvrières	± 10 ateliers de conditionnements	-	1 regroupement de coopératives actif dans sa valorisation*	2 unités de défibrage**
± 7 100 exploitations	± 1 400 exploitations	± 1 200 exploitations	± 315 000 exploitations	± 74 000 exploitations	± 2 400 exploitations
± 1 500 emplois directs	± 120 emplois directs	± 50 emplois directs	655 équivalents temps plein dans la filière construction***	-	Non estimé

Source : FRD / CIPALIN, InterChanvre, France Miscanthus, RFCP Bioeconomics 2016, Coopenergie et Agreste

* Coop de France Hauts de France, anciennement Coopenergie

** dont l'activité principale est le teillage de lin fibre ou le défibrage de chanvre

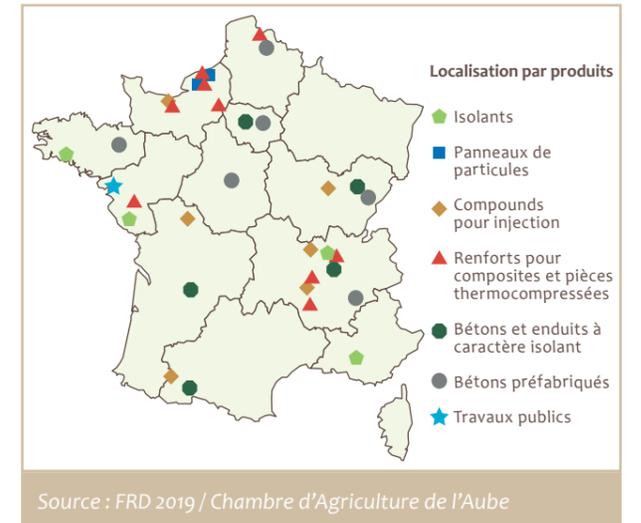
*** 17% en conception, 82% en construction et 1% en formation / accompagnement

2^e et 3^e transformation

Définition et localisation

Elle consiste en la transformation des fibres issues des opérations de défibrage en produits intermédiaires plus ou moins complexes : compounds, non-tissés, rovings/fils, tissus...

La localisation de ces unités de transformation est de moins en moins dépendante de la localisation de la ressource notamment quand on passe de la 2^e à la 3^e transformation.



Source : FRD 2019 / Chambre d'Agriculture de l'Aube

Usages actuels des fibres végétales techniques en France

Typologie de matériaux	Type de fibres et renforts	Taux d'incorporation en fibres végétales (%)	Volume produits en France (tonne/an)	
Isolants	Isolants souples	Fibre [cm], isolant	> 90	7 200
	Isolants de remplissage	Bottes	100	4 600
Bétons	Enduits, mortiers, blocs/parpaings	Granulat	20 à 50	40 000
Panneaux de particules	Panneaux de particules allégés	Granulat	90 à 95	330 000
Composites	Pièces plastiques injectées	Fibre [mm], Compound	20 à 30	6 000
	Pièces thermocompressées à base de non-tissés	Isolants de remplissage	50	3 000 à 4 000
	Composites à fibres continues	Non-tissé, ruban, unidirectionnel, multiaxial...	30 à 50	± 7 000*

Source : FRD 2019

* capacité de production

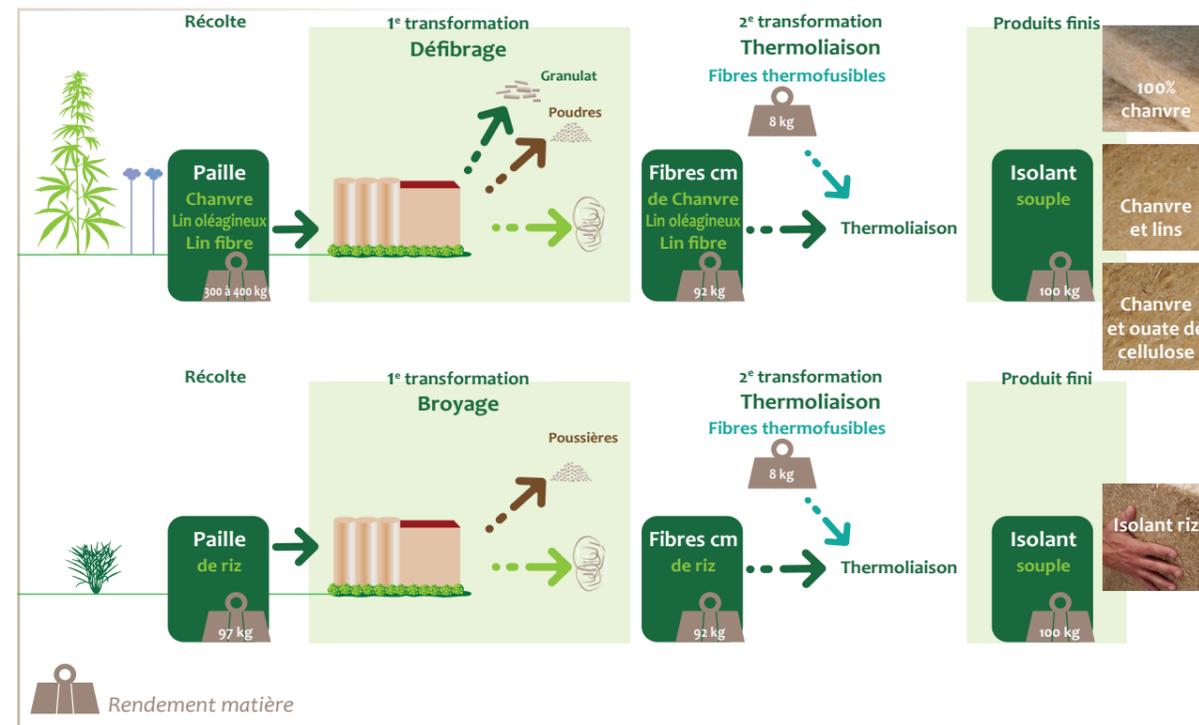


Le marché

des isolants souples

Selon MSI Reports, le marché de l'isolation est un marché de 245 millions de m² en surface en 2017. Il est dominé par les laines minérales et plastiques alvéolaires (92 %) et constitué plus marginalement par les isolants en couche mince (4 %) ou les isolants biosourcés (4 % en surface et 8 % en valeur) et moins de 1 % pour le verre cellulaire. Il est destiné principalement à l'isolation des toitures (50 % en surface), puis des murs (37 %) et des sols (14 %). Il est tiré principalement par le segment de la rénovation à 60 % (MSI Reports).

Étape et rendement des procédés de fabrication des isolants souples à base de biomasses agricoles



Source : FRD 2019 / Industriels

Pour leur part, les isolants souples à base de fibres végétales (hors bois) représentent en valeur 3 % du marché de l'isolation selon l'AICB, et sont produits par 4 fabricants majeurs. Leur croissance est plus dynamique que le marché des isolants dans son ensemble. Ils sont composés généralement à 92 % de fibres [cm] végétales en mix avec un liant polyester (8 %). Leur conductivité thermique est aujourd'hui bien maîtrisée autour de 0,038-0,044 W/m.K, un certain nombre de ses produits étant sous ACERMI. Les produits peuvent être des panneaux ou des laines (30 à 35 kg/m³). Leur production annuelle est estimée à 7 200 tonnes d'isolants, utilisant principalement des fibres [cm] de chanvre, de lin oléagineux ou de lin fibres, et plus récemment de pailles de riz avec l'arrivée d'un nouvel opérateur valorisant les pailles produites en Camargue. Ces isolants ont la particularité d'être

utilisés principalement en rénovation (à plus de 95 % selon MSI Reports et l'AICB), et majoritairement pour l'isolation des toitures (à 80 % selon MSI Reports en 2017).

Repères |
Isolants souples biosourcés en France
 Volume : 7 200 t/an
 Taux de croissance : ++
 Avantages : confort de pose, inertie thermique, durabilité des performances



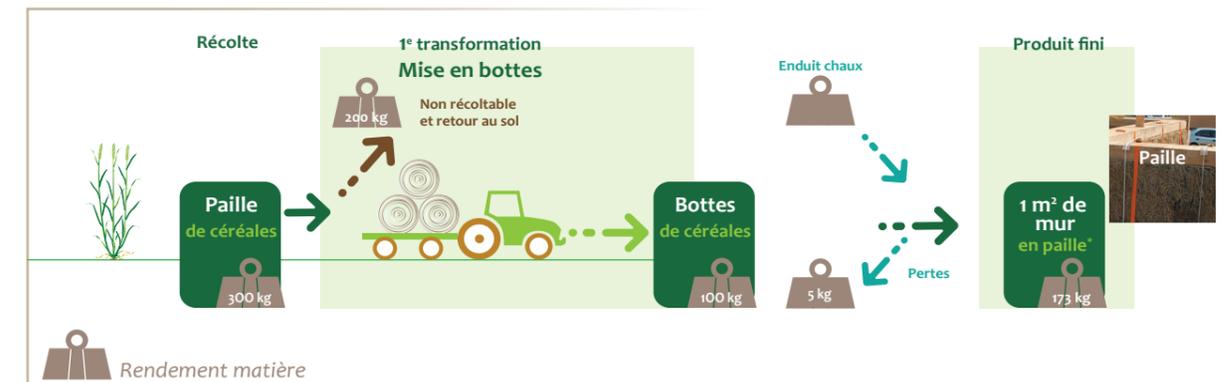
Le marché

des isolants de remplissage à base de paille

Les bottes de pailles de céréales sont utilisées comme isolant de remplissage de murs à ossature bois, et disposent d'une conductivité thermique de 0,052 et 0,065 W/m.K. Elles sont constituées majoritairement de blé (72 %), de triticale (13 %), de seigle (7 %) ou d'orge (6 %). Ces pailles sont collectées à 90 % dans un rayon de 50 km autour des chantiers généralement dans une logique d'autoconstruction. Les chutes de production sont remployées sur le site. Près de 2/3 des murs sont recouverts d'enduits intérieurs/extérieurs, composés majoritairement d'un mélange chaux / paille (Floissac). Des procédés de construction en usine visent à industrialiser ce mode de production, les murs en bois isolés en paille

étant préfabriqués en atelier avant d'être assemblés sur chantier. Les modalités d'application sont régies depuis 2012 par des règles professionnelles de mise en oeuvre, qui facilitent et encadrent l'assurabilité de ces constructions. Ce cadre normatif permet de réaliser tous types de bâtiments : tertiaires, Établissement Recevant du Public (ERP), logements individuels et collectifs, locaux industriels... A noter la construction en 2013 du 1^{er} immeuble de 8 étages à Saint Dié des Vosges (88) par le bailleur social « Le Toit Vosgien ». La construction paille est destinée à 96 % à la construction neuve ou à l'agrandissement de bâtiment préexistant. La rénovation ne concerne que 3 % des chantiers (RFCP 2016).

Étape des procédés d'isolation d'un mur en paille avec enduit intérieur/extérieur



Source : FRD / FranceAgriMer 2016 et RFCP



Repères |
Isolants biosourcés en France
 Volume : 4 600 t/an
 Taux de croissance : ++
 Avantages : confort de pose, inertie thermique, durabilité des performances

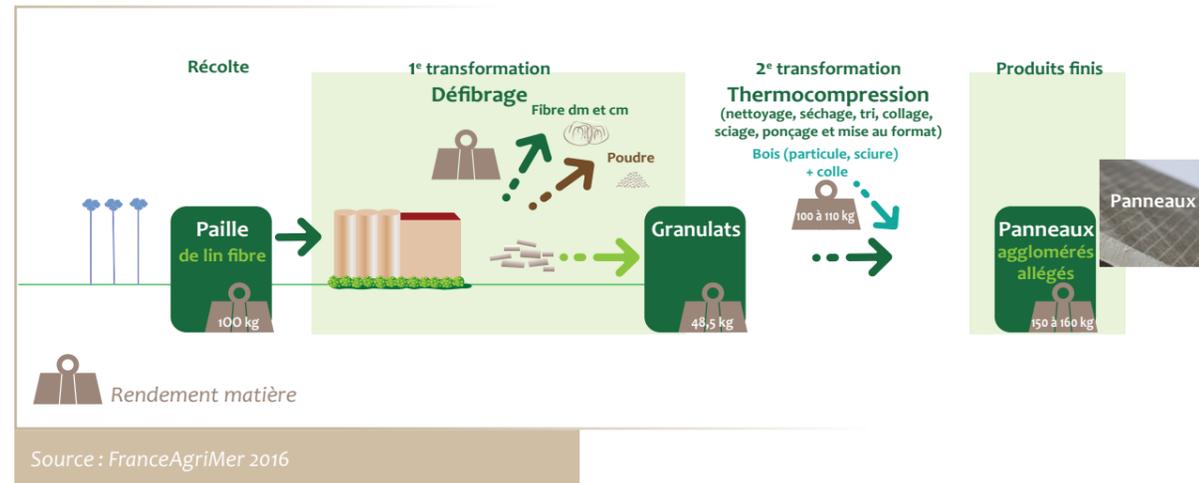


Le marché

des panneaux de particules allégés

Les panneaux de particules sont aujourd'hui les panneaux les plus utilisés en France, car ils sont faciles à poser, à transformer et peu onéreux. Avec 31,2 millions de m³ ils représentent 55 % de la production européenne de panneaux (EPF 2018). Ils sont issus de 10 sites de production en France (FCBA 2019), et sont utilisés à 40 % dans la construction, 35 % dans l'ameublement, 10 % dans l'emballage et 15 % dans des secteurs divers dont le bricolage (UIPP 2019).

Étape et rendement des procédés de fabrication des panneaux de particules allégés à base d'anas de lin



Les panneaux de particules allégés valorisent les propriétés différenciantes des granulats de lin (anas) dans le domaine des portes coupe-feu du fait de leur richesse en phosphate, et en matière d'ameublement / plan de travail de cuisine... du fait de leur légèreté qui permet de produire des panneaux près de 45 % plus légers ($\pm 350 \text{ kg/m}^3$). Leur production annuelle est évaluée à 330 000 tonnes par les 2 producteurs français de panneaux (FranceAgriMer 2016).

Repères |
Panneaux de particules allégés en France
 Volume : 330 000 t/an
 Taux de croissance : =
 Avantages : allègement, propriété non-feu

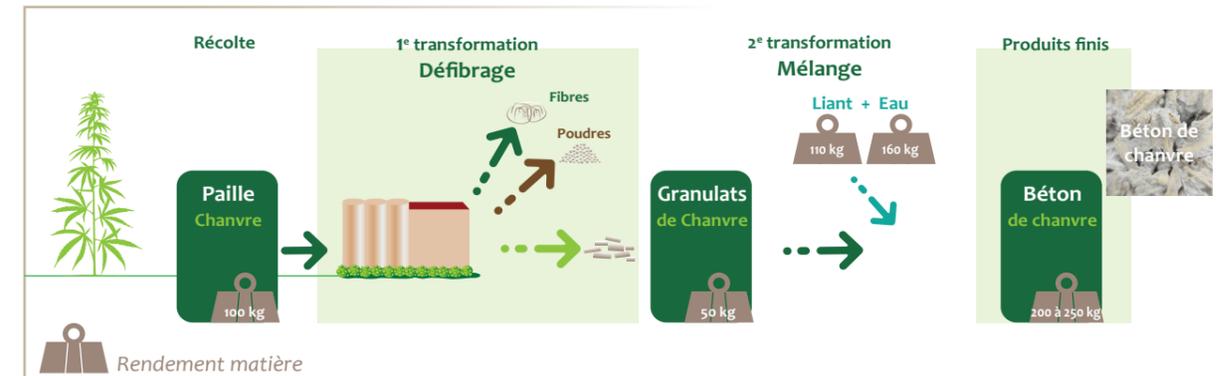


Le marché

des bétons végétaux

Les granulats végétaux se positionnent sur le marché des granulats pour bétons qui représente un volume de 117 millions de tonnes (UNICEM 2019). Ce marché se répartit entre les bétons prêts à l'emploi (64 %), les mortiers industriels (21 %) et les produits en bétons (15 %). Les granulats végétaux ont la particularité de pouvoir amener des propriétés d'isolation thermique. Ainsi les produits mis sur le marché actuellement sont quasi exclusivement des bétons isolants thermiques non porteurs. Ils utilisent des granulats issus de la partie centrale des pailles (chanvre, lin) ou de leur broyage (colza). Le béton de chanvre créé en 1987 est la technologie la plus ancienne en France et a plus de 30 ans. Il est formulé sur la base d'un mélange liant minéral / chanvre, dont les proportions varient selon les usages : murs, enduits, toitures, chapes. Les modalités d'application sont régies depuis 2007 par des Règles Professionnelles de mise en œuvre, qui permettent et encadrent l'assurabilité de ces constructions. La chènevotte utilisée relève d'un label dédié : "Label granulat chanvre". Ce cadre normatif permet de réaliser tous types de bâtiments : logements individuels et collectifs, tertiaires, Etablissements Recevant du Public (ERP), locaux industriels...

Étape et rendement des procédés de formulation du béton de chanvre pour une mise en œuvre « mur »



Utilisé principalement en remplissage de mur à ossature (bois, poutrelle métallique, béton armé), le béton de chanvre a un effet coupe feu avec le classement EI 240 (Etanchéité et Isolement). Il peut également être sous forme d'enduit (intérieur / extérieur). Depuis une dizaine d'années se développent les blocs bétons et plus récemment les murs préfabriqués. Pour plus d'informations voir le Rapport construction p 45.

Les bétons biosourcés utilisent 15 % de la production de granulat de chanvre (chènevotte), pour une production annuelle estimée à 40 000 tonnes de bétons. L'utilisation de granulats de lin fibre, de miscanthus ou de colza est à ce jour en phase active de recherche et développement.

Repères |
Les bétons biosourcés en France
 Volume : 40 000 t/an
 Taux de croissance : ++
 Avantages : isolation thermique confort hygrothermique, gain environnemental et coupe feu



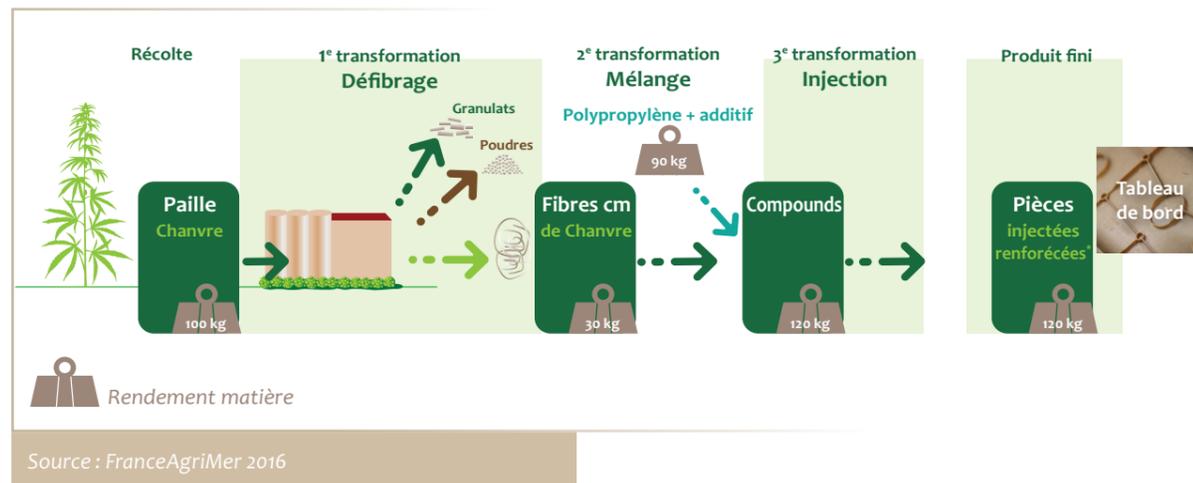


Le marché

des pièces plastiques injectées renforcées en fibres végétales

La plasturgie représente en France un chiffre d'affaires de 31,7 milliards d'euros (Fédération de la Plasturgie et des Composites 2019), tourné vers l'emballage (45 %), le bâtiment (19 %) ou l'automobile (10 %). L'injection est le principal procédé utilisé par les 3275 entreprises du secteur, dont 70 % ont moins de 20 salariés. Ce secteur est particulièrement sensible au prix des matières premières, ce poste représentant 45 % de sa structure de dépenses.

Étape et rendement des procédés de production de pièces injectées renforcées en fibres végétales



Les fibres végétales techniques constituent une ressource récente. Ce sont des pièces en cours de déploiement sur les marchés automobiles principalement, suite aux travaux de recherche conduits notamment par Faurecia et APM à base de PP/Chanvre (projet NAFI). D'autres gammes existent ou sont en phase de développement, par exemple chez Addiplast ou AD majoris (miscanthus...). Leur industrialisation en phase de croissance active, représente un volume de plus de 6 000 tonnes, avec un taux d'incorporation de chanvre de 20 à 30 %. Les cahiers des charges satisfaits sont progressivement de plus en plus exigeants. Les solutions NAFIlean PP/Chanvre sont ainsi déployées sur des médaillons de portière depuis 2013, puis sur les planches de bord de la Giulia (Alfa Romeo) en 2016, et celles de la nouvelle Clio (Renault) très récemment en 2019. Les fibres utilisées sont des fibres [cm] de chanvre.



Repères |
Pièces plastiques injectées en France
 Volume : 6 000 t/an
 Taux de croissance : +++
 Avantages : allègement, recyclable, gain environnemental

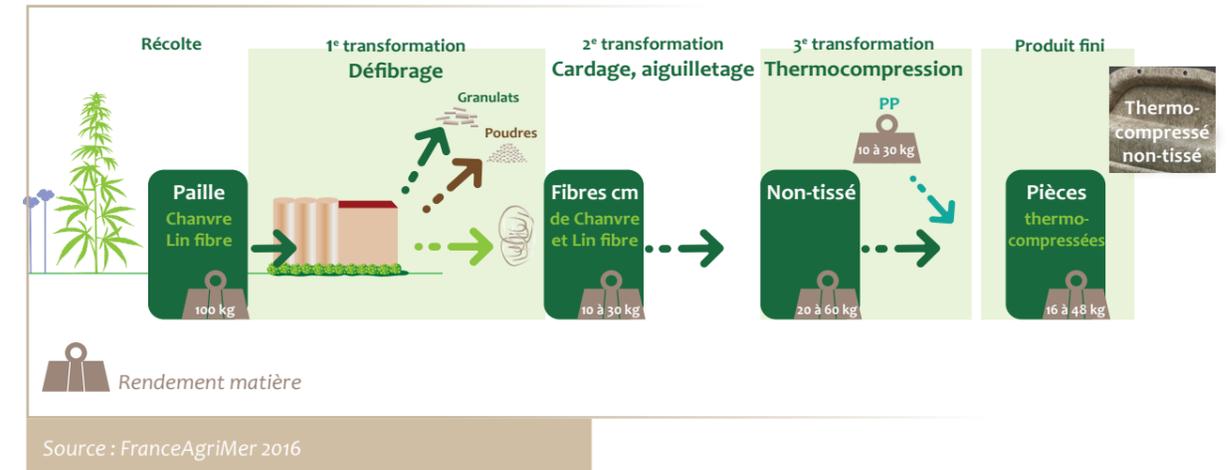


Le marché

des pièces thermocompressées à base de non-tissés

Il s'agit de pièces issues de la transformation de non-tissés à base de lin, de chanvre et/ou de fibres exotiques (jute, kenaf...) et 50 % de fibres de polypropylène utilisées par la quasi-totalité des constructeurs présents en Europe (Mercedes, BMW, Volvo...). Selon PSA et Renault ce sont ces pièces qui constituent actuellement quasi-intégralement la part de matériaux biosourcés dans un véhicule. Ces pièces sont destinées notamment à la production de tableau de bord, panneaux de porte, montant de baie, passager de roue, fonds de coffre. Leur production est de l'ordre de 3 000 à 4 000 tonnes par an, 50 % des fibres végétales utilisées étant des fibres [cm] de lin. A noter que les fibres naturelles sont utilisées significativement dans ce secteur d'activité à l'échelle européenne avec 80 000 tonnes/an (Nova 2014). Les fibres végétales techniques hors bois représentent 39 % de ce total, contre 35 % pour le bois et 26 % pour le coton recyclé.

Étape et rendement des procédés de production de pièces thermocompressées à base de non-tissés en fibres végétales



Repères |
Thermocompressé à base de non-tissé en France
 Volume : 3 000 à 4 000 t/an
 Taux de croissance : =+
 Avantages : allègement, recyclable, gain environnemental



Le marché

des composites à fibres continues

Le marché des composites est centré actuellement en France sur l'utilisation de fibres de verre (115 000 tonnes) et secondairement sur les fibres de carbone (7 400 tonnes) selon AVK 2019. Le secteur des transports et de la construction consomment près de 70 % de ces volumes. Les 4 principaux procédés de transformation sont le SMC/BMC (25 %), le moulage au contact (12 %), le RTM (13%) et le GMT/LFT (13 %).

Les fibres végétales techniques se positionnent comme la 3^e source d'approvisionnement en fibres. Le domaine des sports & loisirs est le secteur le plus dynamique dans l'utilisation des fibres végétales. Ainsi, un certain nombre de produits (ski, surf, vélo, casque, raquette de tennis, guitare, mobilier de luxe...) ont été mis sur le marché depuis près d'une dizaine d'année à partir de composites à fibres continues intégrant des renforts lin (unidirectionnels, multiaxiaux, non-tissés...), permettant soit de valoriser les propriétés d'amortissement des fibres

[dm] de lin (comparativement aux fibres de carbone), soit de valoriser leurs propriétés d'aspects. De manière complémentaire, de belles réalisations existent sur les marchés du ferroviaire, du nautisme et de l'aéronautique. Toutes les matrices (thermoplastiques et thermodurs) et technologies (moulage au contact, infusion, RTM...) sont utilisées.

La filière cherche activement à identifier toutes les propriétés différenciantes de ses fibres [dm] (exemple de la transparence aux signaux électromagnétiques) et à les valoriser. L'outil de production s'est renforcé et dispose désormais d'une capacité de production annuelle de 2 800 – 2 900 tonnes de renforts (unidirectionnels...). Plus récemment, il faut noter un certain nombre de projets d'innovation visant à valoriser la fibre de chanvre comme fibre de renfort pour composite.



Repères |
Composites à fibres continues en France
 Volume : ± 7000 t/an
 Taux de croissance : ++
 Avantages : allègement, amortissement des vibrations, gain environnemental



Taux d'incorporation des fibres végétales techniques dans la composition des matériaux

Semi-produit ou produit fini	Taux d'incorporation
Isolants souples	> 90** %
Isolants de remplissage	100* %
Bétons végétaux	20 à 50** %
Panneaux de particules allégés	0 à 95* %
Pièces plastiques injectées renforcées en fibres végétales	20 à 30** %
Pièces thermocompressées à base de non-tissés	50** %
Composites à fibres continues	30 à 50* %

Source : FRD 2019

Le taux d'incorporation est exprimé en * volume ou en ** masse en fonction des règles d'usage dans les marchés des matériaux concernés.





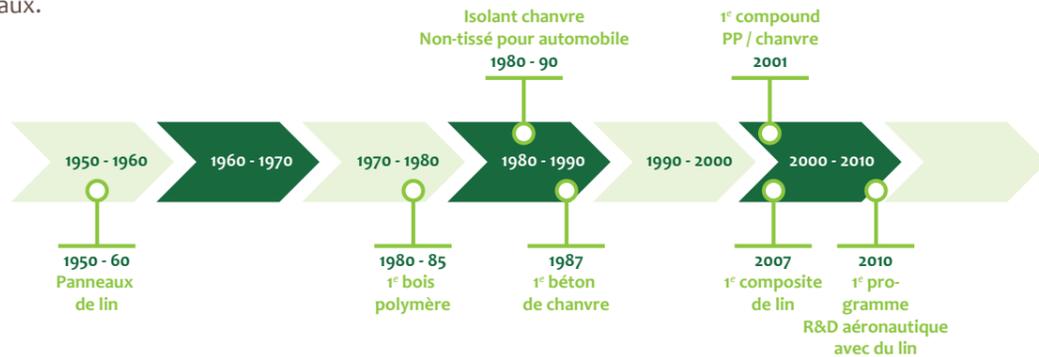
Les perspectives d'évolution

4

Éléments clés de compréhension

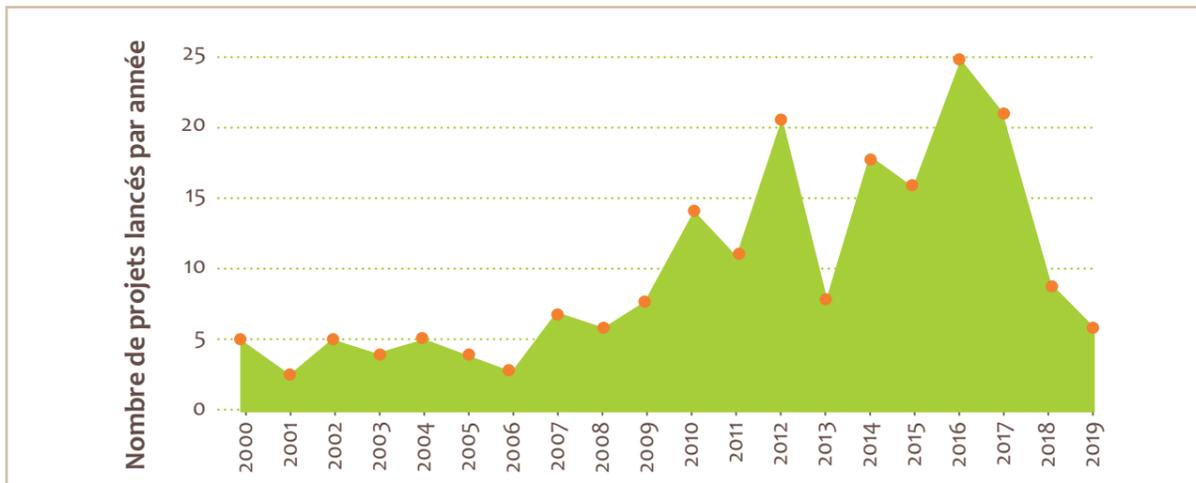
Dynamique de recherche et d'innovation en cours

Au cours des 60 dernières années, les actions d'innovation conduites ont permis la mise sur le marché de nombreux matériaux.



Dynamique de mise sur le marché des matériaux à base de fibres végétales techniques en France – Source : FRD 2015

Depuis les années 2000, on peut compter plus de 165 projets européens financés sur cette thématique, et plus de 90 en France, avec une forte croissance sur la période récente 2010 - 2020.



Evolution du nombre de projets de R&D dédiés à la valorisation des fibres végétales financés au niveau européen (2000 – 2019) – Source : Pôle IAR

Le Pôle IAR a étudié tout particulièrement pour le compte de l'ADEME une quarantaine de projets :

- Récents, en cours ou finalisés depuis moins de 5 ans,
- A finalité applicative, s'inscrivant ainsi dans une logique de projections en termes de consommation de fibres végétales pour une mise sur le marché.

Trois familles d'enseignements peuvent en être tirés concernant cette quarantaine de projets :

- 95 % des budgets d'innovation engagés portent sur la valorisation du lin (40 %), du chanvre (17 %), du miscanthus, de la paille de colza, des cannes de tournesol ou des pailles de sorgho (respectivement 10 % chacune).

- L'analyse par secteurs applicatifs nous démontre que plus de 50 % des projets concernent le secteur des transports (automobile, aéronautique, ferroviaire, nautisme) et 35 % le bâtiment. D'autres marchés applicatifs comme le textile, l'ameublement ou les emballages restent sur cette période minoritaires.

- 10 % des projets débouchent sur la mise en marché de matériaux à base de fibres végétales. 23 % débouchent sur la nécessité de conduire des projets d'innovation complémentaires. 67 % des projets se traduisent par des acquisitions de connaissances et de savoir-faire ou sont arrêtés du fait de changement de stratégie interne, ou de refonte des consortiums de recherche.

Une feuille de route R&D en constante évolution

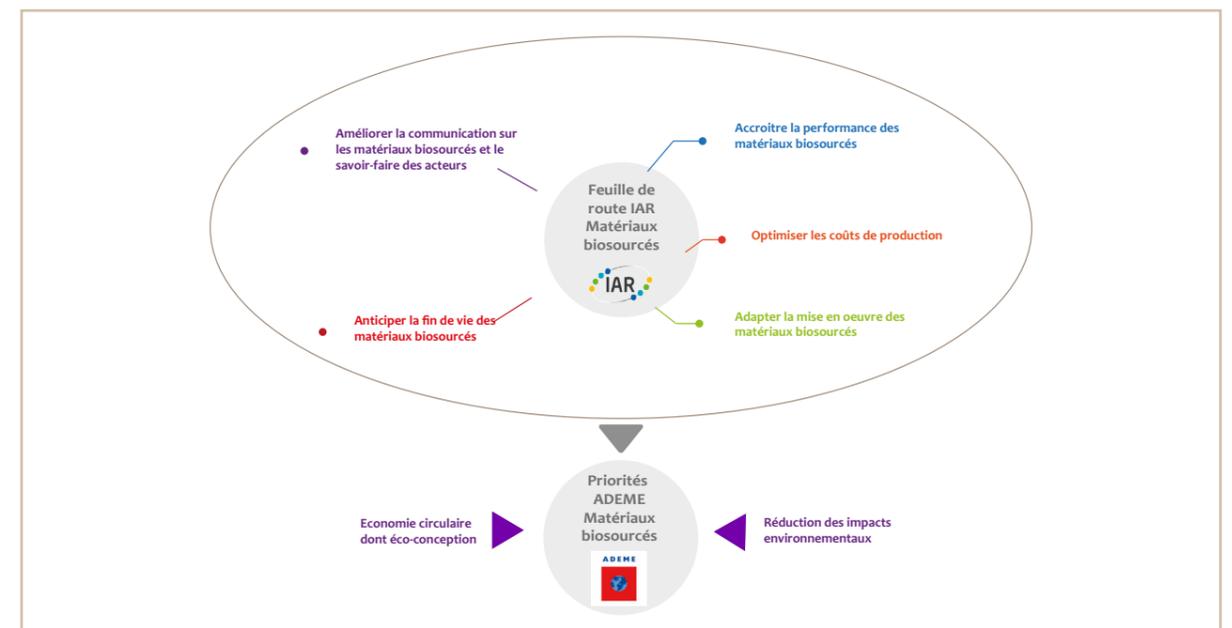
Afin d'accompagner ces développements applicatifs, le Pôle IAR s'est doté d'une feuille de route dédiée.

Actuellement, l'enjeu pour les matériaux biosourcés - afin qu'ils puissent gagner des parts de marchés - est qu'ils deviennent plus compétitifs (en présentant un ratio propriétés/coût supérieur aux standards actuels des matériaux utilisés), tout en veillant à réduire leur empreinte environnementale par rapport à l'existant.

Le développement des matériaux biosourcés repose ainsi sur trois grands drivers :

1. L'accroissement de la performance technique et environnementale,
2. L'optimisation des coûts de production,
3. L'adaptation de la mise en œuvre des matériaux biosourcés.

L'ADEME partage les axes de la feuille de route du pôle IAR tout en mettant l'accent sur la réduction des impacts environnementaux et l'économie circulaire. En effet l'ADEME soutient le développement de produits biosourcés éco-conçus et présentant un gain environnemental par rapport aux solutions existantes.



Feuille de route sur les matériaux biosourcés : vision ADEME et Pôle IAR.



Les perspectives d'évolution

Éléments clés de compréhension

Concernant l'accroissement des performances, les acteurs économiques et académiques orientent leurs travaux sur l'amélioration des propriétés physico-chimiques des fibres végétales, des semi-produits liés ou des matériaux finaux, en développant de nouvelles solutions (additifs, formulation, système). L'objectif est de mieux répondre à des cahiers des charges applicatifs auxquels les matériaux biosourcés ne peuvent pas répondre à l'heure actuelle, en améliorant les propriétés (non exhaustives) suivantes : stabilité dimensionnelle et thermique, tenue au choc, processabilité, tenue au feu, propriétés structurelles...

L'optimisation des coûts de production passe par plusieurs leviers. L'amélioration des itinéraires techniques - liées à la récolte et la première transformation de fibres végétales - est une étape clé pouvant jouer sur la qualité et la quantité de matières

disponibles (cf. étapes de rouissage, adaptation des machines de récolte...). Également, l'optimisation des procédés de fabrication existants et l'exploration de nouvelles technologies adaptées aux fibres végétales sont autant de leviers permettant de rationaliser certains coûts de production. Enfin l'exploration de nouvelles matières à valoriser répond à cette recherche d'optimisation des coûts, certains coproduits ou type de biomasse pouvant se révéler rentables sur des applications non envisagées jusqu'alors.

L'adaptation de la mise en œuvre appliquée aux fibres végétales prend son sens lorsque l'on aborde des marchés comme le bâtiment ou ceux liés aux pièces composites. Quelques soient les marchés, les acteurs économiques adopteront plus facilement des matières nécessitant le moins possible de changements en termes d'équipements ou d'habitudes.

Témoignages et clés de succès des groupes FAURECIA et PAREXLANKO



FAURECIA et PAREXLANKO ont conduit des projets d'innovation sur financement privé ou public ayant permis la mise sur le marché de matériaux à base de fibres végétales au cours des 5 à 10 dernières années. Avec le recul de l'expérience, ils témoignent de

leurs « aventures » respectives et dévoilent les clés qui les ont menés au succès.

La parole à Laurence Dufrancatel, Materials Innovation Global Domain Manager du groupe FAURECIA

• Quelle a été l'origine de ces projets ?

L'entité Interiors de Faurecia travaille sur le développement de matières composites à base de fibres naturelles pour injection depuis 2006. Les équipes R&D ont ainsi créé différents matériaux prometteurs tels que NAFiLean, un polypropylène renforcé en fibres de chanvre (développé sur un financement propre) ainsi que Biomat, un bio-poly butylène succinate renforcé en fibres de chanvre (financé par le FUI en partenariat avec l'INRA, AFT et ARD, labellisé IAR). NAFiLean a été initialement développé afin de répondre aux exigeantes contraintes environnementales permettant des allègements importants des pièces structurelles automobiles.

Ce compound novateur a aussi pour vocation d'être utilisé pour d'autres types de marchés.

Une seconde génération de composites à base de fibres de chanvre a également été développée par Faurecia et APM : NAFiLite, associant NAFiLean à un procédé d'injection microcellulaire, permettant une matière plus aérienne et davantage légère ; NAFiLean Stiff, répondant aux exigences des constructeurs quant à la rigidité des pièces structurelles ; NAFiLean-R, intégrant une matrice polypropylène recyclée tout en offrant un bilan environnemental positif de 30 %, sans modification des propriétés thermomécaniques.

Sur la base du programme ENAFILIA financé par l'Ademe, labellisé IAR, en partenariat avec FRD et APM, Faurecia Interiors travaille sur une prochaine génération de matériaux à base de fibres naturelles, qui permettra d'atteindre un gain masse de 35 à 40 % via des profils thermomécaniques très compétitifs tout en offrant un design de produit optimisé.

• Avec le recul, quelles ont été les clés du succès ?

Le succès de ces matériaux et de leur développement résulte de l'association des compétences de Interval/Faurecia/APM qui permet une maîtrise de toute la chaîne de valeur depuis la culture de la plante jusqu'au système intégré chez Faurecia.

• De l'idée à la commercialisation, combien d'années ont-été nécessaires ?

NAFiLean a été développé entre 2008 et 2010, pour être retenu en 2011 sur la Peugeot 308 pour une commercialisation en 2013. Suite à cinq années de déploiement, NAFiLean est désormais appliqué sur 15 modèles différents à travers le monde, une trentaine d'applications, impactant une flotte d'environ 13 millions de véhicules.

• Qu'est-ce qui vous a permis d'aller jusqu'à bout du process ?

L'expertise d'APM et d'Interval dans le compoundage et le fractionnement des matières premières, couplée au savoir-faire historique de Faurecia dans le développement des matériaux, la définition des spécifications au juste nécessaire, les process et le design de pièces intérieures automobiles, nous ont permis d'aller jusqu'au bout de notre démarche et de maîtriser cette production pour faire de NAFiLean, un succès.

• À quels obstacles avez-vous été confrontés ?

Être les premiers à apporter ce type de solution sur notre marché exposé à de très fortes contraintes (réglementaires, environnementales, économiques...) est compliqué. Mais ces barrières sont maintenant beaucoup moins difficiles à franchir pour les nouvelles générations NAfi.

• Quels conseils donneriez-vous à des industriels qui voudraient se lancer dans cette aventure ?

Nous conseillons d'identifier le bon concept pour les bonnes applications présentant un intérêt réel pour le client, de faire preuve de persévérance, d'être très engagé et rigoureux, d'identifier les bons partenaires et également d'impliquer l'ensemble des fonctions de l'entreprise (technique, communication, qualité, marketing, sales, management...).





Les perspectives d'évolution

Éléments clés de compréhension



La parole à Anne Daubresse, responsable pôle prospectives méthodes et formulation, et Cyril Lemoing, chef de marché façade du groupe PAREXLANKO. Parexlanko est spécialiste de la protection, l'isolation et la décoration des façades, la pose de carrelage, la protection et l'imperméabilisation des bétons. Parexlanko a mené un projet, codifié sous le nom de IBIS (Isolant BioSourcé), dans le cadre d'un financement ADEME. Celui-ci a été suivi d'un second projet actuellement en cours, dénommé DIVA (Démonstrateur Industriel de Valorisation des Agroressources), dont l'objectif est de développer des solutions biosourcées complémentaires pour le bâtiment.



• Quelle a été l'origine de ces projets ?

Avec sa gamme Patrimoine, Parexlanko propose des solutions pour la rénovation du bâti ancien. Il manquait à notre gamme des solutions permettant de traiter la rénovation énergétique du bâti vernaculaire, les systèmes d'isolation thermique par l'extérieur utilisant des panneaux isolants n'étant pas du tout adaptés au bâti ancien. De nombreuses études ont permis de valider le fort potentiel des matériaux biosourcés dans l'isolation et la durabilité du bâti. Cependant, l'un des

freins au développement de l'utilisation des mortiers biosourcés est leur faible rendement de mise en œuvre, la difficulté à garantir des caractéristiques constantes et des performances thermiques non optimisées. C'est en 2012 qu'Evelyne Prat, directeur de recherche chez Parexlanko, a déposé un projet auprès de l'ADEME.

• Avec le recul, quelles ont été les clefs du succès ?

Le travail en mode collaboratif avec UNILASALLE, l'ENTPE et KARIBATI, qui œuvrent depuis de nombreuses années sur les matériaux biosourcés. Par ailleurs, tous les services de Parexlanko se sont fortement mobilisés : R&D, marketing, service technique, comité de direction... Nous étions convaincus que notre solution répondrait à la demande à venir : la rénovation énergétique du bâti avec une solution à faible empreinte environnementale.

• De l'idée à la commercialisation, combien d'années ont été nécessaires ?

Le projet a démarré à l'été 2013. Trois prototypes ont été développés et il y a eu plusieurs allers-retours entre les chantiers et la R&D avant d'arriver à une solution qui donne entière satisfaction. Le énième prototype a été testé sur chantier durant une année afin de le valider sur différents supports, avant son lancement en octobre dernier.

• Qu'est-ce qui vous a permis d'aller jusqu'à bout du process ?

De nombreux essais avec nos partenaires façadiers nous ont permis de jauger de la pertinence de notre solution : facilité de mise en œuvre, cohérence technique et réalité économique. En parallèle, nos services techniques et



L'appui et le soutien de la direction sont absolument nécessaires pour obtenir la mobilisation des différents services de l'entreprise. Il est également important que la solution développée ait du sens pour l'entreprise et pour le marché : l'apport du chanvre dans notre solution de façade répond à cette exigence. Nous contribuons à la diminution du rejet de gaz à effet de serre en apportant un complément d'isolation thermique et une meilleure inertie des bâtiments.

R&D ont pu s'appuyer sur des fabricants de machines à projeter et d'accessoires qui ont cru dans notre projet et nous ont aidés à trouver le bon process de mise en œuvre.

• A quels obstacles avez-vous été confrontés ?

Il a fallu convaincre nos services techniques de la qualité de notre produit, aussi bien en application qu'en performance finale sur le support. En outre, nous avons dû beaucoup échanger avec notre force de vente, en recherche de sécurité sur un marché du biosourcé qui leur était inconnu.

• Quels conseils donneriez-vous à des industriels qui voudraient se lancer dans cette aventure ?





Les perspectives d'évolution

Éléments clés de compréhension

Perspectives d'évolution au niveau des usages et des ressources

L'ADEME réalise régulièrement des analyses prospectives afin d'essayer d'anticiper l'évolution des produits biosourcés et en particulier les matériaux à base de fibres végétales techniques.

Deux études sont clés dans ce cadre :

- Marchés actuels des bioproduits industriels et des biocarburants prévisibles à échéance 2015 / 2030

(ADEME, 2007),

- Marchés actuels des produits biosourcés et évolutions à horizons 2020 et 2030 (ADEME 2015). Les projections réalisées peuvent se synthétiser de la manière suivante, quelles que soient les biomasses utilisées (bois, papiers et journaux recyclés, lin / chanvre...)

Période	Isolants biosourcés	Bétons biosourcés	Composites biosourcés
2006	5 000 t * (0,25 %**)	4 100 t * (0,15 %**)	9 500 t (nrs **)
2012	125 000 t (9 %**)	140 000 t (0,7 %**)	29 000 t (9,7 %**)
2020	200 000 à 250 000 t (13 à 16 %**)	230 000 à 310 000 t (1,1 à 1,5 %**)	100 000 t (23 %**)
2030	200 000 à 500 000 t (11 à 27 %**)	250 000 à 750 000 t (1 à 3,1 %**)	140 000 à 250 000 t (19 à 35 %**)

Evolution prévisionnelle de la consommation de matériaux biosourcés en France - bois inclus

(Sources : ADEME 2007 et 2014)

* Pour 2006 : hors isolant semi-rigide et rigide à base de bois pour les isolants biosourcés, et hors béton de bois pour les bétons biosourcés

** Parts de marché des matériaux biosourcés

A la demande de l'ADEME, FRD et IAR ont construit un scénario théorique d'évolution de ces marchés, pour les biomasses couvertes par le memento, à horizon 2025 et 2035 intégrant :

- Les données de tendances des marchés applicatifs retenus de ces dernières années,
- Le niveau d'implication des industriels des matériaux biosourcés sur le plan commercial / industriel / ou de l'innovation, que ce soit individuellement ou dans le cadre d'organisation collective,
- Le positionnement prix relatif des matériaux biosourcés vis-à-vis des matériaux référents sur les marchés visés,
- L'évolution connue des réglementations notamment dans le secteur du bâtiment avec la future Réglementation Environnementale 2020 préfigurée

par le Label E+C-, ou des transports avec la taxation des émissions moyennes de CO2 des parcs de véhicules mis sur le marché par les constructeurs automobiles.

- Les perspectives d'activité liées aux retours des porteurs de projets de la quarantaine de projets d'innovation conduits ces 5 dernières années en France ayant une finalité applicative.

Ce scénario n'a pas été bâti pour prédire le futur, mais pour formaliser des hypothèses et des tendances d'évolution potentielles, semblant réalistes actuellement. Il s'appuie tout particulièrement sur les perspectives de croissance annuelles suivantes :

Semi-produit ou produit fini	Taux de croissance annuel
Isolants souples	+ 10 % / an
Isolants de remplissage	
Enduits, mortiers, blocs/parpaings	
Panneaux de particules allégés	Stable
Pièces plastiques injectées renforcées en fibres végétales	+ 15 à 20 % / an
Pièces thermocompressées à base de non-tissés	Stable
Composites à fibres continues	+ 5 à 10 % par an

Hypothèses médianes de croissance des principaux marchés des matériaux bases fibres végétales techniques hors bois – Source : FRD & IAR





Les perspectives d'évolution

Éléments clés de compréhension

Quels en sont les principaux enseignements ?

- Une forte augmentation probable des utilisations de fibres [dm] et [cm] (± 350 %) pour atteindre potentiellement 51 000 tonnes, tirée par les marchés de l'isolation, de la plasturgie et dans une moindre mesure des composites à fibres continues.
- Une augmentation réelle des utilisations de granulats (± 20 %) pour atteindre potentiellement 285 000 tonnes du fait de la croissance de l'isolation de remplissage (bétons et bottes de paille).
- Des cultures dédiées qui resteront majoritaires dans les usages matériaux avec une augmentation significative des coproduits agricoles qui devraient passer de 3 à 8 % des volumes mobilisés.
- Ce sont ainsi 74 % de la surface agricole des cultures dédiées qui devraient être concernées par les

usages matériaux, contre 0,5 % de la surface agricole des coproduits agricoles. Le taux de prélèvement des coproduits agricoles seraient ainsi pleinement cohérents avec les scénarios de l'ADEME de respects des objectifs nationaux en matière de réduction des empreintes énergétiques & carbone, et de préservation de la fertilité des sols.

- Des surfaces équivalentes qui devraient passer de 84 000 ha à 145 000 ha, soit une hausse significative de ± 70 %.
- Un impact réel des projets d'innovation tout particulièrement dans le domaine du chanvre qui devraient impacter significativement les surfaces de cette filière à 5 et 10 ans.

Type de biomasse	2016 - 2018			2025			2035		
	Volume tMB	Surface ha	% SAU	Volume tMB	Surface ha	% SAU	Volume tMB	Surface ha	% SAU
Cultures dédiées	236 750	71 989	0,27%	251 031	74 915	0,28%	307 827	88 400	0,33%
Coproduits agricoles	6 080	12 352	0,05%	10 771	21 883	0,08%	27 937	56 759	0,21%
Total	242 830	84 341	0,31%	261 802	96 798	0,36%	335 764	145 159	0,54%

Projection théorique : production de biomasse à horizon 2025 & 2035

Type de fraction	2016 - 2018	2025	2035
	Volume tMB	Volume tMB	Volume tMB
Fibres [dm & cm]	11 150	18 796	51 310
Granulats et assimilés	231 680	243 007	284 454
Total	242 830	261 802	335 764

Projection théorique : utilisation de fractions à horizon 2025 & 2035



5

Les acteurs clés

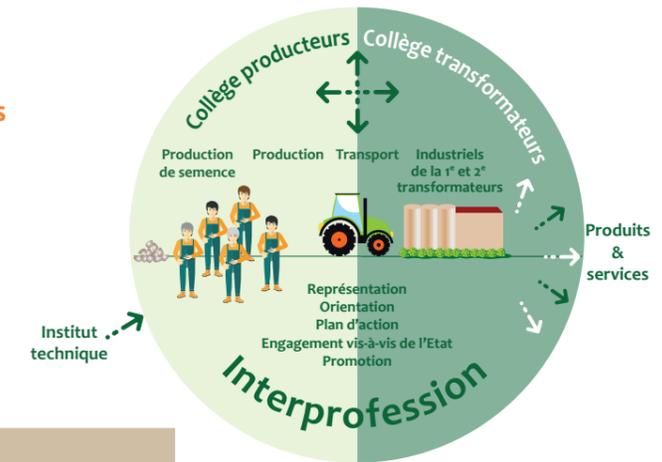
et les références

Organisation des filières agricole de production

Une filière a des dimensions multiples, car elle représente à la fois : un ensemble d'acteurs économiques en interrelation (du producteur à l'utilisateur en passant par les transformateurs), un ensemble de flux (flux monétaires et flux de produits et d'informations), un ensemble de processus techniques de production et de transformation et un ensemble de types d'organisation des marchés.

Une filière agricole classique englobe l'ensemble des activités de production, de transformation et de distribution d'un produit ou d'un service. Le schéma ci-après est une représentation synthétique des différents organes existants au sein d'une filière agricole et interagissant entre eux.

Les interprofessions : l'outil d'organisation des filières



Source : FRD / InterChanvre 2019

Ressources		Structure européenne ou multisectorielles	Interprofession ou assimilée	Collège producteur	Collège transformateur	Institut technique
Cultures dédiées (filières organisées)	Lin fibre	CELC	Cipalin	AGPL	Festal USRTL	Arvalis
	Chanvre	CELC - CF2B	InterChanvre	FNPC	UTC	Terres Inovia
	Miscanthus	France Miscanthus				
Coproduits agricoles (filières en cours d'organisation)	Pailles de céréales	CF2B	Bureau commun des pailles et fourrages - RFCP	AGPB AGPM	Négociants, entreprises de travaux agricoles	Arvalis
	Pailles de colza et canne de tournesol	-	Terres Univia	FOP	Terres Univia	Terres Inovia
	Pailles de lin oléagineux	-	Terres Univia	FOP - Lin tradition Ouest- Filière grain Val de Loire - Grain de lin 28	Valorex Alliance Linole	Terres Inovia

Source : FRD / Comité de pilotage.



Les acteurs clés

et les références

Répertoire des acteurs

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

-  20 avenue du Grésillé - BP 90406
49004 Angers cedex 01
-  Virginie Le Ravalec – Service Forêt Alimentation et Bioéconomie- Tél : 02 41 20 41 21
-  virginie.leravalec@ademe.fr - www.ademe.fr

AGPM

Association dont la mission est la défense des producteurs et du maïs dans toutes ses composantes

-  21, chemin de Pau
64121 Montardon
-  Gildas Cotten - Responsable nouveaux débouchés AGPM AGPB – Tél : 06 80 31 69 08
-  gildas.cotten@agpm.com - www.maizeurop.com

bpifrance

Appui au financement de projets innovants

-  6-8, boulevard Haussmann
75009 Paris
-  Christian BRIAND – Direction des filières industrielles – Tél : 01 41 79 80 79 -
-  christian.briand@bpifrance.fr - www.bpifrance.fr

CELC

Confédération Européenne du Lin et du Chanvre

-  15 rue du Louvre
75 001 Paris
-  Julie PARISSET – Technical and Innovation Manager – Tél : 01 42 21 89 76
-  julie.pariset@europeanflax.com
www.europeanflax.com

CIPALIN

Interprofession de la filière lin fibre

-  62 quai Gaston Boulet
76 000 Rouen
-  Régis de Murat - Directeur de la FESTAL
Tél : 02 35 71 06 44
-  regisdemurat@festal.coop

FranceAgriMer

Administrateur de l'Observatoire National des Ressources en Biomasse

-  12 rue Henri Rol-Tanguy
93 555 Montreuil Cedex
-  Lisa Chênerie – Cheffe de l'unité Analyses transversales – Tél : 01 73 30 25 58
-  lisa.chenerie@franceagrimer.fr
Loïc Monod – Chargé d'étude Bioéconomie
Tél : 01 73 30 24 99 loic.monod@franceagrimer.fr

France Miscanthus

Association qui a pour objet de développer le miscanthus en France

-  43 - 45 rue de Naples – 75 008 Paris
-  Alain Jeanroy – Président - Tél : 01 44 69 41 18
-  ajeanroy@france-miscanthus.org
www.france-miscanthus.org

FRD

Centre de Ressource Technologique dédié à la valorisation industrielle des fibres végétales

-  Technopole de l'Aube en Champagne
Hôtel de Bureaux 2 - 2 rue Gustave Eiffel
CS 90601 - 10901 TROYES Cedex 9
-  Pierre Bono – Directeur Général
Tél. : 03 25 83 41 90
-  pierre.bono@f-r-d.fr - www.f-r-d.fr

IAR

Le Pôle de la bioéconomie

-  10 rue Pierre Gilles de Gennes
02 000 Barenton-Bugny
-  Jean Bausset - Responsable Innovation
Matériaux biosourcés - Tél : 06 80 62 41 49
-  bausset@iar-pole.com - www.iar-pole.com

InterChanvre

Interprofession de la filière chanvre

-  40 rue Chevaleret - 75013 Paris
-  Nathalie Fichaux – Directrice
Tél : 06 48 11 38 53
-  directrice@interchanvre.org
www.interchanvre.org

Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation

Bureau Grandes Cultures

-  3, rue Barbet de Jouy
75 007 Paris
-  Tél. : 01.49.55.56.44
Juliette Prade - Cheffe du bureau des grandes cultures semences végétales et produits transformés DGPE/SDFE/SDFA
-  juliette.prade@agriculture.gouv.fr

Bureau de la Bioéconomie

-  3, rue Barbet de Jouy
75 007 Paris
-  Tél. : 01 49 55 54 65
Anne Régner - Chargée de mission biomasse
Bureau de la Bioéconomie
-  anne.regnier@agriculture.gouv.fr

MTES-MCTRCT/DGALN

Ministère de la transition écologique et solidaire - Ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales - Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature

-  Tour Séquoia - 92500 La Défense
-  Laure Trannoy - Sous-direction de la qualité et du développement durable de la construction
-  qc2.qc.dhup.dgaln@developpement-durable.gouv.fr
www.ecologique-solidaire.gouv.fr/
https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/

Glossaire technique

• Analyse de Cycle de vie

L'analyse du cycle de vie est un outil d'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux. Cette méthode normalisée permet de mesurer les effets quantifiables de produits ou de services sur l'environnement. Elle recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines. Elle en évalue les impacts potentiels puis interprète les résultats obtenus en fonction de ses objectifs initiaux.

• Biomasse

Terme défini dans le cadre de la norme EN 16575:2014 « Biomasse : matière d'origine biologique à l'exclusion des matières intégrées dans des formations géologiques et/ou fossilisées ».

• BMC

Le BMC (Bulk Molding Compound) est un semi produit constitué d'un mélange de résine renforcé par des fibres coupées, injecté sous forte pression et à grande vitesse.

• (Produit) Biosourcé

Terme défini dans le cadre de la norme EN 16575 : 2014s « Produit biosourcé : produit entièrement ou partiellement issu de la biomasse ». Les méthodes à utiliser pour déterminer la part biosourcé d'un produit et pouvoir communiquer sur cette caractéristique est définie dans le cadre du CEN / TC 411.

• Conductivité thermique (λ)

Exprimé en W/m.K ou W/m.°C, elle représente la capacité d'un matériau à freiner les déperditions de chaleur : plus la conductivité thermique sera faible, meilleure sera l'isolation thermique.

• Compound/ compoundage

Semi-produit issu de la plasturgie ayant la forme d'un granulé prêt pour la mise en forme finale. Il peut contenir des charges (exemple du talc), des renforts (exemple fibre de verre ou de chanvre), des plastifiants et des additifs prémélangés à un polymère. Ces granulés sont fondus, extrudés ou moulés, pour fabriquer des objets. Par définition un compound est



Les acteurs clés

et les références

thermoplastique et les polymères les plus utilisés sont le PP, le PE ou le PA. Le compoundage est le fait de produire ces compounds.

• Coproduit agricole

Selon l'ONRB, le terme coproduit est un terme communément utilisés pour désigner des productions "induites", c'est-à-dire des productions indissociables des cycles de production du ou des produits commerciaux majeurs.

Les coproduits agricoles sont ainsi les produits secondaires issus de la production et des cycles successifs de transformation des produits agricoles. Par exemple la paille de blé ou de colza sont les coproduits respectifs de la culture des grains de blé ou des graines oléagineuses de colza.

• Culture dédiée

Culture dont le but principal est dédié à une utilisation donnée que ce soit sur le plan alimentaire, énergétique, ou dans le cas de la présente étude en matière de matériau. La majorité de la biomasse produite pour le lin fibre et le chanvre sont ainsi dédiée à des usages non alimentaires tels que le textile habillement, les papiers spéciaux ou les matériaux.

• Défibrage

C'est l'ensemble des opérations permettant de séparer les différents constituants des pailles, permettant leur utilisation au niveau industriel.

• Extrusion

L'extrusion est un procédé de fabrication thermomécanique par lequel un matériau compressé est contraint de traverser une filière ayant la section de la pièce à obtenir. On forme ainsi en continu un produit long (tube, profilé..) ou plat (plaque, feuille...). Les cadences de production sont élevées.

• Fibres végétales techniques

Afin de pouvoir utiliser les fibres végétales au niveau industriel (sauf dans le cas spécifique des pailles de céréales), il est nécessaire de les extraire de la plante (c'est le défibrage) et de les préparer pour leur donner une « morphologie » adaptée aux besoins applicatifs spécifiques. On parle alors de fibres végétales techniques.

• Injection

Procédé de mise en œuvre de matières thermoformables(notamment les matières thermoplastiques). La matière plastique est ramollie puis injectée dans un moule, et ensuite refroidie.

• Granulat

Le granulat est un fragment de roche, d'une taille inférieure à 125 mm, destiné à entrer dans la composition de matériaux destinés à la fabrication d'ouvrages de travaux publics, de génie civil et de bâtiment.

• Matériau biosourcé

Matériau totalement ou partiellement issu de la biomasse. Il prend la forme d'isolant, panneau de particules, béton, plastique ou composite, sans que cette liste soit limitative.

• Moulage au contact

Procédé manuel de mise en œuvre de composites. Le moule, enduit d'un agent de démoulage, reçoit la couche de surface (gel-coat), puis le renfort sous formes de couches successives que l'on imprègne de résine, généralement manuellement, jusqu'à obtention de l'épaisseur souhaitée.

• Non-tissé

Un non-tissé est une matière constituée d'une nappe de fibres, d'origine naturelle, synthétique ou artificielle, agencées sous forme de voile puis liées entre elles par des moyens thermiques, mécaniques ou chimiques.

• Rendement théorique disponible

Au sens de l'ONRB, ce rendement correspond aux pailles réellement récoltables techniquement (en dehors des chaumes...) et utilisables pour un autre usage que le retour au sol afin de maintenir sa fertilité et les taux de matière organique.

• Renfort

Un matériau composite est constitué d'une ossature appelée renfort (constituée de fibres) qui assure la tenue mécanique et d'une enveloppe appelée matrice qui est généralement une matière plastique (résine thermoplastique ou thermodurcissable). Cette dernière donne la forme de la pièce technique et retransmet les efforts auxquels est soumise la structure en usage vers le renfort.

• RTM

Le moulage par injection de résine liquide RTM est un procédé qui s'effectue entre un moule et un contre moule rigides. Les renforts sont placés dans l'entrefer du moule. Le moule est alors solidement fermé et la résine injectée à l'intérieur sous faible pression.

• SAU

Surface agricole utilisée c'est-à-dire surface des terres dédiées à une activité agricole hors bâtiments, cours, friches, bois...

• SMC

Procédés de moulage par compression utilisant des semi-produits thermodurs appelés SMC (Sheet Molding Compound), constitués de nappes de fibres coupées imprégnées par une résine.

• Thermocompression

Opération de production de composites par compression d'un renfort et d'une matrice, ou de

plusieurs éléments en conditions de températures contrôlées afin de les complexer.

• Thermodur

La définition d'un matériau thermodurcissable fait intervenir une polymérisation irréversible, permettant de produire un matériau fini solide, généralement rigide et de haute performance mécanique. Par définition ce type de matériau est non re-transformable et donc non ou très difficilement recyclable.

• Thermoplastique

Une matière thermoplastique désigne une matière qui se ramollit de manière répétée lorsqu'elle est chauffée au-dessus d'une certaine température, mais qui au-dessous redevient dure. Une telle matière conserve de manière réversible sa plasticité initiale. Cette qualité rend le matériau potentiellement recyclable.

Sigles

AVK	Fédération Allemande des plastiques renforcés
ACV	Analyse du Cycle de vie
ACDV	Association Chimie Du Végétal
ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AGPB	Association Générale des Producteurs de Blé
AGPL	Association Générale des Producteurs de Lin
AGPM	Association Générale des Producteurs de Maïs
AICB	Association des Industriels de la Construction Biosourcée
APM	Automotive Performance Materials
CA	Chiffre d'Affaires
CELC	Confédération Européenne du Lin et du Chanvre
CIPALIN	Comité Interprofessionnel de la Production Agricole du LIN
CF2B	Collectif des filières biosourcés du bâtiment
COV	Composés Organiques Volatiles

EPF	European Panel Federation
ERP	Etablissement Recevant du Public
FESTAL	Fédération Syndicale du Teillage Agricole du Lin
FOP	Fédération française des producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux
FNPC	Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre
FRD	Fibres Recherche Développement
GMT/LFT	Glass Mat reinforced Thermoplastics / Long Fibre reinforced Thermoplastics
IAR	Pôle de compétitivité Industries & Agro-Ressources
ICV	Inventaire de Cycle de Vie
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
InterChanvre	Interprofession du Chanvre
MAA	Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
MSI	MSI Reports Sarl est un cabinet d'études de marché indépendant

ONRB	Observatoire National des Ressources en Biomasse
PA	PolyAmide
PBS	PolyButylène Succinate
PCMS	Proportion de Carbone dans la Matière Sèche
PE	PolyEthylène
PP	PolyPropylène
R&D	Recherche & Développement
RFCP	Réseau Français de la Construction en Paille
RTM	Resin Transfert Molding
SAU	Surface Agricole Utilisée
SGPI	Secrétariat Général Pour l'Investissement
SMC/BMC	Sheet Molding Compound / Bulk Molding Compound
UD	Unidirectionnels
UNICEM	Union Nationale des Industries de Carrières Et Matériaux de construction
UIPP	Union des Industries de Panneau de Process
UNPG	Union Nationale des Producteurs de Granulats
USRTL	Union Syndicale des Rouisseurs Teilleurs de Lin
UTC	Union de Transformateurs de Chanvre

Abréviations

cm	centimètre
CT	Court Terme
dm	décimètre
ha	hectare(s)
kt	kilotonne(s) soit 1 000 tonnes
Me	millions d'euros
mm	millimètre
MB	Matière Brute
MS	Matière Sèche
t	tonne(s)
ε	quantité marginales

Bibliographie : ouvrages de références...

1. Les pailles de céréales : une solution énergétique, Coopénergie, 2009
2. Evaluation de la disponibilité et de l'accessibilité des fibres végétales à usages matériaux en France, FRD/ADEME, 2011
3. La Construction en paille, Luc Floissac, Editions Terre Vivante, 2012
4. Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits bio-sourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois), MTES-MCTRCT/DGALN, 2012 & 2018
5. Wood-Plastic Composites (WPC) and Natural Fibre Composites (NFC): European and Global Markets 2012 and Future Trends, Nova-Institut, 2014
6. Recommandations pratiques pour l'évaluation environnementale des produits chimiques d'origine biosourcée, ACDV, 2014
7. Marché actuel des produits biosourcés et évolutions à horizons 2020 et 2030, ADEME, 2015
8. Observatoire national de la ressource en biomasse, FranceAgriMer, 2015
9. Matériaux : les nouveaux champs de recherche et développement pour la valorisation des fibres végétales techniques (lin fibre et chanvre), FRD, OCL 2015
10. Enjeux de la valorisation de la biomasse non sylvicole en matériaux biosourcés, FranceAgriMer, 2016
11. Panorama des coproduits et résidus biomasse à usage des filières chimie et matériaux biosourcés en France ADEME, 2016
12. Analyse de cycle de vie comparative de panneaux de portes automobiles biosourcés (PP/fibres de lin et de chanvre) et pétrosourcés (ABS), ADEME/Quantis/FRD/Ecotechnilin, 2017
13. Life Cycle Impact Assessment of Miscanthus Crop for Sustainable Household Heating in Serbia, Milica Perić Mirko Komatina, Dragi Antonijević, Branko Bugarski, Zeljko Dželetović, 2018
14. Fibres et Renforts végétaux : solutions matériaux, FRD, 2018
15. Le marché des produits d'isolation thermique pour le bâtiment en France, MSI Reports, 2018
16. Panorama de la plasturgie l'essentiel, Fédération de la Plasturgie et des Composites, 2018
17. Mobilisation de la biomasse agricole, état de l'art et analyse prospective, ADEME, 2018
18. Flax & Hemp fibre composites, a market reality. the biobased solutions for the industry, celc/jec group 2018
19. Memento FCBA 2019
20. L'industrie française du granulat en 2017, UNPG, 2019
21. Composite market report, AVK, 2019
22. Rapport sur le chanvre dans la construction, 2019 https://www.construire-en-chanvre.fr/documents/pdf/bonnes-pratiques/rapport_filiere_chanvre_construction_2019-03.pdf

...et sites consultés

1. www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/passer-a-l'action/dossier/lanalyse-cycle-vie/quest-lacv
2. www.compositec.com/compositec-promotion/les-procedes
3. www.apm-planet.com
4. www.construire-en-chanvre.fr
5. www.europanel.org
6. <https://interchanvre.org>
7. www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/passer-a-l'action/dossier/lanalyse-cycle-vie/quest-lacv
8. www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-agricole/passer-a-l'action/dossier/evaluation-environnementale-agriculture/loutil-agribalyser
9. ftp://ftp.cen.eu/CEN/Sectors/List/bio_basedproducts/DefinitionsEN16575.pdf
10. <http://rfcp.fr>
11. www.uipp.fr



Mémento

2020

Travail coordonné et financé par l'ADEME en lien avec le Plan d'action d'Intérêt Général « Fibres végétales techniques matériaux » avec l'appui de :



AGPM
maiz'EUROP



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES ET DES RELATIONS AVEC LES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES

Travaux collectifs coordonnés par



Fibres Recherche Développement®



LE PÔLE DE LA BIOÉCONOMIE

En partenariat avec



INTERCHANVRE



EUROPEAN CONFEDERATION OF FLAX AND HEMP

Financé par



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie



FranceAgriMer

Contacts :

Virginie Le RAVALEC – Service Forêt Alimentation et Bioéconomie - ADEME

Tél : 02 41 20 41 21 - Mel : virginie.leravalec@ademe.fr

Pierre BONO - Directeur Général – FRD

Tél : 06 87 32 19 63 - Mel : pierre.bono@f-r-d.fr

Jean BAUSSET - Responsable Innovation Matériaux Biosourcés – Pôle IAR

Tél : 06 80 62 41 19 - Mel : baussset@iar-pole.com