

**SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT**  
FRANÇAIS / ENGLISH

**MATERIAUX BIOSOURCES : MATURITE DES DIFFERENTES  
FILIERES ET GISEMENTS  
ETAT DES CONNAISSANCES ET AVIS D'EXPERTS**

**BIOBASED MATERIALS : MATURITY OF THE DIFFERENT  
SECTORS AND DEPOSITS  
STATE OF KNOWLEDGE AND EXPERT OPINION**

décembre 2021

**P. ROIGNANT** – EVEA  
**P. BONO** – FRD  
**L. TIERS** – IAR



Créée à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD est depuis 1989, le catalyseur d'une coopération entre industriels, institutionnels et chercheurs.

Acteur reconnu de la recherche appliquée dans le domaine des déchets, des sols pollués et de l'utilisation efficace des ressources, RECORD a comme objectif principal le financement et la réalisation d'études et de recherches dans une perspective d'économie circulaire.

Les membres de ce réseau (groupes industriels et institutionnels) définissent collégialement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

**Avertissement :**

Les rapports ont été établis au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

Ces documents comprennent des propositions ou des recommandations qui n'engagent que leurs auteurs. Sauf mention contraire, ils n'ont pas vocation à représenter l'avis des membres de RECORD.

- ✓ Pour toute reprise d'informations contenues dans ce document, l'utilisateur aura l'obligation de citer le rapport sous la référence :  
**RECORD**, Matériaux biosourcés : Maturité des différentes filières et gisements. Etat des connaissances et avis d'experts, 2021, 165 p, n°20-0817/1A
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de la transition écologique)  
[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

© RECORD, 2021

## **RESUME**

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un développement croissant des matériaux biosourcés et un contexte de questionnement de plus en plus pressant sur leurs performances environnementales de la part de la société civile et des entreprises intéressées par l'usage de ces matériaux.

Sur la base de trois secteurs applicatifs (bâtiment, transport, emballage), l'étude dresse un état des lieux :

- Des réglementations influant le développement des matériaux biosourcés,
- De leur développement technique et commercial (sur la base d'une liste de matériaux présélectionnés),
- Des outils et méthodes disponibles pour attester de la performance environnementale des produits biosourcés.

Par ailleurs, une analyse critique de plusieurs cas d'analyse de cycle de vie a été conduite afin de tirer des enseignements sur les performances environnementales des matériaux biosourcés.

L'étude a donné lieu à l'organisation de trois ateliers (un par secteur applicatifs) avec l'ensemble des acteurs des chaînes de valeur afin :

- D'identifier les conditions favorables et défavorables au développement des matériaux biosourcés,
- D'élaborer des recommandations à destination des industriels sur les points d'attention sur lesquels cibler les efforts à l'avenir en vue de permettre l'intégration et la généralisation de l'usage des matériaux biosourcés.

Ces ateliers ont conduit à la production de 14 fiches actions et d'un arbre de décision pour accompagner les acheteurs dans leur approvisionnement en matériaux biosourcés.

## **MOTS CLES**

Biosourcé, Biomasse, Fibres végétales, Polymère biosourcé, Marchés, Produits, Fin de vie, Impact environnemental, Mesure, Réglementation, Perspectives, Matériaux, polymères, fibres, biosourcés, transport, bâtiment, emballage

-----

## **SUMMARY**

This study is part of a growing development of bio-based materials and a context of increasingly pressing questions about their environmental performance from civil society and companies interested in using these materials.

Based on three application sectors (building, transport, packaging), the study draws up an inventory:

- Regulations influencing the development of bio-based materials,
- Their technical and commercial development (based on a list of pre-selected materials),
- Tools and methods available to certify the environmental performance of bio-based products

In addition, a critical analysis of several life cycle analysis cases was conducted in order to draw lessons on the environmental performance of biobased materials.

The study led to the organization of three workshops (one per application sector) with all the actors of the value chains in order to:

- Identify the favorable and unfavorable conditions for the development of biobased materials,
- develop recommendations for manufacturers on the points of attention on which to target future efforts to enable the integration and widespread use of biobased materials.

These workshops led to the production of 14 action sheets and a decision tree to support buyers in their procurement of biobased materials.

## **KEY WORDS**

Biobased, Biomass, Natural Fibers, Biopolymers, Markets, Products, End of life, Environmental Impact, Measures, Regulations, Development perspectives, Materials, polymers, fibers, bio-based, end-of-life, transport, building, packaging

## Contexte et objectifs

L'usage de ressources renouvelables dans les matériaux, associé à des performances équivalentes ou supérieures à celles de l'offre traditionnelle, en font des concurrents sérieux aux produits d'origine pétrosourcée. Les marchés des secteurs du bâtiment, des transports et de l'emballage sont particulièrement intéressés par ces nouvelles alternatives : béton de chanvre dans les bâtiments, intégration de fibres de lin dans les portières de voitures, en passant par l'utilisation de PET biosourcé pour les bouteilles d'eau minérale ou de PLA pour les pots de yaourts, les applications de ces nouvelles matières sont multiples. De fait certains de ces matériaux connaissent une forte croissance et leur développement par les autorités publiques françaises et européennes, comme par exemple : la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) ou la Stratégie Nationale de la Bioéconomie (SNB) qui vise à développer l'usage du carbone renouvelable en substitution des produits fossiles.

Encore reste-t-il à prouver que les produits biosourcés sont meilleurs pour l'environnement... ou s'insèrent dans les filières de gestion de la fin de vie des matériaux : questions de fond qui motivent la réalisation de la présente étude. Pour que ces matériaux puissent réellement intégrer ces marchés, il faut en effet en assumer toutes les contraintes, dont celle d'avoir un impact environnemental le plus faible possible, et cela sur l'ensemble du cycle de vie :

- En début de chaîne concernant le choix de la matière première (incluant son mode de production),
- En milieu de chaîne avec des matériaux processables sous contrainte industrielle (si possible avec des processus les plus respectueux de l'environnement),
- Ou en fin de vie en ayant des matériaux qui sont en adéquation avec les filières de collecte et de traitement en place (recyclage, valorisation énergétique et compostage).

En effet, plus récemment les matériaux biosourcés ont fait l'objet de critiques quant aux doutes qui peuvent subsister sur leurs performances environnementales (rapport Greenpeace 2019<sup>1</sup>, communication journalistique parfois approximative sur des expérimentations sur la biodégradabilité<sup>2</sup>).

**L'objectif de cette étude est de clarifier les conditions de déploiement des matériaux biosourcés et tout particulièrement la réalité des assertions environnementales liées, afin de créer les conditions d'une attractivité durable et robuste de ces solutions par l'ensemble des acteurs amenés à les utiliser, que ce soit des industriels, des organismes publics ou des particuliers.**

## Etat des lieux des réglementations impactant le développement des matériaux biosourcés

Les matériaux biosourcés s'inscrivent dans un cadre réglementaire qui favorise leur développement, mais aussi le contraint. Ce cadre réglementaire est très varié, il peut prendre plusieurs formes, toucher plus ou moins directement les matériaux biosourcés et peut concerner un ou plusieurs secteurs à la fois. Les différentes réglementations et politiques publiques pouvant avoir un impact sur le développement des matériaux biosourcés ont été ici identifiées et analysées quant à leur potentiel incitatif pour le développement des matériaux biosourcés.

## Context and objectives

*The use of renewable resources in materials, associated with performances equivalent or superior to those of the traditional offer, make them serious competitors to products of petroleum origin. The construction, transport and packaging markets are particularly interested in these new alternatives: hemp concrete in buildings, integration of flax fibers in car doors, the use of biosourced PET for mineral water bottles or PLA for yoghurt pots, the applications of these new materials are numerous. In fact, some of these materials are experiencing strong growth and their development by the French and European public authorities, such as the National Low-Carbon Strategy (SNBC) or the National Bioeconomy Strategy (SNB) which aims to develop the use of renewable carbon as a substitute for fossil products.*

*It remains to be proven that biobased products are better for the environment... or that they can be integrated into the end-of-life management of materials: fundamental questions that motivate this study. In order for these materials to really integrate these markets, it is necessary to assume all the constraints, including the one of having the lowest possible environmental impact, and this on the whole life cycle:*

- *At the beginning of the chain with the choice of raw material (including its production method),*
- *In the middle of the chain with materials that can be processed under industrial constraints (if possible with the most environmentally friendly processes),*
- *Or at the end of life with materials that are in line with the collection and treatment channels in place (recycling, energy recovery and composting).*

*Indeed, more recently, biosourced materials have been criticized for the doubts that may remain on their environmental performance (Greenpeace report 2019<sup>1</sup>, journalistic communication sometimes approximate on experiments on biodegradability).*

***The objective of this study is to clarify the conditions of deployment of biobased materials and particularly the reality of environmental claims related to them, in order to create the conditions for a sustainable and robust attractiveness of these solutions by all actors who will use them, whether industrialists, public bodies or individuals.***

## State of the regulations impacting the development of biobased materials

*Biobased materials are part of a regulatory framework that favors their development, but also constrains it. This regulatory framework is very varied, it can take several forms, affect more or less directly the biobased materials and can concern one or several sectors at the same time. The different regulations and public policies that can have an impact on the development of biobased materials have been identified here and analyzed as to their incentive potential for the development of biobased materials*

<sup>1</sup> <https://www.greenpeace.org/usa/wp-content/uploads/2019/09/report-throwing-away-the-future-false-solutions-plastic-pollution-2019.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.european-bioplastics.org/university-of-plymouth-study-misleads-on-value-of-biodegradable-and-compostable-plastics/>

### Bâtiment

La principale réglementation pouvant avoir un impact sur l'adoption de matériaux biosourcés dans le secteur du bâtiment au niveau européen est la directive 2002/91/EC « the energy performance of buildings » et ses révisions successives. Cette réglementation renforce les contraintes sur la performance énergétiques des bâtiments et va favoriser l'adoption de matériaux biosourcés qui ont souvent des performances d'isolation thermique supérieures. En France la loi ELAN (RE2020, applicable au 1<sup>er</sup> Janvier 2022) va plus loin. Outre les performances énergétiques, elle prend en compte les émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment avec pour objectif de réduire l'empreinte carbone des bâtiments de 35 à 50%<sup>3</sup>d'ici 2030. Cet aspect, associé à la méthodologie d'ACV dynamique, vont être particulièrement favorables aux matériaux biosourcés qui constituent des stocks de carbone.

### Transport

La réglementation européenne CAFE 21 fixe désormais depuis le 1<sup>er</sup> Janvier 2021 un objectif de 95 g de CO<sub>2</sub>/km pour les émissions moyennes du parc automobile européen concernant les voitures particulières neuves. Cet objectif est de 81 g/km pour 2025 et 59 g/km pour 2030. Cette réglementation tend à favoriser l'emploi de matériaux biosourcés et notamment des composites à base de fibres végétales qui permettent un allègement des pièces (jusqu'à moins 40%) et donc une réduction de la consommation de carburant par km. Toutefois, cette incitation à l'emploi de matériaux biosourcés est à relativiser. La réglementation et ses objectifs très exigeants en termes d'émission de CO<sub>2</sub> tendent clairement à inciter à l'électrification des motorisations. Les directives 2005/64 et 2000/53 traitent de la gestion de fin de vie des Véhicules Hors d'Usage (VHU) : en effet un VHU doit être réutilisable et/ou recyclable à au moins 85% en masse et réutilisable et/ou valorisable à 95% en masse de celui-ci.

### Emballage

Plusieurs directives européennes (directive 2015/720 sur les sacs plastiques, directive 2019/904 dite « single use directive ») interdisent aujourd'hui certains usages du plastique dans l'emballage. Les polymères innovants biosourcés biodégradables (PHA) ou compostables industriellement (PLA) ne font pas l'objet d'exception et rentre dans la définition du plastique. Les directives récentes concernant l'augmentation des objectifs de recyclage des emballages plastiques (**Directive (UE) 2019/904 et Directive (UE) 2018/852 et leur application en France la loi AGECE de 2020**) tendent à défavoriser les matériaux biosourcés innovants pour lesquels ils n'existent pas de filière de fin de vie propre.

## Dynamique de marché des matériaux biosourcés

Une analyse des développements des matériaux biosourcés a été réalisée sur la base des éléments suivants :

Generic element	Generic application elements	Technical-economic elements**
<ul style="list-style-type: none"> <li>Type of materials</li> <li>Raw materials used (fibers/monomers)</li> <li>Production processes</li> <li>Average biobased content &amp; measurement method used</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transformation process</li> <li>Sectors of application</li> <li>Current applications</li> <li>Potential applications</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Production capacity</li> <li>Evolution of the production capacities of the last 5 years</li> <li>Actors producing references</li> </ul>

\*\* Subject to availability of information

<sup>3</sup> <https://www.construction21.org/france/articles/h/le-hub-des-prescripteurs-bas-carbone-des-outils-et-un-atout-de-conception.html#:~:text=Ainsi%2C%20pour%20un%20b%C3%A2timent%20moyen,%C3%A9nergie%20grimpe%20%C3%A0%2065%25.>

### Buildings

The main regulation that can have an impact on the adoption of biobased materials in the building sector at the European level is the 2002/91/EC directive "the energy performance of buildings" and its successive revisions. This regulation reinforces the constraints on the energy performance of buildings and will promote the adoption of bio-based materials that often have superior thermal insulation performance. In France, the ELAN law (RE2020, applicable on January 1st, 2022) goes further. In addition to energy performance, it takes into account GHG emissions over the entire life cycle of the building with the objective of reducing the carbon footprint of buildings by 35 to 50%<sup>3</sup> by 2030. This aspect, associated with the dynamic LCA methodology, will be particularly favorable to biosourced materials that constitute carbon stocks.

### Transport

The European regulation CAFE 21 sets a target of 95 g CO<sub>2</sub>/km for the average emissions of the European car fleet for new passenger cars since January 1, 2021. This target is 81 g/km for 2025 and 59 g/km for 2030. This regulation tends to encourage the use of bio-based materials, and in particular composites based on plant fibers, which make parts lighter (up to 40% lighter) and therefore reduce fuel consumption per km. However, this incentive to use biobased materials should be put into perspective. The regulations and its very demanding objectives in terms of CO<sub>2</sub> emissions clearly tend to encourage the electrification of engines. Directives 2005/64 and 2000/53 deal with the management of the end of life of end-of-life vehicles (ELV): indeed, an ELV must be reusable and/or recyclable to at least 85% in mass and reusable and/or recoverable to 95% in mass of it.

### Packaging

Several European directives (2015/720 directive on plastic bags, 2019/904 directive called "single use directive") currently prohibit certain uses of plastic in packaging. Exceptions are provided for biosourced polymers but are very restrictive for single use plastics and the directive excludes innovative biosourced polymers that are biodegradable domestically (PHA) or industrially (PLA). The recent directives concerning the increase of the recycling objectives of plastic packaging tend to disadvantage the innovative biosourced materials for which there is no clean end-of-life channel.

## Market dynamics of biobased materials

An analysis of the developments of biobased materials was carried out on the basis of the following elements:

Les matériaux biosourcés étudiés ont été sélectionnés par le comité de pilotage de l'étude sur la base d'un critère de maturité de développement des matériaux :

- TRL8 c'est-à-dire que chacun des matériaux étudiés a fait l'objet de démonstration dans un environnement opérationnel,
- Ce critère se traduit par l'existence d'une première unité commerciale de production,
- Enfin, n'ont été sélectionnés que les matériaux innovants, ayant émergés ces 15 dernières années.

*The biosourced materials studied were selected by the study steering committee on the basis of a material development maturity criterion:*

- *TRL8 i.e. each of the materials studied has been demonstrated in an operational environment,*
- *This criterion is translated by the existence of a first commercial production unit,*
- *Finally, only innovative materials that have emerged in the last 15 years have been selected.*

Family		Material	Matrix	Maturity
Biobased plastics	Identical to conventional plastics	Semi-aromatic copolyester	Polyethylene terephthalate (PET)	TRL9
		Polyolefins	Polyethylene (PE)	TRL9
			Polypropylene (PP)	TRL9
	With a new structure	Starch	Thermoplastic starch (PTA)	TRL 9
		Aliphatic homopolyester	Poly lactic acid (PLA)	TRL 9
			PHAs	TRL 9
		Polyurethanes	Polyols + poly-isocyanates	TRL9
	Biobased insulators	Wood fiber insulation	Polyurethane, parafin	TRL 9
		Cellulose wadding	NA	TRL 9
		Flexible biosourced insulation (excluding wood)	PE, PLA...	TRL 9
Biosourced concretes	Hemp concrete	Lime	TRL 9	
	Wood concrete	Cement	TRL 9	
Biosourced panels	Lightweight panels	Urea formaldehyde resins	TRL9	
Biosourced composites	Wood-Plastic Composite	PVC, PE, PP	TRL 9	
	Injected plastic part reinforced with vegetable fibers	Mostly PP	TRL 9	
	Thermo-compressed part based on nonwovens (excluding frayed cotton)	PP / PE	TRL 9	
	Composite based on continuous fibers and biosourced matrices	Polyester, Epoxy, PA...	TRL 9	

na = not applicable

nc = not relevant

**Tableau 1 : Liste des matériaux retenus dans le cadre de l'étude (RECORD, 2021)**  
*Table 1: List of materials selected for the study (RECORD, 2021)*

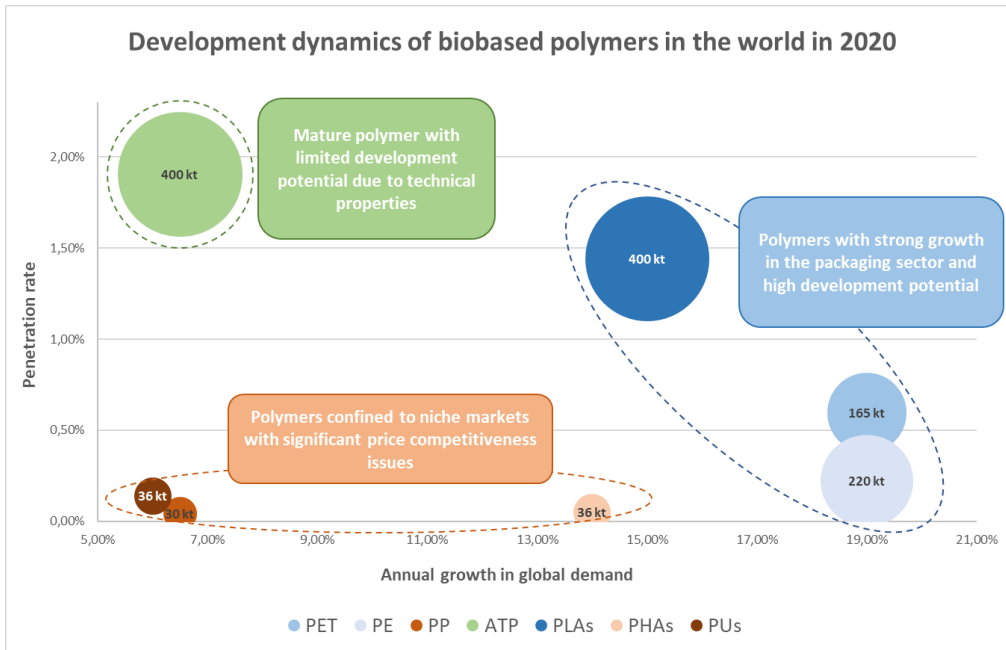


**Dynamiques de développement polymères biosourcés**

Les polymères biosourcés bénéficient d'une dynamique de croissance forte, à distinguer selon 3 familles de polymères :

**Development dynamics of biobased polymers**

Biobased polymers benefit from a strong growth dynamic, to be distinguished according to 3 families of polymers:



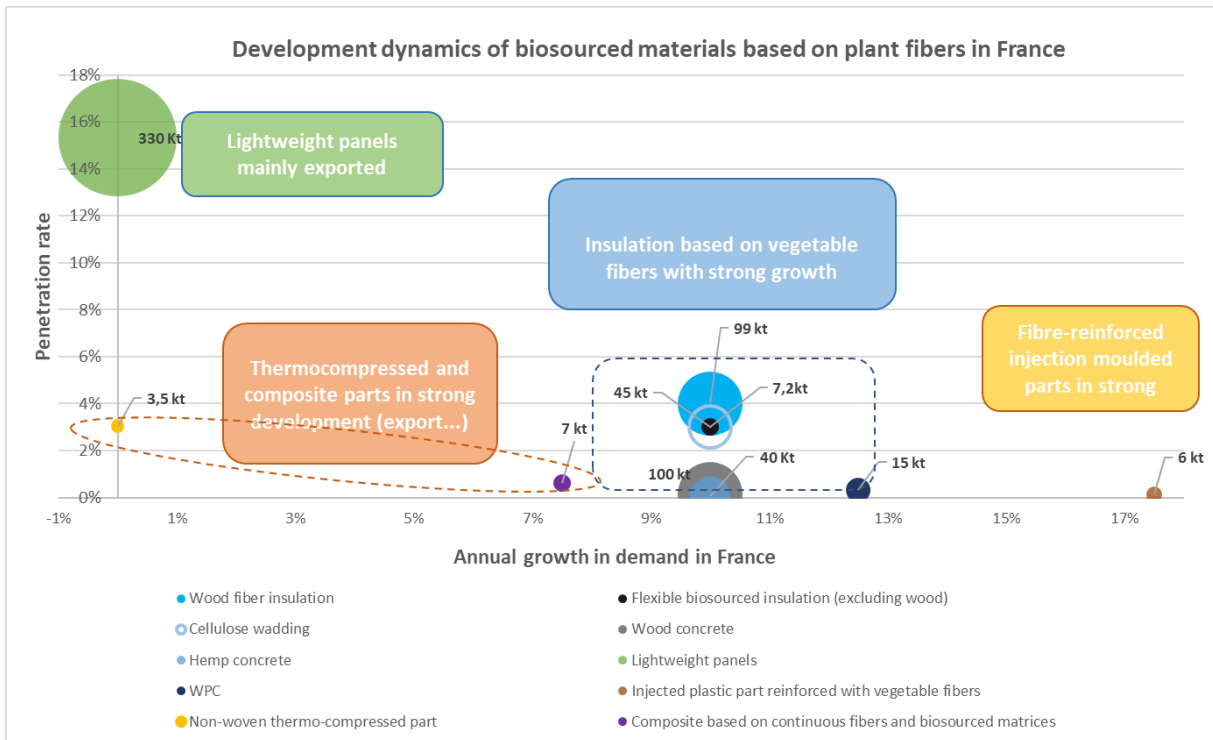
**Figure 1 : Dynamique de développement des polymères biosourcés dans le monde (RECORD, 2021)**  
*Figure 1: Development dynamics of biobased polymers in the world (RECORD, 2021)*

**Dynamiques de développement des matériaux à base de fibres végétales**

Les matériaux biosourcés hors plastiques bénéficient des réglementations thermiques et environnementales dans le bâtiment et dans une moindre mesure des politiques de décarbonation du secteur automobile. 4 dynamiques distinctes sont à prendre en compte.

**Development dynamics of plant fiber-based materials**

Biobased materials other than plastics benefit from thermal and environmental regulations in the building industry and to a lesser extent from decarbonization policies in the automotive sector. 4 distinct dynamics are to be taken into account.



**Figure 2 : Dynamique de développement des matériaux biosourcés à base de fibres végétales en France (RECORD, 2021)**  
*Figure 2: Development dynamics of biosourced materials based on plant fibers in France (RECORD, 2021)*

## Evaluation du caractère biosourcé des matériaux : outils de mesure et garanties

### Les méthodes de mesure du caractère biosourcé des matériaux

En Europe le comité technique CEN/TC 411 a été établi afin de mettre en place des normes autour des produits biosourcés. La CEN/TR 16721 dresse ainsi un panorama des méthodes qui peuvent être utilisées pour déterminer la teneur biosourcée des produits solides, liquides et gazeux. On retrouve ainsi :

- Une méthode utilisant l'analyse du radiocarbone et l'analyse élémentaire : cette méthode repose sur une déclaration et une vérification de la composition des produits,
- Des méthodes reposant sur la mesure des rapports d'isotopes stables,
- Une méthode reposant sur le bilan de matière.

Les 2 méthodes d'évaluation du contenu biosourcé utilisées dans les labels dédiés au contenu en biosourcé sont l'analyse radiocarbone et le bilan de matière.

Les normes exposées précédemment, permettant de connaître le taux de biosourcé dans un produit, sont utilisées pour répondre aux exigences des labels dédiés au contenu en biosourcé. A ce jour, en France, le seul label exclusivement dédié aux produits biosourcés est le label « Produit Biosourcé » créé par des acteurs du bâtiment afin de favoriser notamment l'utilisation de ces matériaux dans la commande publique. A l'échelle européenne, plusieurs labels existent en ce sens et ont tous un point commun : des critères sur un taux minimal de biosourcé à avoir afin d'être labélisé (taux qui peut varier en fonction des typologies de produits). Ces labels sont tous des labels de type II i.e. des auto-déclarations environnementales.

### Les principaux outils utilisés afin d'évaluer totalement ou partiellement l'impact environnemental des matériaux biosourcés

Deux principaux outils permettent d'évaluer la performance environnementale d'un produit :

- Les données appelées inventaires du cycle de vie (ICV), et les résultats d'analyse du cycle de vie (ACV), méthode normée par l'ISO 14040 et 14044, quantifiant l'impact environnemental d'un produit via plusieurs indicateurs et incluant l'ensemble des étapes du cycle de vie du produit,
- Les labels, permettant de garantir des niveaux d'exigences sur des critères spécifiques, pouvant être environnementaux comme par exemple l'écolabel européen, porté par les pouvoirs publics.

### La fin de vie

#### **Bâtiment**

Les filières de recyclage des matériaux pour le bâtiment sont encore émergentes. Les premiers matériaux biosourcés arrivent à peine en fin de vie. L'anticipation de la gestion de leur fin de vie devient donc un sujet clé afin que la réglementation ne soit pas un frein à leur développement. L'état des lieux de la fin de vie des matériaux biosourcés investigués dans la présente étude dans le secteur du bâtiment peut se résumer sur la base du tableau de bord suivant issu de l'étude ADEME, 2014 sur la fin de vie de ces matériaux.<sup>4</sup>

## Assessment of the biobased character of materials: measurement tools and guarantees

### Methods for measuring the biobased nature of materials

In Europe, the technical committee CEN/TC 411 has been established in order to set up standards around biobased products. The CEN/TR 16721 thus draws up an overview of the methods that can be used to determine the biobased content of solid, liquid, and gaseous products. These include:

- A method using radiocarbon analysis and elemental analysis: this method is based on a declaration and verification of the composition of products,
- Methods based on the measurement of stable isotope ratios,
- A method based on material balance.

The 2 methods of evaluation of the biobased content used in the labels dedicated to the biobased content are the radiocarbon analysis and the material balance.

The above standards, which allow to know the biobased content in a product, are used to meet the requirements of the labels dedicated to biobased content. To date, in France, the only label exclusively dedicated to biobased products is the label "Produit Biosourcé" created by actors in the construction industry to promote the use of these materials in public procurement. At the European level, several labels exist in this sense and all have one thing in common: criteria on a minimum rate of biobased products to be labeled (rate that may vary depending on the type of product). These labels are all type II labels, i.e. environmental self-declarations.

### The main tools used to evaluate totally or partially the environmental impact of bio-based materials

Two main tools are used to evaluate the environmental performance of a product:

- The data called life cycle inventories (LCI), and the results of life cycle analysis (LCA), a method standardized by ISO 14040 and 14044, quantifying the environmental impact of a product via several indicators and including all stages of the product life cycle,
- Labels, which guarantee the level of requirements on specific criteria, which may be environmental such as the European ecolabel, supported by the public authorities.

### End of life

#### **Building**

Recycling channels for building materials are still emerging. The first biobased materials have barely reached the end of their life. Anticipating the management of their end-of-life is therefore becoming a key issue so that regulations do not hinder their development. The state of play of the end of life of the biosourced materials investigated in this study in the building sector can be summarized on the basis of the following dashboard from the ADEME study, 2014 on the end of life of these materials<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/gisements-valorisation-biosources-fin-vie-2014-rapport-final.pdf>



## **Transport**

Encore faiblement exploités dans le secteur automobile, les matériaux biosourcés investigués dans la présente étude et utilisés industriellement ne font pas l'objet à ce jour d'un recyclage ou d'une valorisation au sens de la Directive Européenne 2000/53/CE pour de simples raisons opérationnelles. Au vu de leur faible valeur tous les non-tissés (dont les non-tissés fibres naturelles) ne sont pas valorisés. Les pièces injectées fibres naturelles commercialisées ne sont tout simplement pas encore arrivées en fin de vie. Les industriels concernés, moteurs en matière de protection de l'environnement, ont anticipé ces problématiques. Depuis 2013 Le groupe Faurecia a démontré industriellement la faisabilité de recycler ses solutions PP/chanvre dans les filières de valorisation des polyoléfinés. Le groupe NatUp Fibres valorise les chutes de production de ses clients contenant ses non-tissés en les réincorporant dans ces processus de production. Pour les autres produits biosourcés qui se feraient jours à l'avenir, en dehors de toute considération relative à la valorisation énergétique des matériaux biosourcés qui ne posent aucune difficulté par rapport aux matériaux actuels, les constructeurs sont donc très vigilants à ce que l'intégration de ces futurs nouveaux matériaux ne perturbent pas et ne polluent pas les filières de recyclage existantes. Malgré des projets d'innovations les matériaux biosourcés sont encore peu présents dans d'autres secteurs du transport.

## **Emballage**

Actuellement, les principales voies de fin de vie pour les plastiques biosourcés de famille A (identiques chimiquement aux pétrosourcés) sont le recyclage mécanique, via les mêmes filières que les plastiques conventionnels, et la valorisation énergétique. Pour les plastiques biosourcés de famille B, il n'existe pas à l'heure actuelle de filière dédiée, et ces déchets se retrouvent généralement dans le flux de déchets ménagers ou, au mieux (pour certaines résines à base d'amidon), partiellement compostés industriellement. Des projets sont en cours pour étudier la mise en place d'une filière de recyclage de l'acide polylactique (PLA).

## **Analyse critique des performances environnementales des matériaux biosourcés et traduction en procédures d'achats pour les industriels**

L'analyse de cycle de vie étant la méthode de référence pour l'analyse de l'impact environnementale d'un produit des analyses critiques d'ACV ont été réalisées. Le choix des cas d'étude a été effectué en fonction de la disponibilité des données et la robustesse des méthodologies employées.

### **Bâtiment**

Dans le cas du bâtiment, trois comparaisons d'ACV vérifiées de matériaux de constructions ont été réalisées sur les produits suivants :

- Des revêtements de sol,
- Des isolants thermiques,
- Des blocs de béton.

Avec l'analyse comparative réalisée, il n'est pas possible de conclure sur un bénéfice sur toutes les catégories d'impacts étudiés dans l'intégration de matières biosourcées dans les produits du bâtiment. Les résultats sont disparates entre les différents produits du bâtiment étudiés et une analyse au cas par cas doit être effectuée pour déterminer quel produit présente les impacts environnementaux les plus faibles. Néanmoins, sur l'aspect du réchauffement climatique, l'intégration de matières biosourcées semble tendre vers une réduction de l'impact du produit.

## **Transport**

*The biosourced materials investigated in this study and used industrially are still not widely used in the automotive sector and are not currently recycled or recovered in the sense of the European Directive 2000/53/EC for simple operational reasons. In view of their low value, not all nonwovens (including natural fiber nonwovens) are recovered. The natural fiber injected parts marketed are simply not yet at the end of their life. The manufacturers concerned, who are the driving force behind environmental protection, have anticipated these issues. Since 2013, the Faurecia Group has demonstrated the feasibility of recycling its PP/hemp solutions in polyolefin recovery channels. The NatUp Fibres Group valorizes the production offcuts of its customers containing its nonwovens by reincorporating them into its production processes. For other biosourced products that would be developed in the future, apart from any consideration relating to the energy recovery of biosourced materials that do not pose any difficulty compared to current materials, manufacturers are very vigilant to ensure that the integration of these future new materials does not disrupt or pollute existing recycling channels. In spite of innovation projects, bio-based materials are still not very present in other transport sectors.*

## **Packaging**

*Currently, the main end-of-life routes for family A biobased plastics (chemically identical to petro-based) are mechanical recycling, via the same channels as conventional plastics, and energy recovery. For family B biosourced plastics, there is currently no dedicated channel, and this waste is generally found in the household waste stream or, at best (for some starch-based resins), partially composted industrially. Projects are underway to study the establishment of a recycling channel for polylactic acid (PLA).*

## **Critical analysis of the environmental performance of biobased materials and translation into purchasing procedures for manufacturers**

*The life cycle analysis being the reference method for the analysis of the environmental impact of a product, critical analyses of LCA were carried out. The choice of study cases was made according to the availability of data and the robustness of the methodologies used.*

### **Building**

*In the case of the building, three comparisons of verified LCA of building materials were carried out on the following products:*

- Flooring,
- Thermal insulation,
- Concrete blocks.

*With the comparative analysis carried out, it is not possible to conclude on an overall benefit on all the categories of impacts studied in the integration of biobased materials in building products. The results are disparate between the different building products studied and a case by case analysis must be done to determine which product has the lowest environmental impacts. Nevertheless, on the aspect of global warming, the integration of biosourced materials seems to tend towards a reduction of the impact of the product.*

### **Transport**

Trois ACV comparatives qui ont fait l'objet de revue critique ont été analysées et portent sur les produits suivants<sup>5</sup> :

- Des panneaux de porte automobiles biosourcés (PP / fibres de lin et de chanvre) et pétrosourcé (ABS),
- Deux platines de rétroviseur de Peugeot 207,
- Deux composites (polyester insaturé et fibres de verre, et PLLA et fibres de lin).

Via ces trois cas d'école, on observe une tendance montrant un bénéfice lié aux matériaux biosourcés et par rapport au minéral, et par rapport au pétrosourcé, bénéfice montré également par les analyses de sensibilité du biosourcé. Leur utilisation permet un gain environnemental significatif (attesté par analyse d'incertitude dans une des deux études) sur plusieurs indicateurs, dont celui du changement climatique. En particulier, la réduction de la masse de la pièce permet de réduire l'impact de la phase d'utilisation, principale contributrice sur la majorité des indicateurs. Le scénario de fin de vie peut aussi influencer les résultats d'impacts : l'analyse de sensibilité entre un enfouissement et une incinération de la pièce réalisée dans l'étude sur les rétroviseurs démontre un impact plus important sur le changement climatique dans le cas d'une incinération du fait de la réémission dans l'air du CO<sub>2</sub> biogénique capté durant la phase d'amont agricole. Il est donc essentiel, lorsque les données réelles concernant la fin de vie ne sont pas connues, d'établir des scénarios de fin de vie cohérents avec la réalité en se basant sur des statistiques des filières de fin de vie.

### **Emballage**

Trois ACV comparatives<sup>6</sup> qui ont fait l'objet de revue critique ont été analysées et portent sur les produits suivants :

- Des contenants alimentaires de type brique avec différentes compositions biosourcées et non biosourcées,
- Des bouteilles en plastique biosourcé et non biosourcé,
- Des sacs plastiques avec différentes compositions biosourcées et non biosourcées.

Les résultats des deux études sur les contenants alimentaires montrent un bénéfice environnemental à l'utilisation des plastiques biosourcés sur les indicateurs changement climatique et CED, énergie totale. Sur le changement climatique, cela est lié à la prise en compte du carbone biogénique qui est absorbé durant la phase d'amont agricole. Le biosourcé ressort également comme plus performant sur le changement climatique pour les sacs en amidon sous condition d'une fin de vie compostage industriel, et pour le sac PEBD biosourcé.

### **Conclusion et enseignements**

Il ressort des analyses critiques que l'origine de la biomasse est un facteur déterminant de l'impact d'un produit biosourcé. Les études conduites sur les contenants types briques montre que l'utilisation d'un coproduit de l'industrie papetière pour la production d'un plastique biosourcé est moins impactant qu'une

### **Transport**

Three critically reviewed comparative LCAs were analyzed for the following products<sup>5</sup>

- Biobased (PP / flax and hemp fiber) and petro-based (ABS) automotive door panels,
- Two Peugeot 207 rear view mirror plates,
- Two composites (unsaturated polyester and glass fibers, and PLA and flax fibers).

Through these three case studies, we observe a trend showing a benefit linked to biosourced materials compared to mineral materials and compared to petroleum-based materials, a benefit also shown by the sensitivity analysis of biosourced materials. Their use allows a significant environmental gain (attested by uncertainty analysis in one of the two studies) on several indicators, including that of climate change. In particular, the reduction in the mass of the part reduces the impact of the use phase, which is the main contributor to most of the indicators. The end-of-life scenario can also influence the impact results: the sensitivity analysis between landfill and incineration of the part carried out in the study on rear-view mirrors shows a greater impact on climate change in the case of incineration due to the re-emission into the air of the biogenic CO<sub>2</sub> captured during the upstream agricultural phase. It is therefore essential, when actual end-of-life data are not known, to establish end-of-life scenarios consistent with reality based on end-of-life channel statistics.

### **Packaging**

Three critically reviewed comparative LCAs<sup>6</sup> were analyzed for the following products:

- Brick-type food containers with different bio-based and non-bio-based compositions,
- Biobased and non-biobased plastic bottles,
- Plastic bags with different biobased and non-biobased compositions.

The results of the two studies on food containers show an environmental benefit to the use of biosourced plastics on the indicators of climate change and CED, total energy. On climate change, this is related to the consideration of biogenic carbon that is absorbed during the upstream agricultural phase. Biobased products also perform better on climate change for starch sacks, provided they are composted at the end of their life cycle, and for biobased LDPE sacks.

### **Conclusion and lessons learned**

The critical analyses show that the origin of the biomass is a determining factor in the impact of a biobased product. The studies conducted on brick-type containers show that the use of a co-product of the paper industry for the production of a biosourced plastic is less impactful than a biomass of sugarcane type.

<sup>5</sup> Analyse du cycle de vie comparative de panneaux de porte automobile biosourcé (PP/fibres de lin et de chanvre) et pétrosourcé (ABS), ADEME, 2016

Etude comparative sur leur cycle de vie de 2 platines de rétroviseur de Peugeot 207, PSA, 2009

Analyse du cycle de vie d'un biocomposite, A. Le Duigou, P. Davies et C. Baley, *Matériaux & Techniques* 98, 143-150, 2010

<sup>6</sup> Life Cycle Assessment of SIGNATURE PACK: a beverage carton containing polymers based on the mass balanced renewable material approach

Comparative Life Cycle Assessment of Tetra Pak® carton packages and alternative packaging systems for liquid food on the Nordic market

Environmental impact assessments of innovative bio-based production - Task 1 of « Study to R&I Policy in the Area of Bio-based Products and Services », European Commission et al, 20196 ciblée pour la présente analyse sur le cas d'étude 7 "CASE STUDY 7: SINGLE-USE PLASTIC CARRIER BAGS"

biomasse de type canne à sucre. Si l'analyse critique de cas d'étude d'ACV ne permet donc pas de conclure de manière systématique sur une meilleure performance environnementale des produits biosourcés sur l'ensemble des critères d'impact, elle a permis de faire ressortir deux facteurs influençant fortement l'ACV de produits biosourcés : l'origine de la matière et les conditions de fins de vie. Les cas d'étude ont permis de comparer l'impact de différentes origines/ natures de biomasse sur l'ACV d'un même produit et notamment entre l'utilisation d'une biomasse de 1<sup>ère</sup> génération et d'une biomasse de 2<sup>nd</sup> génération. Ce type d'analyse critique gagnerait à être élargie en comparant l'impact d'une même matière première biosourcée, mais avec des origines différentes pour un même produit (par exemple, un même matériau biosourcé produit à partir de sucre brésilien et européen) afin d'évaluer l'impact des conditions de cultures.

## **Conclusion : conditions de développement des matériaux biosourcés et recommandations liées**

Suites à ces états des lieux (réglementations, du développement des matériaux biosourcés et d'outils et méthodes disponibles pour garantir les performances environnementales des matériaux biosourcés), trois ateliers (un par secteur) ont été organisés avec l'ensemble des acteurs des chaînes de valeur afin :

- D'identifier les conditions favorables et défavorables au développement des matériaux biosourcés,
- D'élaborer des recommandations à destination des industriels sur les points d'attention sur lesquels cibler les efforts à l'avenir en vue de permettre l'intégration et la généralisation de l'usage des matériaux biosourcés dans le domaine du Bâtiment, des Transports et de l'Emballage.

**Plusieurs recommandations ont donc été établies par secteur.**

### **Bâtiment**

A la suite d'un atelier réunissant l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur, cinq recommandations ont pu être formulées :

- Action 1 - Mettre en avant la multifonctionnalité des produits biosourcés,
- Action 2 - Etablir des formations pour permettre la bonne utilisation de ces matériaux en conception et pose,
- Action 3 - Faciliter leur utilisation dans les marchés publics et Généraliser la diffusion de clauses facilitant l'emploi des matériaux biosourcés dans le respect du code des marchés publics & leur mise en œuvre,
- Action 4 – Améliorer la disponibilité des documents techniques et Multiplier les ATec/ATEX et mieux faire connaître la portée des Atec/ATEX existantes,
- Action 5 – Améliorer la disponibilité des données environnementales de la filière d'approvisionnement agricole amont pour évaluer au mieux l'impact environnemental du biosourcé.

### **Transport**

A la suite d'un atelier réunissant l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur, six recommandations ont pu être formulées :

- Action 1 - Renforcer les bases de données publiques d'ACV dans le domaine des matériaux biosourcés pour le transport,
- Action 2 - Développer des indicateurs simplifiés fiables de performance environnementale,
- Action 3 - Promouvoir les réalisations et travaux existants sur la fin de vie des pièces automobiles biosourcées,
- Action 4 – Relancer des actions sur la connaissance de la fin de vie de ces matériaux,

*Although the critical analysis of LCA case studies does not allow us to systematically conclude that biobased products have a better environmental performance on all the impact criteria, it has allowed us to highlight two factors that strongly influence the LCA of biobased products: the origin of the material and the end-of-life conditions. The case studies allowed us to compare the impact of different origins/natures of biomass on the LCA of the same product and in particular between the use of a 1st generation biomass and a 2nd generation biomass. This type of critical analysis would benefit from being extended by comparing the impact of the same biobased raw material, but with different origins for the same product (for example, the same biobased material produced from Brazilian and European sugar) in order to evaluate the impact of the cultivation conditions.*

## **Conclusion: conditions for the development of biobased materials and related recommendations**

*Following these inventories (regulations, development of biobased materials and tools and methods available to guarantee the environmental performance of biobased materials), three workshops (one per sector) were organized with all the stakeholders in the value chains in order to:*

- *Identify the conditions that are favorable and unfavorable to the development of biobased materials,*
- *To elaborate recommendations for the industrialists on the points of attention on which to target the efforts in the future in order to allow the integration and the generalization of the use of biobased materials in the field of the Building, Transport and Packaging.*

**Several recommendations have therefore been established by sector.**

### **Building**

*Following a workshop gathering all the actors of the value chain, five recommendations were formulated:*

- *Action 1 - To highlight the multifunctionality of bio-based products,*
- *Action 2 - Establish training to enable the proper use of these materials in design and installation,*
- *Action 3 - Facilitate their use in public procurement and generalize the dissemination of clauses facilitating the use of bio-sourced materials in compliance with the code of public procurement & their implementation,*
- *Action 4 - Improve the availability of technical documents and increase the number of ATec/ATEX and make the scope of existing ATec/ATEX better known,*
- *Action 5 - Improve the availability of environmental data from the upstream agricultural supply chain to better assess the environmental impact of biobased products.*

### **Transport**

*Following a workshop with all the actors of the value chain, six recommendations were formulated:*

- *Action 1 - Strengthen public LCA databases in the field of bio-based materials for transport,*
- *Action 2 - Develop reliable simplified environmental performance indicators,*
- *Action 3 - Promote existing achievements and work on the end-of-life of biobased automotive parts,*
- *Action 4 - Relaunch actions on the knowledge of the end of life of these materials,*
- *Action 5 - Promote the differentiating advantages of biosourced materials other than weight reduction,*



- Action 5 – Valoriser les avantages différenciants des matériaux biosourcés en dehors de l'allègement,
- Action 6 – Améliorer la compréhension des limites techniques des matériaux produits.

### **Emballage**

A la suite d'un atelier réunissant l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur, trois recommandations ont pu être formulées :

- Action 1 - Diffuser la connaissance sur la terminologie des matériaux biosourcés et de leurs propriétés potentielles pour mettre fin à des confusions persistantes sur certaines terminologies,
- Action 2 - Développer et diffuser la connaissance sur la fin vie possible des matériaux biosourcés et biodégradables pour éclairer les acheteurs sur la réalité des fins de vie possible,
- Action 3 - Intégrer de nouveaux critères de performances environnementales pour mieux valoriser les spécificités des matériaux biosourcés et biodégradables afin d'avoir une évaluation de la performance environnementale plus proche de la réalité d'usage des matériaux.

- *Action 6 - To improve the understanding of the technical limits of the produced materials.*

### **Packaging**

*Following a workshop bringing together all the actors of the value chain, three recommendations were formulated:*

- *Action 1 - Disseminate knowledge on the terminology of biobased materials and their potential properties to put an end to persistent confusion on certain terminologies,*
- *Action 2 - Develop and disseminate knowledge on the possible end of life of biobased and biodegradable materials to enlighten buyers on the reality of possible end of life,*
- *Action 3 - Integrate new environmental performance criteria to better valorize the specificities of biosourced and biodegradable materials in order to have an evaluation of the environmental performance closer to the reality of use of the materials.*