



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DDT02

SHRUC

Constructions Durables

Mai 2018

Les matériaux bio-sourcés dans le bâtiment



SOMMAIRE

1 - UN CONTEXTE DE PLUS EN PLUS FAVORABLE À L'UTILISATION DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS.....	6
1.1. Le bâtiment : une part importante des impacts.....	6
1.2. Un contexte réglementaire qui évolue favorablement.....	6
1.2.1 - Des objectifs de réduction des GES ambitieux.....	7
1.2.2 - Des principes forts édictés par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte.....	7
1.2.3 - Les plans d'actions nationaux mis en place pour promouvoir l'utilisation des matériaux biosourcés.....	8
1.3. L'intégration des matériaux biosourcés dans les marchés publics.....	9
1.4. L'émergence et la structuration des filières.....	11
1.4.1 - La filière bois.....	11
1.4.2 - La filière paille.....	12
1.4.3 - La filière Chanvre.....	13
2 - LES BIOMATÉRIAUX : DÉFINITION ET UTILISATIONS.....	13
2.1. Des produits variés mais encore peu utilisés.....	13
2.2. Les différentes utilisations des matériaux biosourcés dans la construction.....	13
2.2.1 - L'ensemble des utilisations.....	13
2.2.2 - L'utilisation en plancher bas.....	14
2.2.3 - L'utilisation en isolants sous toiture, sous plancher, sur paroi.....	14
2.2.4 - L'utilisation en parois verticales.....	15
2.2.5 - L'utilisation en enduit.....	15
2.3. Des règles à respecter.....	15
2.4. Des impacts à considérer.....	15
2.5. Le label « bâtiment biosourcé ».....	16
3 - LE BOIS.....	16
3.1. La laine de bois et les panneaux de fibres de bois.....	16
3.2. Le bois en vrac.....	16
3.3. Les avantages et inconvénients de l'utilisation du bois.....	16
3.4. Quelques exemples.....	17
4 - LA OUATE DE CELLULOSE.....	17
4.1. Le panneau de ouate de cellulose.....	18
4.2. La ouate de cellulose en vrac.....	18
4.3. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la ouate de cellulose.....	18
5 - LE CHANVRE.....	19
5.1. La fabrication et l'approvisionnement du chanvre.....	19
5.2. La culture du chanvre (2013).....	20
5.3. Les diversités d'utilisation du chanvre.....	20

5.3.1 - Les solutions de construction en laine de chanvre.....	20
5.3.2 - Les solutions de construction en béton chanvre.....	20
5.4. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation du chanvre.....	22
6 - LE LIN.....	22
7 - LE COLZA.....	23
8 - LA PAILLE.....	24
8.1. Les diversités d'utilisation.....	24
8.1.1 - Les bottes de paille.....	24
8.1.2 - L'enduit terre paille.....	24
8.1.3 - Les panneaux de paille.....	25
8.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la paille.....	25
9 - LE LIÈGE.....	25
9.1. Les diversités d'utilisation.....	25
9.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation du liège.....	26
10 - LA LAINE DE MOUTON.....	26
10.1. Les diversités d'utilisation.....	26
10.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la laine de mouton.....	27
11 - LES PLUMES DE CANARD.....	27
12 - LE TEXTILE RECYCLÉ.....	27
12.1. Les diversités d'utilisation.....	28
12.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation du textile recyclé.....	28
13 - COMPARATIF DES ISOLANTS.....	29
14 - LE COÛT DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS.....	30
14.1. L'approche des coûts et des prix dans la construction.....	30
14.1.1 - La décomposition des coûts et les prix dans la construction.....	31
14.1.2 - Les approches en coût global.....	33
14.2. La comparaison des prix des matériaux bio-sourcés.....	33
14.2.1 - Les prix déboursés secs.....	33
14.2.2 - Les coûts de mise en œuvre.....	34
14.2.2.a - Ouate de cellulose -isolant.....	34
14.2.2.b - Matériaux de construction en chanvre.....	34
14.2.2.c - Paille en panneaux pour cloison intérieure.....	35
14.2.3 - Les coûts des ouvrages intégrant des matériaux bio-sourcés.....	35
14.2.3.a - Comparaison de parois verticales - promoteurs.....	35
14.2.3.b - Coût pratiqué par les artisans.....	37

14.2.4 - Les hypothèses pour rapprocher les coûts de la construction MBS avec les coûts de la construction traditionnelle.....	37
14.2.4.a - Comparatif actuel.....	37
14.2.4.b - Hypothèse 1.....	38
14.2.4.c - Hypothèse 2.....	38
14.2.4.d - Hypothèse 3.....	39
14.2.4.e - Conclusion.....	39

15 - UNE UTILISATION ENCORE RESTREINTE DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS DANS L' AISNE.....40

15.1. Des constructions encore rares.....	40
15.2. Des freins à soulever.....	41
15.3. Des démarches émergentes.....	42
15.3.1 - Une connaissance de plus en plus fine.....	42
15.3.2 - Des démarches régionales.....	42
15.3.3 - La volonté départementale de faire de l'Aisne un territoire démonstrateur d'une éco filière à usage bâtementaire.....	43

Alors que la réforme de la politique agricole commune se profile, l'agriculture axonnaise, majoritairement présente sur le territoire, doit chercher à se diversifier. A l'image de départements comme l'Aube et son investissement dans la production de matériaux issus de la culture du chanvre, la structuration d'une filière bio sourcés pour le secteur du bâtiment constitue une forte potentialité de développement à partir des matières premières disponibles que sont le bois, la paille, le colza, le chanvre, etc.

Les besoins identifiés dans le domaine du logement, aussi bien en terme d'offres nouvelles au sud que de réhabilitations au nord, traduisent par ailleurs l'existence d'un marché et de débouchés réels. Le développement de cette filière pourra en outre favoriser la formation et le recrutement dans le secteur du BTP dans un contexte local de dépression économique forte.

Les ingrédients sont donc réunis pour faire de l'Aisne, à terme, un véritable territoire démonstrateur d'une éco filière à usage bâtementaire. C'est la raison pour laquelle le Préfet de l'Aisne et Philippe Vasseur, commissaire spécial à la revitalisation et réindustrialisation des Hauts de France, ont officiellement prononcé le lancement des travaux visant à développer une filière d'éco-rénovation et d'éco-construction dans l'Aisne le 29 juin dernier.

Dans ce cadre les services de la Direction Départementale des Territoires (DDT) ont décidé de réaliser une note de cadrage général sur les matériaux biosourcés utilisés dans le secteur bâtementaire, destinée à dresser un rapide panorama des matériaux biosourcés existants et à procéder à un rapide état des lieux de leur utilisation dans l'Aisne à partir de différents entretiens réalisés avec les acteurs locaux concernés.

Cette note s'appuie principalement sur des documents élaborés par les différents partenaires concernés dans le développement des filières de matériaux biosourcés(Nord Picardie Bois, le réseau français de la construction paille, CODEM, CD2E, CAUE, ADEME, FFB, DREAL, CEREMA...).

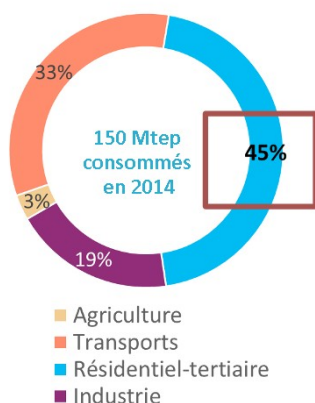
1 - Un contexte de plus en plus favorable à l'utilisation des matériaux biosourcés


Le secteur du bâtiment est au cœur des enjeux du développement durable. A ce titre, la filière des matériaux biosourcés a été identifiée par le ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer comme l'une des filières vertes ayant un potentiel de développement économique élevé pour l'avenir, notamment en raison de son rôle pour diminuer notre consommation de matières premières d'origine fossile, limiter les émissions de gaz à effet de serre (EGES) et créer de nouvelles filières économiques.

De ce fait, le contexte juridique et réglementaire est de plus en plus favorable à l'utilisation des matériaux biosourcés.

1.1. Le bâtiment : une part importante des impacts

Consommation d'énergie finale par secteur :



 **45% des consommations énergétiques**

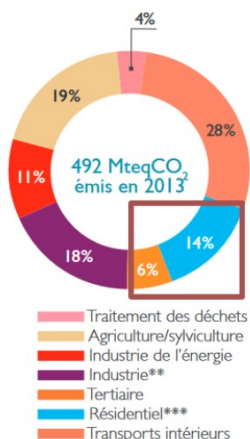



Le secteur du bâtiment représente 45 % des consommations énergétiques.

<https://reseauactionclimat.org/planetman/>

Source : Chiffres-clés climat, air et énergie, Ademe, 2015

Évolution des émissions totales de GES par secteur :



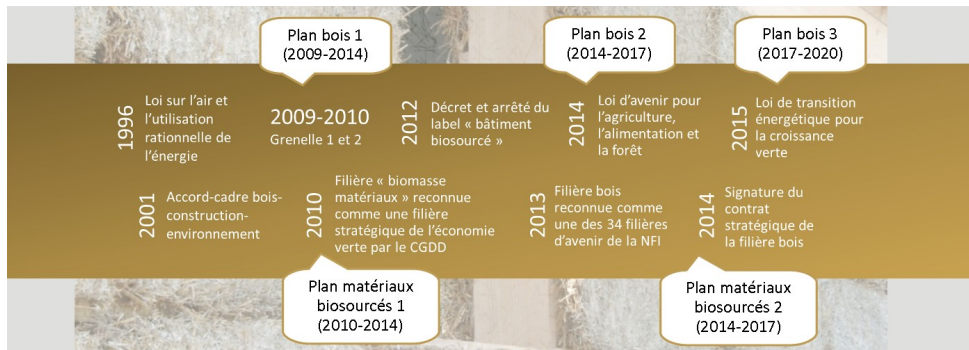
 **20 % des gaz à effet de serre** (secteur résidentiel-tertiaire)

 **17% des prélèvements en eau potable**

 **15% des 253 millions de tonnes de déchets** générés par an par le BTP

Sources : Chiffres-clés climat, air et énergie, Ademe, 2015 ; eaufrance.fr ; SOeS

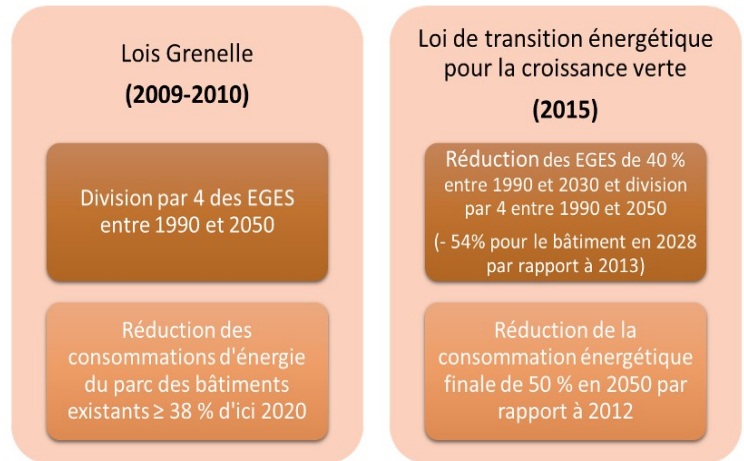
1.2. Un contexte réglementaire qui évolue favorablement



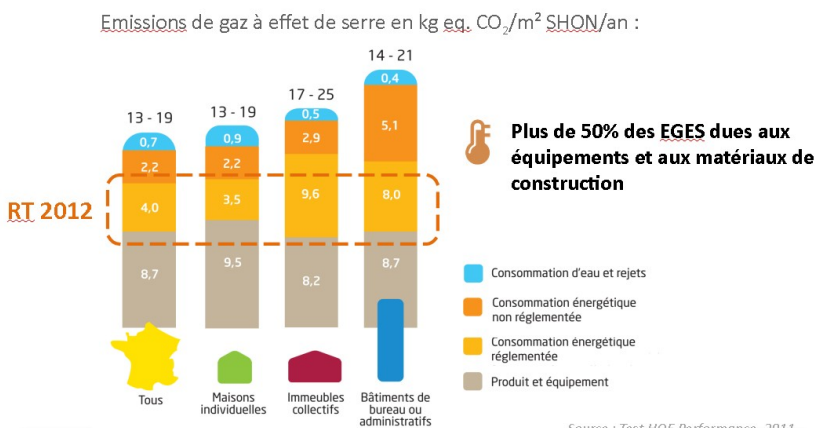
1.2.1 - Des objectifs de réduction des GES ambitieux

La loi grenelle (2009 – 2010) avait pour objectif de diviser par 4 les EGES entre 1990 et 2050, et de réduire les consommations d'énergie du parc des bâtiments existants > ou = de 38 % d'ici 2020.

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (2015) a pour objectif de réduire les EGES de 40 % entre 1990 et 2050 (-54 % pour le bâtiment en 2028 par rapport à 2013), et de réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à 2012.



A l'horizon 2019 une nouvelle réglementation sera basée sur :



- indicateur RT2012
- 1 bilan Bâtiment à Énergie POSitive (BEPOS) - consommation d'énergie primaire non renouvelable - quantité d'énergie photovoltaïque exportée
- 1 indicateur « émission de gaz à effet de serre » (sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment)

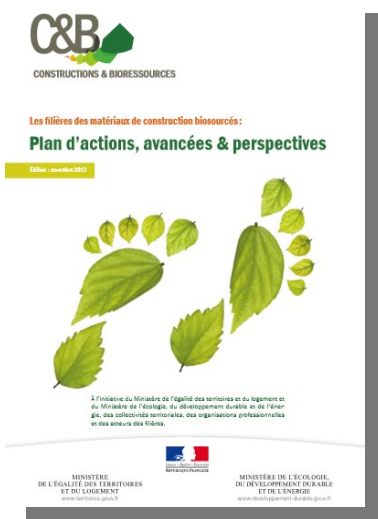
1.2.2 - Des principes forts édictés par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte

La loi N°2015-992 du 17/08/2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte exprime les principes suivants :

- exemplarité énergétique et environnementale des bâtiments de l'État (« toutes les nouvelles constructions sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, de ses établissements publics ou des collectivités territoriales font preuve d'exemplarité énergétique et environnementale et sont, chaque fois que possible, à énergie positive et à haute performance environnementale »).
- bonus de constructibilité pour les bâtiments exemplaires (« dans les zones urbaines ou à urbaniser, le règlement peut autoriser un dépassement des règles relatives au gabarit résultant du plan local d'urbanisme ou du document d'urbanisme en tenant lieu dans la limite de 30 % et dans le respect des autres règles établies par le document, pour les constructions faisant preuve d'exemplarité énergétique ou environnementale ou qui sont à énergie positive.. »).
- l'utilisation des matériaux biosourcés concourt significativement au stockage de carbone atmosphérique et à la préservation des ressources naturelles. Elle est encouragée par les pouvoirs publics lors de la construction ou de la rénovation des bâtiments
- la commande publique tient compte notamment de la performance environnementale des produits, en particulier de leur caractère biosourcé.

1.2.3 - Les plans d'actions nationaux mis en place pour promouvoir l'utilisation des matériaux biosourcés

- **les plans filière bois** : un contrat stratégique a été signé en décembre 2014 et en février 2016 pour la filière bois. Ces contrats traduisent l'engagement de l'État, des régions et des professionnels à valoriser la ressource forestière française, le développement industriel et la création d'emplois.
- **les plans matériaux biosourcés** :
 - plan 1 (2010-2014) – hors bois d'œuvre



Economie

- Augmentation des besoins en matériaux de construction de plus de 50% d'ici 2050
- 6 à 8% du marché de l'isolation rapportée
- Croissance à 2 chiffres pour certains produits
- Investissements > 200 M€ sur les 5 dernières années
- Des produits concurrentiels

(hors bois d'œuvre)

Société

- Création de plus de 4000 emplois directs et indirects sur les 6 dernières années
- Créations d'emplois et de valeur ajoutée
- Nouveaux débouchés pour l'agriculture et la sylviculture, plus de 100 000 t utilisées/an
- Moindre pollution de l'air intérieur des bâtiments

Environnement

- Non-concurrence avec les usages alimentaires
- Matériaux renouvelables
- Stockage de carbone atmosphérique
- Faibles besoins en énergie grise pour certains procédés

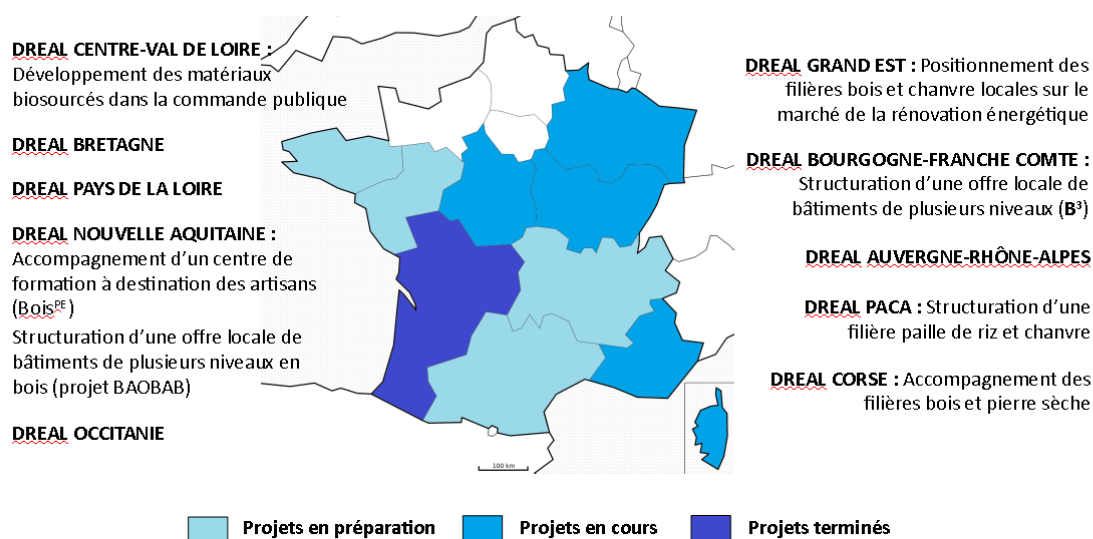
www.developpement-durable.gouv.fr/Produits-de-construction-et.html

- o plan 2 (2014-2017) – 5 enjeux



www.developpement-durable.gouv.fr/Produits-de-construction-et.html

- **la territorialisation de la filière verte : le réseau inter-DREAL** : la circulaire du 31 décembre 2012 relative à la territorialisation de la démarche filière verte dans le champ de la qualité de la construction a pour objectif d'identifier et d'accompagner des projets économiques locaux remarquables, concourant au développement des filières par la création de valeur ajoutée et d'emplois. Il en ressort : un positionnement des DREAL sur une thématique nouvelle et transversale ; une obilisation d'une grande diversité d'acteurs institutionnels et économiques et la ise en place d'un réseau inter-DREAL « filières vertes »



- **les ambassadeurs de la construction biosourcée** : Il s'agit au départ d'une démarche expérimentale mise en place par la DREAL Centre dans le cadre de la circulaire « filières vertes » pour sensibiliser, rassurer et convaincre les MOA publics. Elle s'est ensuite traduite par la mise en place d'une formation « ambassadeurs des matériaux biosourcés » de 2 sessions à Tours en 2015 et 2016 à destination d'un public varié (DREAL, DDT, EIE, PNR, CAUE, etc). Ce modèle a enfin été déployé dans toute la France (8 sessions organisés, plus de 100 ambassadeurs formés, dispositif reconduit en 2017). La première rencontre du réseau des ambassadeurs des matériaux biosourcés de la région grand Est a ainsi eu lieu au CVRH de Nancy le 25 janvier dernier.

1.3. L'intégration des matériaux biosourcés dans les marchés publics

Pour promouvoir l'intégration des matériaux biosourcés dans les marchés publics, le décret n°2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics prévoit les mesures d'application de l'ordonnance n°2015-899 du 23 juillet 2015 qui impose la prise en compte des objectifs de développement durable dans leurs dimensions économiques, sociale et environnementale (art30). Il précise notamment :

- articles 62 et 63 du décret 2016-360
 - l'attribution du marché peut notamment reposer sur des critères tenant à la valeur technique, aux performances en matière de protection de l'environnement, au caractère innovant, aux coûts tout au long du cycle de vie.
 - pour chaque critère, l'adjudicataire peut s'attacher, en choisissant des sous-critères, à distinguer les offres innovantes en ce qu'elles apportent un gain mesurable ou identifiable en matière de performance, de « coûts tout au long de la vie », d'efficacité, de réduction des délais, etc.
 - les critères doivent systématiquement demeurer liés à l'objet du marché.
- article 10 du décret 2016-360
 - l'acheteur peut exiger un label dans les critères d'attribution, les spécifications techniques et les conditions d'exécutions du marché public.

De la même manière, il est possible de **favoriser une filière locale de production de matériaux biosourcés** et ce alors, qu'en principe, le droit de la commande publique ne permet pas de retenir des critères de choix liés à l'origine ou l'implantation géographique des candidats au marché puisque :

- c'est contraire au principe constitutionnel d'égalité et passible de poursuites pénales en application de l'article 432-14 du code pénal.
- c'est interdit au niveau européen au nom du principe de « non-discrimination » en raison de la nationalité, qui est à l'origine de la construction Européenne.

L'article 7 du décret 2016-360 énonce en effet que «les spécifications techniques ne peuvent pas faire mention d'un code ou procédé de fabrication particulier ou d'une provenance ou origine déterminée, ni faire référence à une marque, à un brevet ou à un type ; dès lors qu'une telle mention ou référence aurait pour effet de favoriser ou d'éliminer certains opérateurs économiques ou certains produits ».

Néanmoins, « une telle mention ou référence est possible si elle est justifiée par l'objet du marché ou, à titre exceptionnel, dans le cas où une description suffisamment précise et intelligible de l'objet du marché n'est pas possible sans elle et à la condition qu'elle soit accompagnée des termes : « ou équivalent ».

La préférence locale n'est donc admissible que lorsqu'elle est une condition nécessaire à la bonne exécution du marché, comme par exemple la nécessité d'une intervention rapide du prestataire.

L'article 62 du décret N°2016-360 prévoit, s'agissant des critères du choix de l'offre, que le pouvoir adjudicateur peut se fonder notamment sur les performances en matière de développement des approvisionnements directs de produits de l'agriculture.

La notion de circuits courts est abordée à travers le nombre de relations entre producteurs et vendeurs et non un critère géographique. En d'autres termes, ce qui est pris en compte est le nombre d'intermédiaires et non la distance entre le producteur et le consommateur.

Circuit court ne veut donc pas dire circuit local. La localisation du producteur ne peut donc pas constituer un critère d'attribution du marché. Néanmoins, les produits et fournisseurs locaux seront forcément avantagés par rapport aux fournisseurs et produits venus d'ailleurs.

Synthèse pour favoriser l'utilisation de matériaux biosourcés dans les marchés publics				
<i>Pour orienter vers l'intégration des matériaux biosourcés</i>	<i>Pour favoriser certains types de matériaux biosourcés</i>	<i>Pour favoriser les PME et TPE innovantes</i>	<i>Pour favoriser une filière locale</i>	<i>Pour garantir la performance énergétique</i>
<ul style="list-style-type: none"> Eco-labels Critères et sous critères environnementaux (coût du cycle de vie / analyse du cycle de vie) Clauses d'exécution 	<ul style="list-style-type: none"> Fixer les spécifications techniques en référence à des normes ou labels et/ou des objectifs en termes de performance Multiplier la référence aux biosourcés dans les dossiers de consultation des entreprises (ou équivalent) 	<ul style="list-style-type: none"> Allotir les marchés Autoriser les variantes 	<ul style="list-style-type: none"> Si l'objet du marché le justifie, définir des procédés de fabrication particuliers et exigences techniques correspondant aux matériaux locaux visés Définir des critères de choix de l'offre favorisant les circuits courts (analyse du cycle de vie) 	<ul style="list-style-type: none"> En amont du marché, contracter une Assistance à Maîtrise d'Ouvrage Développement Durable (AMO DD) En aval du marché, garantie des constructeurs et fabricants d'EPERS.



La Direction Générale des Entreprises a, à ce titre, publié en novembre 2016 l'étude suivante : « étude sur les potentiels de marché des produits biosourcés dans la commande publique » qui permet de :

- recenser et caractériser les produits biosourcés disponibles sur les marchés et capables de répondre à la demande des marchés publics
- déterminer selon quelles modalités le caractère « biosourcé » d'un produit peut être pris en compte dans le cadre d'un appel d'offre.



1.4. L'émergence et la structuration des filières

1.4.1 - La filière bois

Il s'agit d'un rassemblement de professionnels du bois autour d'objectifs communs et transversaux :

- le développement économique des entreprises
- la valorisation du bois sur les marchés
- la promotion de la filière, des métiers et des formations
- la sécurisation des approvisionnements des entreprises

En région Haut de France la filière bois est représenté par Nord Picardie



Bois -Bois (www.bois-et-vous.fr/nord-Picardie-bois).

Le contrat de filière bois qui a été signé en Hauts-de-France est un document de référence attestant d'une forte volonté régionale de structurer et de développer la filière forêt bois.

Les signataires du contrat se sont fixés comme objectif de soutenir le développement durable de la filière forêt bois, avec comme objectif à 2050 un modèle de développement basé sur les circuits courts et les filières régionales, notamment grâce à la présence sur le territoire régional d'activités de transformation. La valeur ajoutée générée par ce modèle permettra de prendre en charge de façon optimale et solidaire entre l'amont et l'aval de la filière les dimensions environnementales et sociales dans un modèle économique équilibré.

Le développement des circuits courts et des filières régionales est basé sur la transformation et la satisfaction des besoins régionaux en bois d'essence régionale issus de la filière régionale. Cela est corrélé à l'augmentation significative de l'utilisation des essences de bois régionales dans la construction de qualité, fixé comme débouché prioritaire au Contrat de Filière. Ainsi, les actions issues du contrat concernant la dynamisation de la gestion, la mobilisation des bois et la consolidation des filières courtes et les locales pour le bois énergie sont des actions qui découlent de l'utilisation prioritaire des bois en bois d'oeuvre et à terme, transformés en région. Concernant la partie bois énergie de la filière, y compris le bois bûche, il faut veiller à l'adéquation des équipements de production de chaleurs existants avec la ressource disponible.

L'ensemble de ces objectifs passe par le développement tant économique (création de valeur ajoutée, développement d'entreprises, recherche, innovation, transfert de technologies...), qu'environnemental (développement de la biodiversité, gestion durable des forêts, éco-matériaux, bois énergie...) et social (création d'emplois, développement des compétences, amélioration du cadre de vie...). Ce développement implique l'engagement et la participation des entreprises, des salariés et des acteurs territoriaux, des associations ainsi que de la Région Hauts de France.

Afin de contribuer aux objectifs, la stratégie repose sur l'approche concomitante du développement de la demande et de la structuration et de la qualification de l'offre.

Le périmètre retenu dans le Contrat de Filière recouvre l'ensemble des entreprises et acteurs de la filière, qui ont une activité liée à la forêt et/ou au bois et qui ont leur siège social en Région Hauts de France, sans exclure des acteurs extra-régionaux dès lors que la logique des circuits courts est respectée et dans le cadre des accords partenariaux.

Les axes thématiques du Contrat de Filière ont été définis entre les professionnels, les organisations professionnelles du secteur forêt-bois, Nord Picardie Bois, les territoires et la Région Hauts-de-France. Présentés ci-après, ces axes sont repris, transcrits et développés dans les plans d'action des différents acteurs de la filière et des territoires associés :

- Axe 1 : mieux connaître la filière et maîtriser l'utilisation de la ressource mobilisable à l'échelle du territoire, dans le respect de la biodiversité ordinaire et patrimoniale et du développement durable de filières courtes.
- Axe 2 : développer l'utilisation des essences de bois régionales issues de la filière forêt bois régionale dans la construction de qualité et structurer la filière bois énergie en circuit court et en filière locale.
- Axe 3 : améliorer la durabilité de la gestion forestière, la disponibilité en bois local et la qualité de l'exploitation des bois aujourd'hui et demain ainsi que la préservation et le développement de la biodiversité ordinaire et patrimoniale.
- Axe 4 : développer des solutions techniques et technologiques innovantes et fiables.
- Axe 5 : favoriser l'évolution des emplois, des métiers et le développement des compétences.

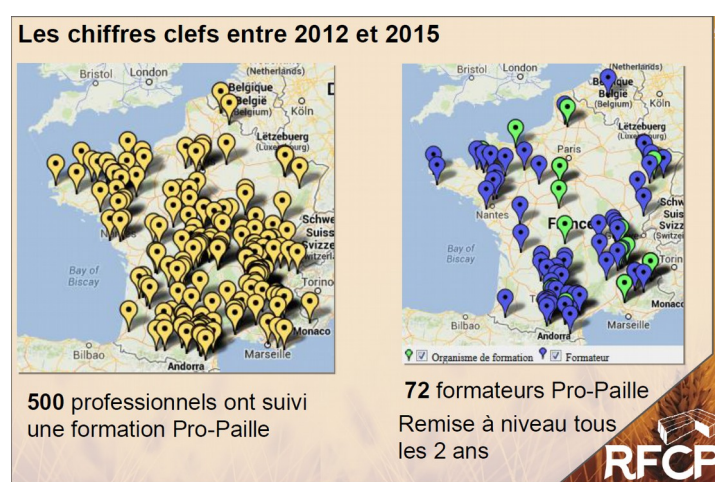
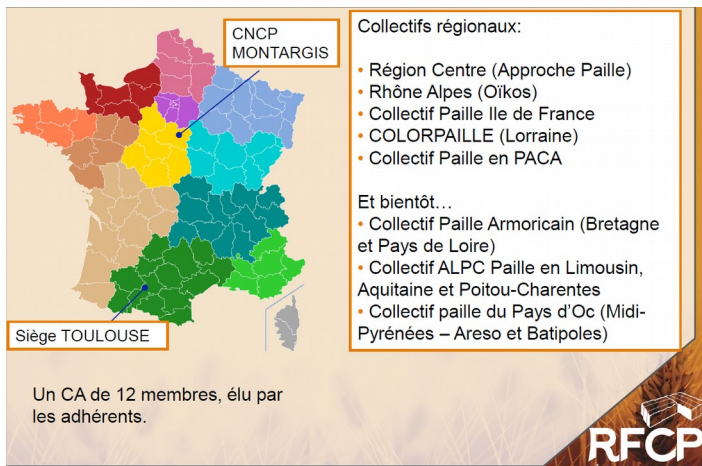
1.4.2 - La filière paille

Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) a été créé en 2006, et a comme mission de promouvoir l'innovation technique, la formation et le développement de la filière.

En 2011, les règles professionnelles ont été validées.

En 2013, le Centre National de la Construction Paille (CNCP) a été créé.





En région Haut de France, le RFCP a désigné le pôle d'excellence des éco-activités Nord Pas de Calais (CD2E pour Création Développement des Eco Entreprises) comme correspondant sur la filière paille sur la région.

Bien que la région Haut de France ne soit pas "fer de lance" sur cette technique, elle possède des entreprises, architectes, bureau d'étude et artisans capables de démontrer de l'efficacité de cette solution écologique et renouvelable.

Le réseau est consultable sur www.cd2e.com

1.4.3 - La filière Chanvre

La filière chanvre est en cours de régionalisation, elle a pour but :

- de développer la construction chanvre par un travail plus proche des territoires et de leurs acteurs.
- de créer des synergies entre les territoires dans un but de développement de la filière construction chanvre.

Il y a trois régions pilotes sur le territoire : Bretagne, Ile de France et Grand Est.

Chaque région Construire en Chanvre adhère à une charte et à un règlement avec le national.

Le but de Construire en Chanvre et de ses délégations régionales est de favoriser la construction en chanvre par une harmonisation des pratiques, une sécurisation de l'acte de construire, un travail éthique et responsable.

2 - Les biomatériaux : définition et utilisations

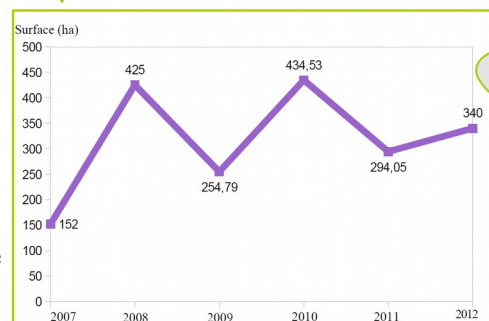
La matière biosourcée est définie par le décret 2012-518 du 19 décembre 2012 comme une matière issue de la biomasse végétale ou animale pouvant être utilisée comme matière première dans des produits de construction et de décoration, de mobilier fixe et comme matériau de construction dans un bâtiment.

2.1. Des produits variés mais encore peu utilisés

Hormis le bois, les principaux produits biosourcés sont : la ouate de cellulose, le chanvre, le lin, la paille (de blé), la laine de mouton, les plumes de canard, les textiles recyclés (coton).

Leur utilisation est encore peu développée dans le secteur du bâtiment. Les matériaux bio sourcés trouvent pour l'instant

La production de chanvre en Lorraine ...



340 ha de chanvre exploités en 2012 par une trentaine d'agriculteurs.

La production de chanvre lorrain est concentrée sur les 2 départements de Meurthe-et-Moselle et Moselle

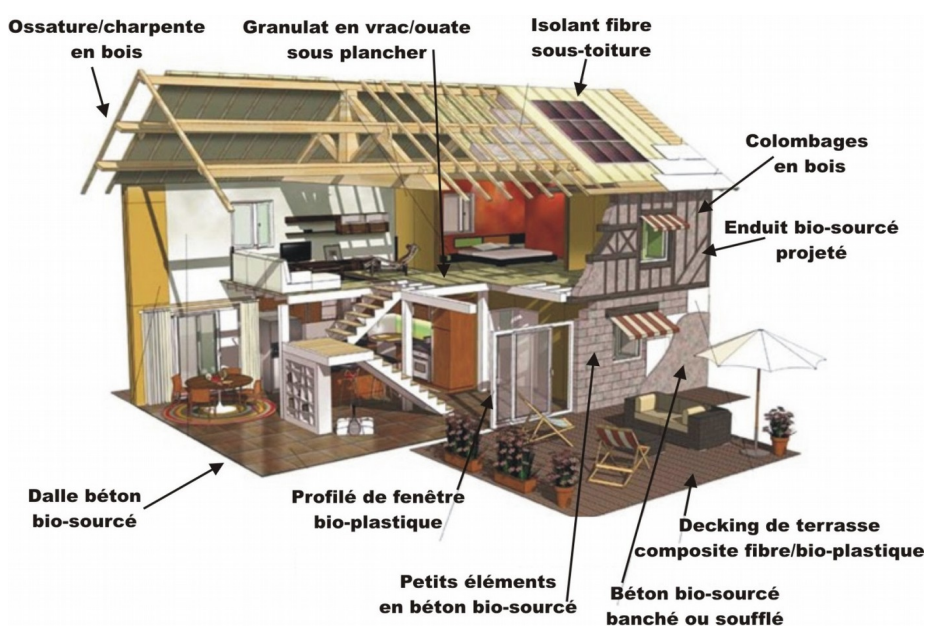
leur application majoritairement dans le domaine de l'isolation thermique et acoustique et, pour le chanvre, dans la formulation de bétons (légers).

Les isolants biosourcés représentent ainsi environ 5 % du marché de l'isolation (les isolants en fibre de bois assurant la moitié de cette part).

Les produits biosourcés ont plusieurs intérêts : renouvelabilité, stockage de CO₂, transformation et fabrication nécessitant peu d'énergie (contenu énergétique ou « énergie grise » faible), potentiel de production locale (régionale ou nationale) limitant les distances de transport, maintien ou création d'emplois locaux et ruraux.

2.2. Les différentes utilisations des matériaux biosourcés dans la construction

2.2.1 - L'ensemble des utilisations



2.2.2 - L'utilisation en plancher bas

*exemple de dalle chaux chanvre :
mortier chaux-chanvre avant mise en œuvre sur hérisson*



2.2.3 - L'utilisation en isolants sous toiture, sous plancher, sur paroi

Exemple d'isolation en laine et fibre de bois



Exemple d'isolation en plumes de canard



2.2.4 - L'utilisation en parois verticales



Exemple de paroi terre paille



Isolation en pisé

2.2.5 - L'utilisation en enduit



Exemple d'enduit en terre

2.3. Des règles à respecter

Les produits biosourcés doivent respecter les exigences de performances techniques (mécaniques, thermiques, acoustiques, comportement au feu...) et de durabilité correspondant aux applications et usages revendiqués.

Ces produits font l'objet d'un avis technique (délivré par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)), d'une certification Acermi, d'un agrément technique européen ou encore de règles pour leur mise en œuvre (Document Technique Unifié (DTU) ou règles professionnelles). Ces documents sont indispensables pour obtenir une assurabilité

des constructions dans lesquelles ils sont utilisés. Concernant les plus récents, il faut noter les règles professionnelles pour la construction en paille et la mise en œuvre des bétons de chanvre (sols, murs et toitures), validées et publiées respectivement en octobre 2011 et juillet 2012 par la Commission prévention produits (C2P) de l'Agence qualité construction(AQC).

2.4. Des impacts à considérer

Sur le plan environnemental, les matériaux biosourcés sont considérés comme naturels ou comme des écomatériaux qui seraient bons pour l'homme et sa santé. Mais, comme pour tout produit de construction, ils sont constitués de matériaux transformés ayant subi un processus de fabrication et de mise en œuvre. Ils contiennent des produits connexes et des additifs dans des proportions variables, qui servent à améliorer leurs performances, assurer leur pérennité ou faciliter leur mise en œuvre : liants (polyesters) pour leur cohésion et leur durabilité, retardateurs de feu, pesticides (insecticides et fongicides).

Enfin, les produits biosourcés génèrent eux aussi des impacts environnementaux sur l'ensemble de leur cycle de vie (émission de CO₂, pollution de l'eau et de l'air, épuisement des ressources, production de déchet...), notamment lors de la phase de fabrication.

Ces impacts peuvent être présentés sous formes de fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES), regroupés au sein de la base INIES (www.inies.fr). Hormis les produits bois (plus de 30FDES), s'y trouvent quelques produits biosourcés.

2.5. Le label « bâtiment biosourcé »

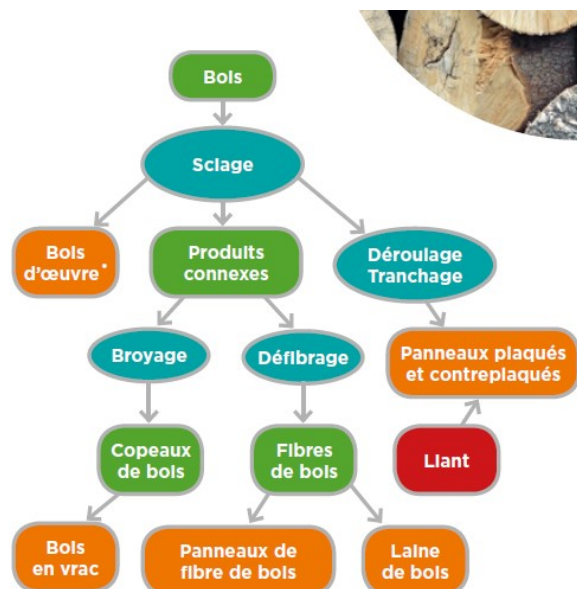
Afin de valoriser l'utilisation des produits biosourcés, un décret instaurant un label « bâtiment biosourcé » a été publié en avril 2012. L'arrêté du 19 décembre 2012 précise le contenu et les conditions d'attribution de celui-ci. Il prévoit différents niveaux correspondant à des taux d'incorporation de matière biosourcée en fonction du type de bâtiment (maison individuelles, logements collectifs, bureaux, etc.)

3 - Le bois

La France est la première puissance européenne en matière de volume de bois sur pied (forêts de résineux et de feuillus), mais elle est pratiquement la dernière en termes de consommation de bois par habitant.

Pourtant, le bois, matériau renouvelable par excellence, dispose d'avantages environnementaux incontestables.

Le bois est depuis très longtemps utilisé dans la construction. Il permet la création de produits de construction comme les structures porteuses, le bardage, les menuiseries, les panneaux de bois, la laine de bois ou encore le bois en vrac.



3.1. La laine de bois et les panneaux de fibres de bois

La laine de bois et les panneaux en fibre de bois sont fabriqués grâce au défibrage du bois.

Les domaines d'application sont les suivants :

- isolation des murs par l'intérieur et l'extérieur
- isolation des combles perdus
- isolation des rampants de toitures

3.2. Le bois en vrac

Les domaines d'application sont les suivants :

- Isolation des murs (caissons)
- Isolations des combles perdus

3.3. Les avantages et inconvénients de l'utilisation du bois

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes performances thermiques et acoustiques • Contribution au confort d'été • Matériau renouvelable • Laine de bois utilisable pour certaines techniques d'isolation par l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> • Laine de bois et bois en vrac peuvent nécessiter un traitement chimique contre les moisissures ou les attaques d'insectes

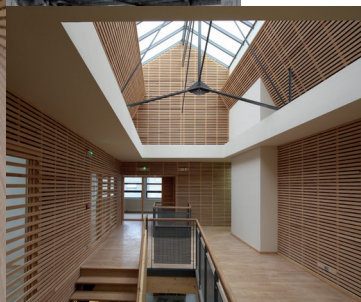
Quelques exemples

Restructuration de la cité Universitaire de Boudonville

MO: CROUS de Lorraine

Architecte: BARTHELEMY – GRINO Paris

Ent. SOCOPA



Réhabilitation d'anciens ateliers à Brive-la-Gaillarde (19)

Maître d'ouvrage : Mutualité Française Corrèze (19)

Maître d'œuvre : Atelier architecture Simon

Teyssou (15)

Entreprise bois : Sarl Bouysse Menuiserie (15)

BE Structure : Betec (19) & 3b Bernard Battu (82)

4 - La ouate de cellulose

Présente dans les pays d'Amérique du nord et nord-européens depuis les années 1920, la ouate de cellulose est fabriquée de manière industrielle depuis environ 20 ans dans les pays comme l'Allemagne ou les pays scandinaves.

Elle est constituée de papier recyclé (journaux et magazines) reconditionné sous la forme d'un isolant léger très performant.

Elle permet la création de produits de construction comme des panneaux semi-rigides ou peut être utilisée directement en vrac.

La ouate de cellulose pour la construction est fabriquée en usine. En France, il existe plusieurs fabricants de produits de construction à base de ouate de cellulose.

A ce jour, seulement 50 % des déchets de journaux sont recyclés. la filière pourrait donc encore se développer.



4.1. Le panneau de ouate de cellulose

La ouate de cellulose peut être conditionnée sous forme de panneaux.

Les domaines d'application sont les suivants :

- isolation des murs
- isolation des combles perdus



4.2. La ouate de cellulose en vrac

La ouate de cellulose en vrac peut être appliquée en voie sèche ou en voie humide.

Les domaines d'application sont les suivants :

- soufflage à sec en combles perdus
- insufflation à sec dans des caissons (murs, planchers)
- Projection humide sur les murs
- Flochage (humide) en sous – face de planchers.



Il existe des fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) pour certaines ouates de cellulose en vrac.

Il existe des avis techniques concernant le soufflage de ouate de cellulose pour les planchers de combles disponibles sur le site [http:// evaluation.cstb.fr](http://evaluation.cstb.fr)



4.3. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la ouate de cellulose

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> Bonne régulation de l'humidité (peut absorber jusqu'à 15 % de son poids en eau) Bonnes performances thermiques et acoustiques Contribution au confort d'été Provient de produits recyclés Nécessite peu d'énergie lors de sa production 	<ul style="list-style-type: none"> Produit non résistant au feu naturellement, doit être traité chimiquement Obligation du port d'un masque lors de la mise en place (poussières) Peut dégager des odeurs et émettre des formaldéhydes dus aux résidus d'encre (en fonction de la qualité de la ouate)

5 - Le chanvre

Le chanvre est une plante ligneuse très rustique, composée de trois parties :

- le chènevis (la graine)
- la fibre
- la chènevotte (le bois de la tige).

Pour le bâtiment, seules la fibre et la chènevotte sont utilisées.

Le chanvre peut être cultivé en bio ou pas.

La paille de chanvre est conditionnée soit en round baller soit en ballots rectangulaires pour répondre aux aléas de transport et au type d'outillage employé pour sa transformation



5.1. La fabrication et l'approvisionnement du chanvre



Les ballots de paille sont défaits mécaniquement et broyés. Il en sort un mélange de fibres, de chènevotte et de poudre (poussière).

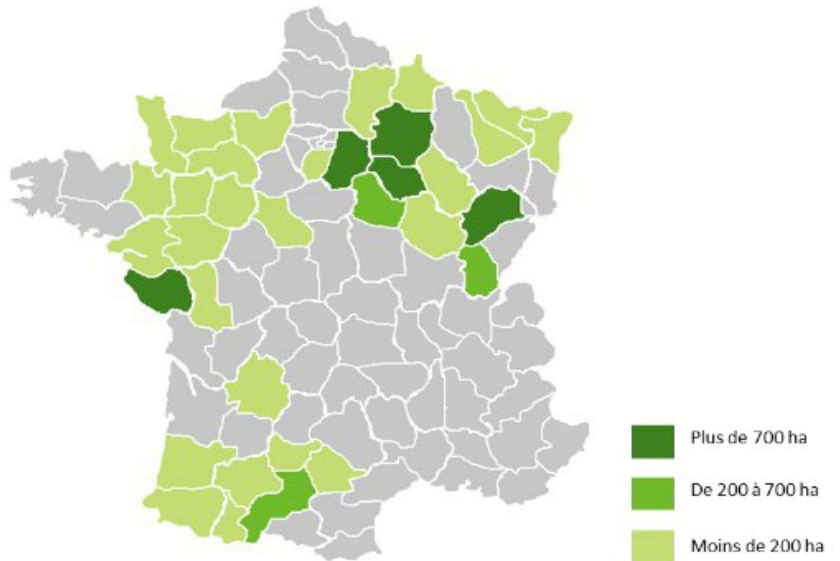
On obtient ainsi plusieurs produits :

- chanvre broyé : pour les mortiers et les bétons de gros œuvre.
- chanvre calibré fin : pour les enduits.
- chènevotte pure : pour les bétons, mortiers et enduits.
- la laine en vrac : pour l'isolation



5.2. La culture du chanvre (2013)

15 000 ha de chanvre cultivé ont été recensés en 2013.



5.3. Les diversités d'utilisation du chanvre

5.3.1 - Les solutions de construction en laine de chanvre

La laine de chanvre, issue de la fibre de plante, se trouve sous différentes formes : laine souple, panneaux semi-rigide ou en vrac.

Il n'existe pas de DTU isolation décrivant les règles de l'art de pose, référence en cas de litige. Mais des DTU précisent la conception et les conditions de mise en œuvre en fonction des types de mur et des risques liés à la condensation (nécessité de pare-vapeur)

Les domaines d'application sont :

- isolation des murs
- isolation des combles perdus
- isolation des rampants de toiture



5.3.2 - Les solutions de construction en béton chanvre

Le béton de chanvre est un béton obtenu par mélange d'un granulats léger, le bois de chanvre, la chènevotte et de liants naturels de type chaux. Il est utilisé tant pour élever des murs ou des cloisons que pour réaliser des dalles destinées à être carrelées ou revêtues de parquet en bois.

Ce béton léger est un très bon isolant thermique. Ce sont les micro-porosités de la chènevotte elle-même plus les vides restants entre les granulats qui, en emprisonnant une importante quantité d'air, font de ce béton un très bon isolant thermique.

Ce béton est aussi très apprécié pour son comportement en présence d'humidité ou de vapeur d'eau. Comme le bois, il laisse passer l'humidité sous forme de vapeur tout en pouvant stocker un surplus temporaire puis le restituer plus tard. Le béton de chanvre est un matériau dit « perspirant ». Cette caractéristique est indispensable pour l'isolation de bâtiments anciens.

Le chanvre permet de faire des bétons pour la dalle d'une maison ou pour une chape allégée sur les planchers d'étages, des mortiers pour du bois cordés, des enduits isolants, du béton banché aussi bien pour le remplissage d'une ossature bois qu'une isolation en sous toiture. Les panneaux de laines permettent par exemple d'isoler les ossatures, les cloisons et les rampants en sous toiture.

Les règles professionnelles de la construction en chanvre s'appliquent au béton de chanvre pour les applications suivantes : murs, isolation de sol, enduit, isolation de toiture. Elles sont disponibles sur www.construire-en-chanvre.fr

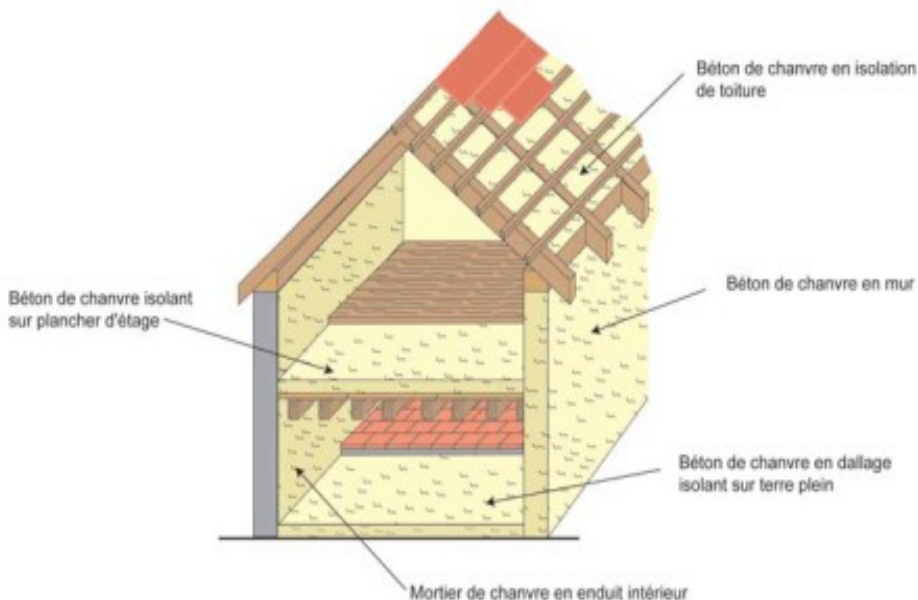
Des avis techniques pour certains fabricants de panneaux et rouleaux à base de fibres de chanvre sont disponibles sur le site <http://evaluation.cstb.fr>

Il existe également des fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) pour certaines laines de chanvre.

En pratique, le béton de chanvre se décline sous plusieurs formes. Il peut être béton projeté, béton banché, sous forme d'enduit ou de blocs préfabriqués.

- **Le béton de chanvre banché ou projeté**

Il peut être utilisé pour des dalles, des murs ou en toiture. Il est fabriqué sur le chantier. Les dosages en liant varient selon les utilisations et de ce fait, les caractéristiques thermiques varient aussi. Plus le béton de chanvre est léger (moins dosé en liant), plus il est isolant et plus il est lourd (plus dosé en liant) plus il sera solide. Le compromis en fonction des utilisations et de la technique de mise en œuvre (banché ou projeté) mène à des conductivités thermiques (λ) allant de 0,09 à 0,15W/mK.



béton projeté



béton banché

- **l'enduit chaux-chanvre**

Pour des raisons de mise en œuvre, il doit être fortement dosé en liant. Sa conductivité thermique est de l'ordre de 0,15W/mK



- **Les blocs de chanvre**

La fabrication se fait en atelier. La précision du dosage et du malaxage sont améliorés. Le séchage est limité au début pour ne pas perturber la prise des liants (hangars hors vents et hors soleil direct) puis accélérée ensuite par le stockage en extérieur. Ceci permet de réduire le dosage en liant. La conductivité thermique(λ) obtenue est de 0,07W/mK. Le produit est utilisé à sec sur le chantier. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le prix du béton de chanvre sous forme de blocs, n'est pas plus élevé que celui du béton de chanvre fait soit même.



5.4. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation du chanvre

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonne régulation de l'humidité • Bonnes performances thermiques et acoustiques • Contribution au confort d'été • Bonne stabilité au feu du béton de chanvre • Les constructions et rénovations en béton de chanvre sont facilement assurables, car couvertes par des règles professionnelles • La laine de chanvre est naturellement résistante aux insectes • Culture locale qui nécessite peu d'engrais et peu d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps de séchage du béton de chanvre projeté assez long • La laine de chanvre peut contenir des retardateurs de feu (produits chimiques)

6 - Le lin

Le lin est une filière qui se tourne principalement vers le textile (fibres) et l'équipement automobile (fibres et graines). Cependant une partie de la production de fibres est commercialisée sous formes d'isolants et les anas de lin sont utilisés sans des bétons.

C'est une filière importante, la France est le 1^{er} producteur mondial de lin, en terme de quantité mais aussi de qualité (68 000ha cultivés qui donnent 115 000T de lin, la Chine 2e mondial cultive 100 000ha pour une production de 23 000T).



7 - Le Colza

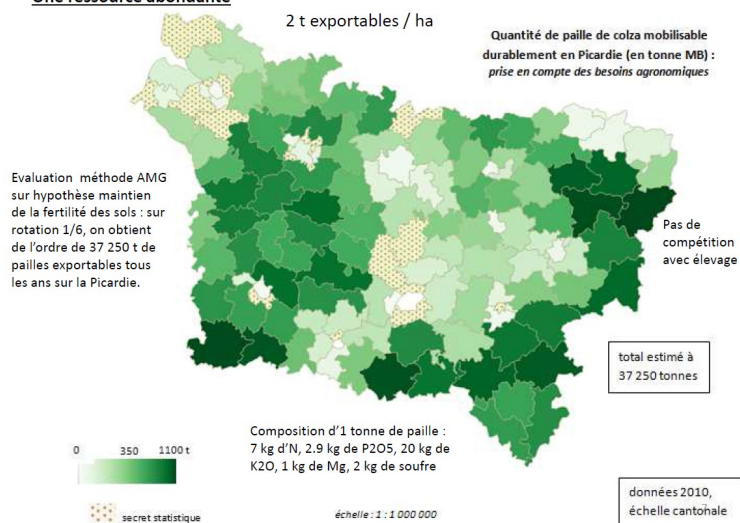
Avec 170 000 hectares en 2014, le colza est largement cultivé en Hauts de France, dont 52 300 ha dans le département de l'Aisne. La paille produite est principalement destinée à retourner au sol. Hormis dans les panneaux de particules, elle n'est actuellement pas valorisée dans le secteur de la construction faute de règle professionnelle.

Les propriétés du colza sont proches de celles du chanvre, il s'agit d'un matériau poreux, léger, hygroscopique et ouvert à la diffusion de vapeur d'eau.

Le colza peut être utilisé comme:

- Bois composite : réalisation de terrasses, bardages et clôtures.

Une ressource abondante



- Panneau de particules : réalisation de panneaux isolants, cloisons et plans de travail.
- Élément préfabriqué de béton : réalisation de panneaux de murs, blocs isolants porteur et non porteur.
- Béton de remplissage : réalisation de béton banché.
- Enduits chaux/colza.
- en vrac : isolation des planchers .

Il n'existe pas de règles professionnelles pour les bétons de colza, une ATEX (autorisation expérimentale) doit être réalisée pour l'utilisation de ce matériau dans la construction.

Trois études sont néanmoins en cours pour développer la filière colza dans la construction :

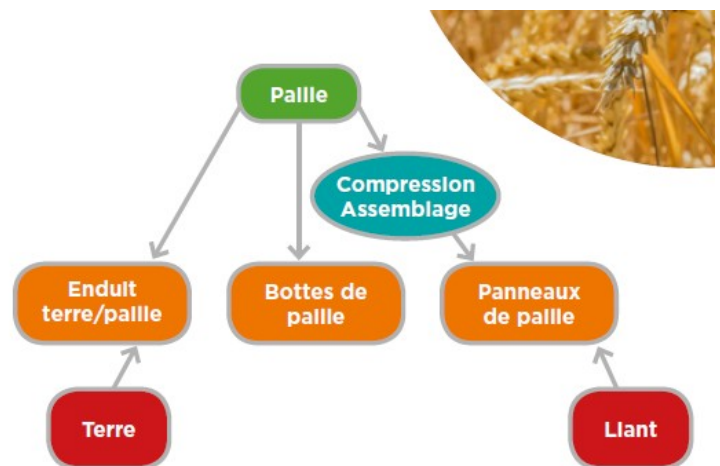
- Mise en place de règles professionnelles communes pour l'utilisation des bétons biosourcés (chanvre, lin, colza...)
- Projet Granupaille, valorisation de la paille de colza à destination du marché des matériaux – projet porté par COOPENERGIE.
- Projet BIP-Colza : développement d'éléments préfabriqués en béton de colza : bloc isolant de remplissage, bloc isolant porteur, panneau structurel isolant porteur.

8 - La paille

La paille, « déchet » de la culture céréalière, est un matériau de construction aux origines anciennes. Actuellement la plus vieille maison en paille de France est la « maison Feuillette » située à Montargis dont l'édification remonte à 1921.

Le matériau paille offre de bonnes qualités d'isolation thermique et acoustique, il est employé majoritairement sous formes de bottes.

La paille peut aussi être associée à la terre crue pour produire des briques.



8.1. Les diversités d'utilisation

8.1.1 - Les bottes de paille

Après fauchage, la paille est en général conditionnée sous forme de bottes. Celles-ci peuvent être utilisées telles quelles comme isolant dans une ossature bois.

Les domaines d'applications sont les suivants :

- remplissage des murs
- remplissage en toiture
- isolation thermique par l'extérieur





8.1.2 - L'enduit terre paille

La paille en vrac est mélangée à de la terre afin de créer un enduit.

Les domaines d'applications sont les suivants :

- revêtement de façade intérieur ou extérieur.

Des règles professionnelles de la construction paille sont applicables au remplissage isolant et aux enduits. Elles sont disponibles sur le site www.rfep.fr.

Des règles professionnelles sont en cours de rédaction pour l'isolation thermique par l'extérieur.

Il existe un avis technique (Atec) concernant un procédé d'isolation thermique des murs à ossature en bois par remplissage en blocs de paille, disponible sur le site <http://cstb.fr>

8.1.3 - Les panneaux de paille

Les panneaux de paille compressée sont obtenus grâce à un procédé de compression de la paille à chaud. Un revêtement en carton est ensuite collé sur les deux faces.

Les domaines d'applications sont les suivants (déconseillés en milieu trop humide):

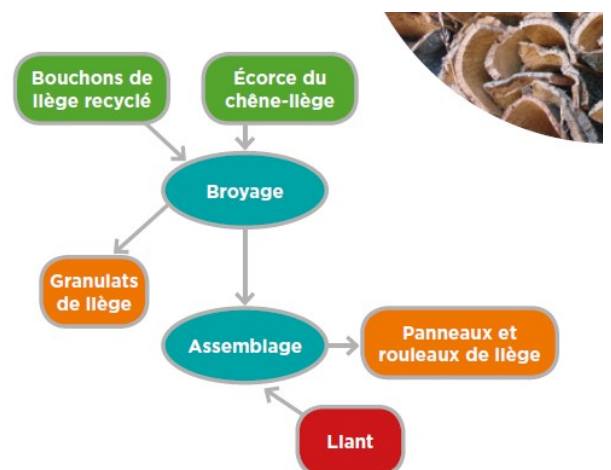
- cloisons intérieures
- isolation des murs par l'intérieur
- isolation des plafonds
- isolation des rampants de toiture

8.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la paille

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes performances thermiques et acoustiques • Très bonne contribution au confort d'été • Les constructions et rénovations en bottes de paille sont facilement assurables, car couvertes par des règles professionnelles • Ressource disponible en quantité et renouvelable • Ressource répartie uniformément sur le territoire français • Les bottes ne nécessitent aucune transformation, aucun traitement chimique et sont faciles à mettre en œuvre • Coût modéré 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les panneaux de paille compressée, les colles peuvent avoir une forte teneur en formaldéhydes • Pour le remplissage en bottes de paille, épaisseur importante des murs pour atteindre une bonne performance thermiques • Poids des bottes de pailles

9 - Le liège

La production de matériaux de construction à base de liège est réalisée principalement grâce au chêne-liège ou par le recyclage des bouchons. L'écorce de cet arbre permet la création de produits de construction comme les panneaux et rouleaux recyclés 100% liège



et les granulats.

La quasi-totalité des produits de liège pour la construction en France est importée.

9.1. Les diversités d'utilisation

• Rouleaux et panneaux de liège

Les panneaux et rouleaux de liège sont fabriqués à partir de l'écorce de chêne-liège ou de bouchons de liège.

Les domaines d'application sont les suivants :

- isolation des planchers
- isolation des murs par l'intérieur ou l'extérieur
- isolation des combles perdus
- isolation des rampants et toiture

Des certifications Acermi ont été délivrées pour certains panneaux de liège.

• Granulats

Les granulats de liège sont utilisés en remplissage de caissons ou mélangés à du béton afin d'obtenir une chape légère et isolante.

Les domaines d'application sont les suivants :

- remplissage : combles, murs...
- béton allégé : chape isolante

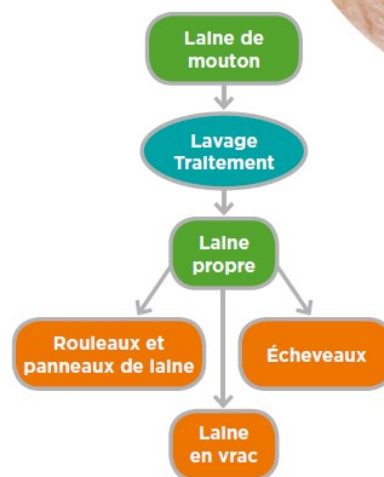
9.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation du liège

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Bonne performance thermique• Très bon isolant acoustiques• Très bonne contribution au confort d'été• Très résistant et imputrescible• Peut-être utilisé en soubassement et sous chape• Matériau biodégradable• Bon comportement au feu• Pas d'additifs pour l'agglomération des panneaux	<ul style="list-style-type: none">• Coût élevé• Le liège est généralement importé

10 - La laine de mouton

La laine de mouton utilisée pour les matériaux de construction est un sous-produit de la filière ovine. Il s'agit en général de laine impropre pour l'industrie textile. Elle permet la création de produits de construction comme les rouleaux ou panneaux, la laine en vrac et les écheveaux.

Cette filière très ancienne est en cours de restructuration depuis la fermeture de la dernière usine de lavage en France en 2009. Désormais lavée à l'étranger, la laine est ensuite transformée et conditionnée dans des usines en



10.1. Les diversités d'utilisation

- **Rouleaux et panneaux de laine**

Après lavage, la laine de mouton peut être conditionnée sous forme de panneaux ou rouleaux.

Les domaines d'application sont les suivants :

- isolation des murs
- isolation des combles perdus
- isolation des rampants de toiture

- **Laine de mouton en vrac**

La laine de mouton peut être utilisée directement en vrac.

Les domaines d'application sont les suivants :

- isolation des murs
- isolation des combles perdus
- **Écheveaux**

La laine de mouton peut être conditionnée sous forme d'écheveaux.

Domaines d'application :

- calorifugeage de gaines et de tuyau
- calfeutrement



10.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la laine de mouton

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Bonne régulation de l'humidité (peut absorber jusqu'à 33 % de son poids en eau)• Bonnes performances thermiques et acoustiques• Difficilement inflammable• Fumée non toxique en cas d'incendie• Ressource renouvelable	<ul style="list-style-type: none">• Nécessite un traitement antimites relativement toxique• Ne contribue pas au confort thermique d'été• Dégage une légère odeur

11 - Les plumes de canard

C'est un isolant performant, mais son coût élevé est un frein à son développement.



12 - Le textile recyclé

La production de matériaux de construction à base de textile recyclé est réalisée principalement grâce aux chutes de l'industrie textile et aux vêtements usagés des ménages qui sont rapportés dans des bennes de tri.

Après un tri selon les matières, les tissus sont découpés, hachés et défibrés puis mélangés dans des proportions constantes de coton, laine et acrylique. Les fibres sont ensuite thermoliées avec du polyester pour former des rouleaux ou panneaux semi-rigides de densité variable.

Le textile recyclé de construction est fabriqué en usine. En France, il existe plusieurs fabricants de produits isolants à base de textiles recyclés.



12.1. Les diversités d'utilisation

- **Panneaux et rouleaux en coton recyclés**

Le textile recyclé peut être conditionné sous forme de panneaux et rouleaux.

Les domaines d'application sont les suivants :

- isolation des murs
- isolations des combles perdus
- isolation des rampants de toitures



Des avis techniques existent pour des panneaux et rouleaux à base de textiles recyclés pour l'isolation des murs et toitures. Ils sont disponibles sur le site <http://evaluation.cstb.fr>

- **Coton en vrac**

Le textile recyclé peut être conditionné en vrac.

Les domaines d'application sont les suivants :

- isolation des murs
- isolation des combles perdus



12.2. Les avantages et les inconvénients de l'utilisation du textile recyclé

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes performances thermiques et acoustiques • Bonne régulation de l'humidité (peut absorber jusqu'à 25 % de son poids en eau) • Facilité de pose • N'émet pas de composé organique volatil (COV) ni de poussière 	<ul style="list-style-type: none"> • Tassement possible en application verticale • Produit non résistant au feu naturellement, doit être traité chimiquement

13 - Comparatif des isolants

origine	matériaux	conditionnement	domaines d'application					caractéristiques isolantes		caractéristiques techniques					bilan environnemental		Coût (2011)		
			murs	planchers et des combles	rampants	support de couverture	sol- sous chape	Lambda(λ)(W/(m.K))	épaisseur pour R=5 (m².K/W)	masse volumique en KG/M3	capacité hygroscopique	résistance à la vapeur d'eau	classement au feu	temps de déphasage pour 20cm en heure	énergie grise(kwh/ep./UF(1))	effet de serre (kg CO2eq/UF)	prix moyen TTC		
isolants synthétiques	polystyrène expansé PSE	panneau	x	x	x	x	x	0,032 à 0,038	16 à 19	10 à 30	Non	20 à 100 000	B	4	81	☹	10	☹	5,6€/m² (ep 6cm)
	polystyrène extrudé PSX (au CO2)	panneau	x	x	x	x	x	0,029 à 0,035	15 à 18	25 à 40	Non	80 à 200	B	6	181	☹☹	22	☹	10,4€/m² (ep 10cm)
	polyuréthane	panneau	x	x	x	x	x	0,024 à 0,030	12 à 15	20 à 40	Non	30 à 200	C	6	115	☹☹	16	☹	5€/m² (ep 7cm)
isolants minéraux	laine de verre	rouleau	x	x	x	x		0,032 à 0,042	16 à 21	10 à 40	Non	1	A	4	74	☹	12	☹	3€/m² (ep10cm)
	laine de roche	rouleau	x	x	x	x		0,034 à 0,044	17 à 22	15 à 200	Non	1	A	6	168	☹☹	43	☹	6€/m² (ep 10cm)
	verre cellulaire	panneau					x	0,037 à 0,060	18 à 30	100 à 220	Non	infinie	A	7	118	☹☹	25	☹	10 à 50€/m² selon l'épaisseur
	perlite expansée	granulats en vrac	x					0,045 à 0,060	23 à 30	70 à 240	Non	1 à 5	A	6	65	☺	12	☹	15€ (100 litres)
	vermiculite expansée	granulats en vrac	x	x				0,046 à 0,08	23 à 40	60 à 160	Non	3 à 4	A	6	49	☺	10	☹	25€ (100 litres)
	mousse minérale	panneau	x	x				0,045	23	115	Non	3	A	7	34	☺	12	☹	29€/m² (ep 8cm)
isolants végétaux	bois	fibres souple(laine)	x	x	x			0,038	19	45 à 55	Faible	1 à 2	E	7	58	☺	-4	☺	11 à 13€/m² (ep 10cm)
		fibres rigide (panneau haute densité)	x	x	x	x	x	0,045	23	160 à 270	Faible	3 à 5	E	15	122	☹	-20	☺☺	26 à 37€/m² (ep 10cm)
	liège expansé	granules	x	x			x*	0,034 à 0,042	17 à 21	80 à 120	Faible	1 à 3	E	9	41	☺	-26	☺☺	122€/m³
		panneau	x	x	x	x	x	0,036 à 0,042	18 à 21	100 à 150	Faible	5 à 30	E	13	41	☺	-26	☺☺	25€/m² (ep 10cm)
	chanvre	laine en rouleau	x	x	x			0,038 à 0,042	19 à 21	25	Moyenne	1 à 2	E	7	52	☺	-1	☺	11€/m² (ep 10cm)
		laine en panneau	x	x	x			0,038 à 0,042	19 à 21	30 à 35	Moyenne	1 à 2	E	7	69	☺	-1	☺	11 à 14€/m² (ep 10cm)
		en vrac (chênevotte)	x*	x	x		x*	0,048	24	90 à 115	Moyenne	1 à 2	E	8,5	16	☺	-49	☺☺	13€ (20kg)
	laine de lin	rouleau	x	x	x			0,037	19	25	Moyenne	1 à 2	C à D	6	38	☺	1	☺	13€/m² (ep 10cm)
		panneau	x	x	x			0,037 à 0,047	18 à 23	20 à 35	Moyenne	1 à 2	C à D	6	47	☺	1	☺	13€/m² (ep 10cm)
	paille	en botte	x	x	x			0,045 à 0,050	20 à 25	75	Faible	1 à 2	B	8	5	☺	-26	☺	2€ la botte
	roseau	en panneau	x		x	x		0,055 à 0,09	28 à 45	200	Non	1 à 4	B	8	17	☺	-78	☺☺	18 à 20€/m² (ep 10cm)
	isolants issus du recyclage	ouate de cellulose	vrac insufflé sous pression	x	x	x			0,038 à 0,044	19 à 22	23 à 45	Moyenne	1 à 2	B	10	22	☺	-10	☺
vrac projeté à sec				x				0,037 à 0,040	18 à 20	23 à 45	Moyenne	1 à 2	B	10	22	☺	-10	☺	14€/m² (200 litres)
panneau			x	x	x			0,039	20	70 à 100	Moyenne	2	E	12	71	☺	-5	☺	16 à 20€/m² (ep 10cm)
textile recyclé		Panneau (mésisse faible densité)	x	x	x			0,039	20	25	Moyenne	2 à 3	E	5	53	☺	2	☺	11€/m² (ep 10cm)
isolants d'origine animale	laine de mouton	rouleau	x	x	x			0,035 à 0,042	17 à 21	10 à 30	Forte	1 à 2	C	5	20	☺	0	☺	10€/m² (ep 10cm)
		panneau	x	x	x			0,035 à 0,040	17 à 20	30	Forte	1 à 2	C	5	20	☺	0	☺	18€/m² (ep 10cm)
	plume	panneau	x	x	x			0,05	25	30	Faible	2	F	5	6	☺	5	☺	19€/m² (ep 11cm)

* utilisation possible en béton allégé

1 : unité fonctionnelle : 1 UF= 1m² d'isolant qui apporte une résistance thermique de 5m².KW

14 - Le coût des matériaux biosourcés

En complément des leviers de la commande publique, de formation de la filière ou d'assurabilité, le développement des matériaux biosourcés dans la construction doit reposer sur une meilleure approche du bilan financier de la construction, réalisée pour partie ou en totalité avec des matériaux bio-sourcés.

Face aux techniques courantes et non courantes associées à ces matériaux, la connaissance des différents coûts d'utilisation dans la construction est en effet éparse et peu partagée tant auprès des ménages et des collectivités locales qui prescrivent les chantiers, qu'auprès des professionnels – architectes, maîtres d'œuvre, économistes de la construction, artisans. Le discours de « surcoût » des matériaux bio-sourcés apparaît par conséquent majoritaire en l'absence de mercuriales et de chiffrages financiers moyens de l'effet des matériaux bio-sourcés sur les projets. Il est donc important de disposer d'éléments de prix objectivés sur les différents matériaux bio-sourcés dans la construction.

Le CEREMA Ouest a ainsi mené en 2016 une étude sur le coût des matériaux bio-sourcés dans la construction, en exploitant notamment les études suivantes :

- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Énergie (DGALN/PUCA), Nomadéis, 2012, *étude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits bio-sourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois). Partie 1 : état des lieux économique du secteur et des filières, août 2012.*
- Alliance Economie Bretagne, 2015, *approche estimative du coût m² paroi de systèmes constructifs bio-sourcés*, non publié.
- Cerema 2016, *Rapport d'audit de la réhabilitation des logements de Brigade de Gendarmerie des Transports Aériens.*
- DREAL Alsace, DRAC Alsace et Cerema, 2011, *Habitat ancien en Alsace*
- BRUDED, 2015, *Retours d'expériences de matériaux bio-sourcés.*
- DEGRIGNY U, FIA habitat, 2008, *comparatif maison écologique versus conventionnelle.*
- Pôle écoconstruction Limousin, 2007, *quel coût pour la construction durable ? Comparatif maison écologique/maison traditionnelle.*

Cette étude apporte un éclairage sur la rentabilité dégagée par l'utilisation des matériaux bio-sourcés par rapport aux solutions classiques dans la construction. Elle se différencie des études de filières qui sont tournées vers la production de matériaux bio-sourcés et l'approvisionnement du secteur de la construction (volumes produits, capacité de production disponible régionalement, prix sortie d'usine ...)

Cet état de connaissance des coûts des matériaux bio-sourcés dans la construction dresse un panorama des coûts de construction connus, des comparaisons existantes entre matériaux classiques et matériaux bio-sourcés, dans leur diversité et des coûts de construction de projets réalisés.

14.1. L'approche des coûts et des prix dans la construction

En revenant brièvement sur les définitions et les différentes approches des coûts, il s'agit de clarifier ce que recouvre les différents coûts de la construction, au travers d'une présentation schématique de leur décomposition et, aussi, d'exposer les approches en coût global qui permettraient de dépasser la seule vision de l'investissement initial pour prendre en compte le fonctionnement selon une vision de moyen/long terme, voire les externalités environnementales ou territoriales.

Les dimensions techniques de durabilité (vie du matériau en œuvre) ou de performance ne sont pas intégrées : les observations se font le plus souvent à performance thermique égales entre matériaux classiques et bio-sourcés.

14.1.1 - La décomposition des coûts et les prix dans la construction

Les coûts et les prix, représentés par le schéma page suivante, correspondent à 3 échelles :

- **les prix des matériaux**
- **les coûts du bâtiment**
- **les coûts du bâtiment dans le temps**

À un 1^{er} niveau, les études sur les filières de matériaux bio-sourcés informent sur les prix unitaires déboursé sec, en se focalisant sur les coûts cumulés des étapes de transformation depuis la production (agricole) des matériaux jusqu'à leur distribution. C'est un 1^{er} critère de compétitivité-prix des matériaux bio-sourcés, dans les cas comme l'isolation rapportée où un isolant biosourcé comme la ouate de cellulose remplace l'isolant classique (laine de verre, laine de roche), dans une structure de paroi inchangée.

Cependant l'utilisation des matériaux bio-sourcés peut conduire à modifier les modalités de mise en œuvre (mur en paille, en blocs de béton de chanvre, etc.). Le prix des matériaux en œuvre permet alors de mieux apprécier la rentabilité des bio-sourcés dans la construction.

À un 2^e niveau, à l'échelle du bâtiment, le coût de construction et le coût d'opération (hors foncier) rendent bien compte des deux leviers d'action majeurs pour intégrer davantage de matériaux biosourcés dans la construction :

- le projet peut introduire une part de matériaux bio-sourcés, et non 100 % de bio-sourcés, en ce concentrant sur certains ouvrages ou des espaces ciblés. De cette manière, l'équilibre financier peut être maîtrisé tout en apportant une amélioration de la qualité d'usage. Les économistes de la construction ont un rôle particulier à jouer pour trouver le juste « bio-sourcés » ;
- le projet peut connaître une évolution programmatique afin de dégager les marges de manœuvre nécessaires à l'utilisation de matériaux bio-sourcés.

Le coût de l'opération (hors foncier) permet donc de sortir l'approche du surcoût dans laquelle les matériaux classiques sont simplement remplacés par des solutions biosourcées.

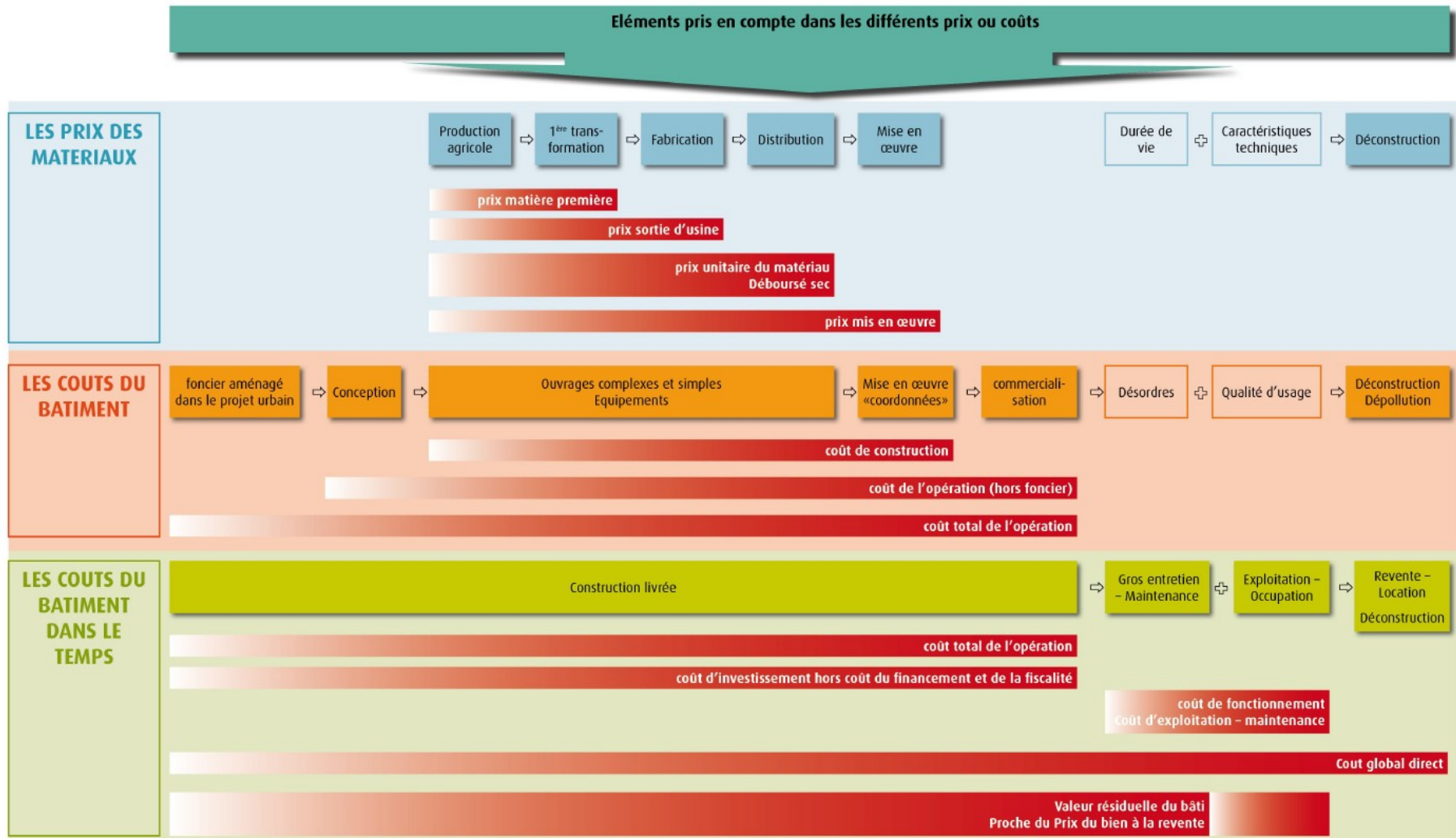
De plus, il permet d'intégrer les coûts de conception, qui augmentent puis diminuent progressivement quand on introduit des solutions moins mises en œuvre dans la profession (coût de l'apprentissage).

Enfin, dans une autre situation, le coût de l'opération (hors foncier) peut traduire les ambitions d'un projet ou le coût d'un bâtiment démonstrateur.

Ces approches à l'échelle des matériaux et des constructions sont classiquement mobilisées par les praticiens, les maîtres d'œuvre, les artisans ou encore les économistes de la construction.

À un 3^e niveau, les maîtres d'ouvrage public, les gestionnaires de patrimoine immobilier ou les propriétaires occupants s'appuient sur les approches en coût global afin de prendre en compte le temps long, au-delà du temps de la construction.

LA NATURE DES COÛTS OU DES PRIX



14.1.2 - Les approches en coût global

Les approches en coût global permettent de prendre en compte les coûts différés d'un projet et ainsi de déterminer le coût total du projet sur la durée, comme le montre le schéma précédent. Il apporte donc une analyse économique du cycle de vie d'un bâtiment et au référentiel E+/C- des bâtiments neufs à énergie positive et faible empreinte carbone.

A moyen terme, elles permettront d'éclairer les effets de durée de vie des matériaux et de performance du bâti dans la durée ; atouts de certains matériaux bio-sourcés aujourd'hui non intégrés à l'analyse économique. Toutefois, actuellement, l'analyse en coût global dans le domaine de la construction en matériaux bio-sourcés se heurte au manque de connaissance des coûts d'exploitation-maintenance, qui peuvent différer des bâtiments classiques.

Il existe plusieurs méthodes de calcul de coût global. Toutes intègrent dans la réflexion les coûts énergétiques, les coûts d'entretien, de remplacement des équipements. Certaines élargissent l'analyse aux coûts de déconstruction et aux externalités d'un projet (CO₂, emplois locaux,...).

Ainsi, la norme ISO 15658-5 distingue :

1. **le coût global direct** (cf schéma) qui comprend l'ensemble des coûts d'investissement (coût de conception et de construction), des coûts d'exploitation-maintenance, les coûts de déconstruction. Il est en lien avec l'analyse du cycle de vie du bâtiment ;
2. **le coût global élargi** qui comprend le coût global direct ci dessus, le coût du financement et de la fiscalité, les impacts sur la qualité d'usage, sur l'image, sur l'activité de l'organisation et les externalités positives ou négatives (valorisées en€). Il est en lien avec la performance énergétique et environnementale des bâtiments portée par le label C+/C-.

Le coût global prend donc en compte les baisses de charges et les gains futurs au niveau de l'exploitation-maintenance pour le porteur de projet, voire du territoire, qui seront réalisés grâce aux investissements d'aujourd'hui. Cette approche permet notamment de savoir si les « sur-investissements » à la construction sont compensés par une baisse des coûts ou des bénéfices différés(avec un retour sur investissement partiel ou total).

Les maîtres d'ouvrage public, les gestionnaires de patrimoine immobilier ou les propriétaires occupants sont les plus susceptibles de prendre leur décision en fonction du coût global puisqu'ils gèrent/occupent la construction livrée.

En appuyant leurs décisions sur le coût global, les collectivités locales peuvent :

- justifier de l'usage des fonds publics et préserver l'intérêt général
- favoriser une meilleure utilisation des fonds publics
- contribuer aux choix des produits et d'équipements performants dans le temps (maintenance, fin de vie, externalités...)

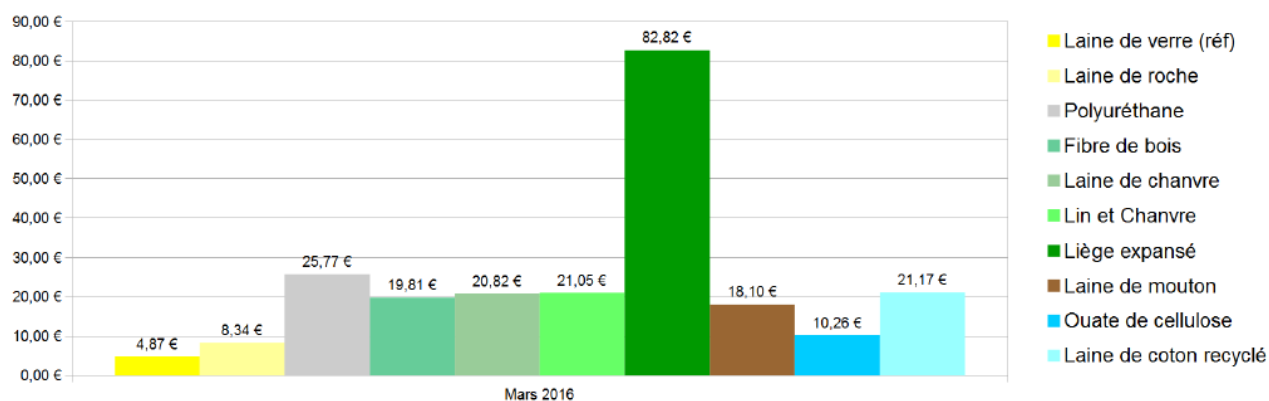
Pour tous les acteurs, l'enjeu est d'évaluer et d'optimiser les opérations de construction ou de réhabilitation en prenant en compte les intérêts des utilisateurs finaux, de la collectivité et des professionnels de la construction.

14.2. La comparaison des prix des matériaux bio-sourcés

14.2.1 - Les prix déboursés secs

En matière d'isolants biosourcés, les prix distributeurs (déboursés sec) issus de l'observatoire des coûts de la construction du CEREMA ouest (cf.graphique) comparent, pour une résistance thermique équivalente (R=5), la compétitivité-prix de la ouate de cellulose (vrac), de la laine de coton recyclé (vrac), de la fibre de bois, des laines de chanvre et de mouton, du liège expansé (panneaux isolants), à des solutions classiques comme la laine de verre, la laine de roche ou le polyuréthane.

Comparaison des prix d'isolants à résistance thermique équivalente (R=5) selon le matériau
(prix distributeur € HT / m²)



Source : Observatoire des coûts de la construction, Cerema. Prix déboursé sec

Du point de vue financier (c'est-à-dire sans tenir compte des différences techniques des produits ni de la mise en œuvre), seul le prix de la ouate de cellulose en vrac apparaît compétitif par rapport aux solutions minérales traditionnelles.

Pour une performance thermique de R=5, les solutions bio-sourcés appliquées sous la forme de panneaux isolants apparaissent 2 à 3 fois plus chères, hors mise en œuvre.

La cherté des panneaux de fibre de bois s'explique d'une part par la transformation et d'autre part par le transport. Pour ce dernier point, il existe une nuance entre panneaux rigides et semi-rigides. La structure des coûts pour la commercialisation des panneaux en fibre de bois est différente selon qu'il s'agisse de panneaux semi-rigides ou rigides, car le transport pèse plus fortement dans les prix de vente des panneaux semi-rigides. Dans les 2 cas, le coût de transport est important. Il représente ainsi en moyenne 25 % du prix de vente dans le cas des panneaux semi-rigides, et environ 20 % dans le cas des panneaux rigides (le compactage possible pendant le transport entre les 2 produits a un impact sur le volume transportable).

14.2.2 - Les coûts de mise en œuvre

14.2.2.a - Ouate de cellulose -isolant

En isolation thermique par l'intérieur, le prix fourniture et pose de la ouate de cellulose en vrac (soufflage) est de 15€ HT/m² en 2016 d'après le bureau d'études AE Bretagne et le rapport Nomaédis, soit un montant légèrement supérieur à la laine de verre (11,70€ HT/m²).

Pour l'isolation des combles, viennent s'y ajouter le coût forfaitaire de réhausse des trappes (300 à 500€ pour une maison individuelle de 100m² de surface plancher à dire d'experts), et en rénovation, le coût d'enlèvement de l'isolation minérale (6 à 8€ HT/m², voire davantage sur les petits chantiers).

14.2.2.b - Matériaux de construction en chanvre

Par rapport à 2011 où Nomadédis observait une variabilité du coût de la matière première et du prix du produit déboursé sec selon la filière de production, la filière française des matériaux de construction en chanvre a pu stabiliser sa production tant en quantité qu'en qualité, selon la Fédération « construire en chanvre ».

Le béton de chanvre peut être utilisé en remplissage de toiture à un coût mis en œuvre de 75€ HT/m², auquel s'ajoute dans le lot couverture, la préparation du toit et la pose d'un pare pluie.

Les enduits de béton de chanvre sont utilisés en intérieur ou en extérieur, en construction neuve et en rénovation.

Les coûts des enduits en béton de chanvre mis en œuvre en 2016, d'après la Fédération « construire en chanvre » sont :

- enduit épaisseur 2cm : 68€ HT/m²

- enduit épaisseur 6 cm : 120€ HT/m²

Ces coûts varient selon les modalités de mise en œuvre manuelles ou projetées et l'épaisseur appliquée.

14.2.2.c - Paille en panneaux pour cloison intérieure

Les panneaux de paille peuvent être utilisés pour la réalisation de cloisons intérieures. La comparaison des solutions avec 3 matériaux (panneau de paille, fermacell et placoplâtre) présentée ci-dessous, met en avant une position concurrentielle forte du placoplâtre, d'après Nomadis .

Produit	Panneau de paille	Fermacell	Placoplâtre
Coût du produit	12 à 20€ HT/m ²	5 à 6€ HT/M ²	2 à 3€ HT/m ²
Coût du produit pour 100m ² de cloison	1200 à 2000€ HT	500 à 600€ HT	200 à 300€ HT
Coût de la fourniture et de la mise en œuvre en cloison intérieure	À partir de 38€ HT/m ²	23-43€ HT/m ²	20 à 40€ HT/m ²
Coût de la fourniture et la mise en œuvre pour 100m ² de cloison intérieure	À partir de 3800€ HT/	2300 à 4300 € HT	2000 à 4000€ HT

Les panneaux de paille industriels sont en 2012 un produit en développement. A terme il est attendu une augmentation de la part de marché de la paille en panneaux qui se traduira par des gains de productivité et une baisse du prix unitaire.

14.2.3 - Les coûts des ouvrages intégrant des matériaux bio-sourcés

A l'échelle des ouvrages d'un bâtiment, la comparaison des coûts des différentes solutions pour réaliser un ouvrage standard, comme une paroi verticale ou une toiture, donne une première indication théorique de l'impact financier des différentes solutions bio-sourcées par rapport à une solution classique.

En pratique, les économistes de la construction adoptent une approche à la fois technique et économique dans laquelle, par exemple, le choix de l'isolant doit également répondre à un classement au feu dans les établissements recevant du public ou intégrer les complémentarités techniques (ouate de cellulose en vrac+ boîtiers électriques étanches ou poids des parois + fondation, etc...). Les coûts réels des ouvrages intégrant des bio-sourcés sont donc issus d'une analyse fine de la part d'un économiste de la construction ou d'un devis de l'entreprise de travaux ou du bureau d'études technique.

Il reste néanmoins utile de disposer d'ordres de grandeur ou de ratios indicatifs pour situer ce marché émergent. Les coûts mobilisés ici concernent les parois et les parois isolées. Le bureau d'économistes de la construction AE Bretagne a réalisé une étude financière sur des parois chanvre et paille dans la perspective d'une mise en œuvre par des promoteurs. Quelques compléments sur les ouvrages en chanvre et les murs paille sont apportés dans la perspective d'une mise en œuvre par des artisans et/ou des particuliers.

14.2.3.a - Comparaison de parois verticales - promoteurs

L'étude sur les coûts de construction de systèmes constructifs, réalisée par AE Bretagne, fournit des éléments de coûts estimatifs des parois de différents systèmes constructifs bio-sourcés.

Les simulations de coûts de parois sont proposées pour un bâtiment de référence R+4 avec 2 étages en attique, de 16m de largeur pour 46m de longueur, représentant 3 970m² de surface de plancher et 1 900m² de façades dont 1 520m² de parois.

Quatre systèmes constructifs biosourcés qui pourraient être mis en œuvre par des promoteurs sont comparés :

1. **La solution conventionnelle mur béton+isolation thermique intérieure (ITI) minérale** : revêtement extérieur (enduit monocouche)+mur maçonné (béton ou parpaing enduit)+isolant minéral+pare vapeur+ossature métallique+contre cloison BA13 ;
2. **Mur béton + ITI bio-sourcée** : revêtement extérieur (enduit monocouche)+mur maçonné (béton ou parpaing enduit)+isolant bio-sourcé+pare vapeur+ossature métallique+contre cloison BA13 ;
3. **Panneaux préfabriqués en chanvre** : mur préfabriqué en béton de chanvre (43cm d'épaisseur) + parement intérieur ;
4. **Construction paille caissons préfabriqués** : paille en remplissage isolant de caissons assurant la totalité des fonctions structurelles de l'ouvrage, caissons enduits sur les deux faces.

Les tableaux ci-dessous sont des approches estimatives des coûts de parois de décomposés en fonction des matériaux. Les prix indiqués sont des prix comprenant la fourniture et la mise en œuvre des éléments, sur un marché Île-de-France.

Certaines techniques imposent d'avoir un parement extérieur plutôt qu'un enduit. Pour pouvoir comparer les techniques entre elles, ces enduits ou parement ont été pris en entrée de gamme (respectivement 30 et 60€/m²).

Désignation	1.Mur béton+ITI minérale	2.Mur béton + ITI biosourcée	3.Panneaux préfabriqués en chanvre	4.Construction paille – caissons préfabriqués
	Prix m ² en € HT			
Enduit monocouche	30	30	-	-
Parement extérieur	-	-	-	60
Pare pluie naturel en fibre de bois	-	-	-	15
Mur en béton ou en parpaing enduit	Entre 90 et 120	Entre 90 et 120	-	-
Mur préfabriqué de 43cm	-	-	Entre 220 et 250	-
Ossature bois de 35cm d'épaisseur	-	-	-	Entre 50 et 60
Remplissage en bottes de paille pressée de 35cm posées sur chant	-	-	-	40
Isolation minérale	Entre 10 et 15	-	-	-
Isolation bio-sourcée	-	Entre 25 et 35	-	-
Panneaux de contreventement en OSB (ép .15mm)	-	-	-	30
Pare-vapeur	12	12	-	10
Parement intérieur	30	30	30	30
Prix total	Entre 172 et 207€	Entre 187 et 227€	Entre 250 et 280€	Entre 235 et 245€

Ce tableau ne tient pas compte de la réduction des coûts liée à une éventuelle massification des commandes de la part des promoteurs immobiliers. A partir de discussions menées entre le CEREMA Ouest et des fabricants de matériaux isolants bio-sourcés, pour les volumes concernés par une opération de 4 000 logements, cette réduction est estimée à 15 %.

Enfin, les écarts de coûts entre ces 4 solutions ne se traduisent pas directement par une hausse/baisse du coût total de la construction du même montant. En effet, les parois bio-sourcées et conventionnelles ne sont pas simplement interchangeables. Ce dernier tableau apporte donc des ordres de grandeur et de comparaison de l'adoption de techniques bio-sourcées.

14.2.3.b - Coût pratiqué par les artisans

A) Chanvre

La fédération « construire en chanvre » présente deux ratios, il s'agit de prix mis en œuvre :

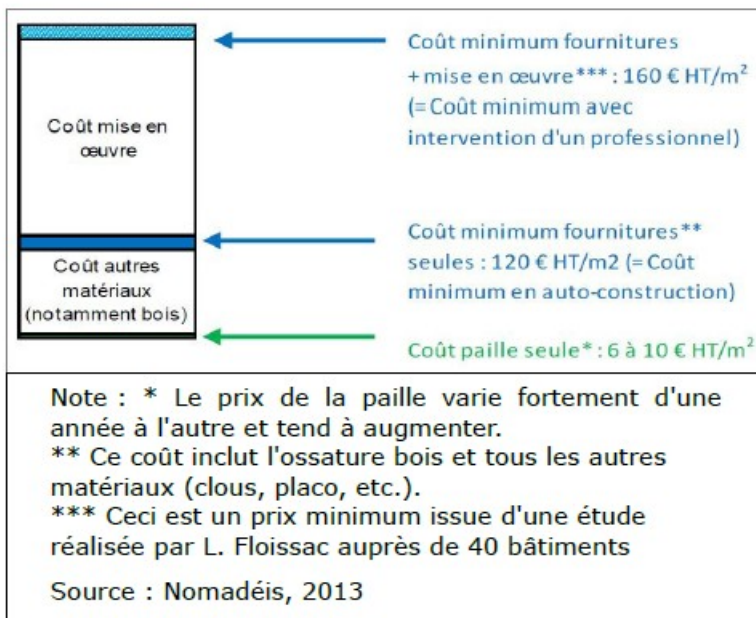
- mur en béton de chanvre : 150€ HT/m² pour 35 cm d'épaisseur
- Plancher en béton de chanvre : 68€ HT/m² pour 12cm d'épaisseur

B) Paille

Si, à l'origine, la construction en paille était principalement le fait de projets d'auto-construction ou de projets participatifs, elle se structure aujourd'hui autour d'artisans, d'architectes, avec la contribution du Réseau Français de la Construction Paille (RFCP). Le volume de marché est estimé à 500 bâtiments par an en 2015 par le RFCP.

S'il est réalisé par un artisan, le coût d'un mur de paille (fourniture et pose) débute à 160€ HT/m².

En autoconstruction, le coût s'établit autour de 120€ HT/m²



Ainsi, les différences entre les évaluations réalisées par AE Bretagne avec des promoteurs (environ 240€HT/m²) et les évaluations réalisées par le réseau français de la construction paille avec des artisans (environ 160€HT/m²) montrent qu'il est encore difficile aujourd'hui de définir un prix moyen pour ces procédés.

14.2.4 - Les hypothèses pour rapprocher les coûts de la construction MBS avec les coûts de la construction traditionnelle

Ces hypothèses ne prennent pas en compte une éventuelle évolution du coût des constructions traditionnelles du fait de la perte de marché induite par la massification projetée des constructions en MBS.

Pour définir les coûts de main d'œuvre et de fourniture, il a été pris en compte un ratio de 1/3 de main d'œuvre lorsque la part matériaux est plus importante et vice versa.

14.2.4.a - Comparatif actuel

Cette hypothèse prend en compte les estimations de coût moyen de parois verticales évoqués au 13.2.3a.

L'estimation de surcoût de 26 % pour les parois verticales est éloigné du surcoût généralement avancé de constructions réalisées en matériaux biosourcés, qui est de l'ordre de 10 à 15 %, et qui correspond mieux aux évaluations du réseau paille : on retient donc

	béton		MBS	
	description	coût	description	coût
fourniture	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	10,00 €	parement extérieur	20,00 €
	isolation minérale	35,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	5,00 €
	pare vapeur	5,00 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	40,00 €
	parement intérieur	10,00 €	remplissage en bottes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	10,00 €
			panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	20,00 €
			pare vapeur	3,00 €
			parement intérieur	10,00 €
	sous total fourniture	65,00 €	sous total fourniture	108,00 €
main d'oeuvre	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	20,00 €	parement extérieur	40,00 €
	isolation minérale	70,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	10,00 €
	pare vapeur	7,50 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	15,00 €
	parement intérieur	7,00 €	remplissage en bottes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	30,00 €
		20,00 €	panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	10,00 €
			pare vapeur	7,00 €
			parement intérieur	20,00 €
	37			
	sous total main d'oeuvre	124,50 €	sous total main d'oeuvre	132,00 €
	TOTAL	189,50 €		240,00 €

surcoût/m²

50,50 € pourcentage

26,65%

ici une hypothèse haute comme hypothèse de base.

Dans les hypothèses suivantes, seul l'impact de la massification des commandes sur les coûts de mise en œuvre (hors ingénierie) et non sur les coûts de fourniture a été évalué, partant du principe que l'évolution des coûts de fourniture serait plus lente, et plus aléatoire, en fonction des progrès à réaliser dans la structuration d'une filière de compression – stockage – livraison des ballots de paille transformés.

Pour information un bâtiment passif est plus onéreux de 5 à 15 % qu'un bâtiment construit en respectant la RT2012.

14.2.4.b - Hypothèse 1

Cette hypothèse s'inscrit dans une projection de massification de la filière de 4000 constructions de logements neufs en matériaux biosourcés.

En appliquant les projections sur la baisse des coûts de mise en œuvre, l'impact est assez faible, avec un surcoût passant de 26 % à 21 %.

béton		MBS		
description	coût	description	coût	
fourniture	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	10,00 €	parement extérieur	20,00 €
	isolation minérale	35,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	5,00 €
	pare vapeur	5,00 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	40,00 €
	parement intérieur	10,00 €	remplissage en bottes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	10,00 €
			panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	20,00 €
			pare vapeur	3,00 €
			parement intérieur	10,00 €
sous total fourniture		65,00 €	sous total fourniture	108,00 €
main d'oeuvre	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	20,00 €	parement extérieur	40,00 €
	isolation minérale	70,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	8,50 €
	pare vapeur	7,50 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	12,75 €
	parement intérieur	7,00 €	remplissage en bottes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	25,50 €
		20,00 €	panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	8,50 €
			pare vapeur	7,00 €
			parement intérieur	20,00 €
sous total main d'oeuvre		124,50 €	sous total main d'oeuvre	122,25 €
TOTAL		189,50 €	TOTAL	230,25 €
surcoût/m²		40,75 €	pourcentage	21,50%

14.2.4.c - Hypothèse 2

Cette hypothèse s'inscrit dans une projection de massification de la filière de 6000 constructions de logements neufs en matériaux biosourcés qui engendrerait une évolution du surcoût lié aux MBS passant de 26 % à 20 %.

béton		MBS		
description	coût	description	coût	
fourniture	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	10,00 €	parement extérieur	20,00 €
	isolation minérale	35,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	5,00 €
	pare vapeur	5,00 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	40,00 €
	parement intérieur	10,00 €	remplissage en bottes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	10,00 €
			panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	20,00 €
			pare vapeur	3,00 €
			parement intérieur	10,00 €
sous total fourniture		65,00 €	sous total fourniture	108,00 €
main d'oeuvre	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	20,00 €	parement extérieur	40,00 €
	isolation minérale	70,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	7,75 €
	pare vapeur	7,50 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	11,63 €
	parement intérieur	7,00 €	remplissage en bottes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	23,25 €
		20,00 €	panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	7,75 €
			pare vapeur	7,00 €
			parement intérieur	20,00 €
sous total main d'oeuvre		124,50 €	sous total main d'oeuvre	117,38 €
TOTAL		189,50 €	TOTAL	225,38 €
surcoût/m²		35,88 €	pourcentage	18,93%

14.2.4.d - Hypothèse 3

Cette hypothèse s'inscrit dans une projection de massification de la filière de 8000 constructions de logements neufs en matériaux biosourcés qui engendrerait une évolution du surcoût lié aux MBS passant de 26 % à 13 %.

	béton		MBS	
	description	coût	description	coût
fourniture	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	10,00 €	parement extérieur	20,00 €
	isolation minérale	35,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	5,00 €
	pare vapeur	5,00 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	40,00 €
	parement intérieur	5,00 €	remplissage en botes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	10,00 €
		10,00 €	panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	20,00 €
			pare vapeur	3,00 €
			parement intérieur	10,00 €
	sous total fourniture	65,00 €	sous total fourniture	108,00 €
main d'oeuvre	enduit monocouche mur en béton ou en parpaing enduit	20,00 €	parement extérieur	40,00 €
	isolation minérale	70,00 €	pare pluie naturel en fibre de bois	5,95 €
	pare vapeur	7,50 €	ossature bois de 35 cm d'épaisseur	8,93 €
	parement intérieur	7,00 €	remplissage en botes de paille pressée de 35cm d'épaisseur	17,85 €
		20,00 €	panneaux de contreventement en OSB (ep 15mm)	5,95 €
			pare vapeur	7,00 €
			parement intérieur	20,00 €
	sous total main d'oeuvre	124,50 €	sous total main d'oeuvre	105,68 €
	TOTAL	189,50 €		213,68 €
	surcoût/m²		24,18 € pourcentage	12,76%

14.2.4.e - Conclusion

Les projections ci-dessus sont réalisées à titre d'information et doivent être maniées avec précaution: il est en effet difficile de comparer des systèmes constructifs qui ne sont pas interchangeables entre eux.

Il n'existe pas en outre à ce jour d'index de prix concernant les matériaux biosourcés compliquant l'actualisation des prix pratiqués. Il existe seulement des ratios de prix au m² pour des types constructifs mais ils ne peuvent être utilisés que si les types constructifs répondent aux mêmes exigences qualitatives et énergétiques : il n'est en effet pas judicieux de comparer le coût d'une construction réalisée sous RT2012 et une construction « écologique » qui a pour objectif d'obtenir un label (passivhaus, BEPOS, E+/C-...) et de faire baisser la facture énergétique.

Le choix du type de construction ne repose pas par ailleurs que sur le coût de la construction à un instant T mais doit être réfléchi en y incluant les gains à plus long terme en matière de confort d'usage et de performance énergétique des matériaux.

Pour permettre d'évaluer réellement les surcoûts éventuels d'un système constructif par rapport à un autre, il conviendrait donc d'utiliser la méthode du coût global en lien avec l'analyse de cycle de vie : elle permet de prendre en compte les coûts de conception, de construction, d'exploitation-maintenance et les coûts de déconstruction.

Ces projections ne pourraient ainsi se substituer à une réelle étude comparative, étudiant toutes les composantes de la construction traditionnelle et de la construction en matériaux bio sourcés, ainsi qu'à une étude fine de marché.

Le nombre de permis de construire étant estimé entre 1900 et 2100 pour l'année 2017 dans l'Aisne et si l'on part de l'hypothèse que 10 % de ces nouvelles constructions, soit 200 logements par an, pourraient être réalisées à

partir de MBS, on peut évaluer que la massification du marché MBS pourraient se réaliser sur les laps de temps suivants :

- Hypothèse 1 : 20 ans
- Hypothèse 2 : 30 ans
- hypothèse 3 : 40 ans

15 - Une utilisation encore restreinte des matériaux biosourcés dans l'Aisne

De manière à obtenir des éléments sur l'utilisation des matériaux biosourcés dans l'Aisne, les structures suivantes ont été sollicitées : CEREMA ; DREAL Hauts de France ; Conseil Départemental de l'Aisne ; pôle de la bioéconomie – (pôle IAR) ; association globe 21 ; Fédération Française du Bâtiment (FFB) ; Confédération Artisanat et Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB) ; Agence De l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie (ADEME).

Nous avons seulement repris les réponses significatives.

15.1. Des constructions encore rares

Malgré le potentiel du territoire de l'Aisne, (territoire fortement agricole, marché du logement autour de la construction neuve au sud et de la rénovation au nord) , la production et l'utilisation des MBS restent encore confidentielles, que ce soit chez les acteurs privés ou publics.

Les projets publics à base de MBS restent ainsi assez rares : leur utilisation est souvent partielle et limitée à un élément de la construction.

A titre d'exemple, le Conseil Départemental de l'Aisne n'a utilisé le bois que sur des constructions dont il est propriétaire. Les plus marquantes sont :

- le site Géodomia à Merlieux et Fouquerolles



- le collège de Marle

- le collège de Sissonne



L'association Globe 21 (Groupement Local pour le Bâtiment Écologique du 21^e siècle), qui est une association qui regroupe des entreprises du sud du département de l'Aisne et de ses régions limitrophes, a également recensé certaines constructions en cours sur son site (www.globe21.fr) d'initiative privée :

- déchetterie du Tardenois – expérimentation du béton de caoutchouc
- construction en paille à Dolignon
- extension de maison ancienne en ossature bois – isolation lin et bois, toiture végétalisée
- construction d'un immeuble très haute performance énergétique à Crézancy
- Construction d'une maison individuelle basse consommation en énergie à Crézancy

15.2. Des freins à soulever

Les acteurs locaux (Chambre d'Agriculture, FFB, CAUE, etc), interrogés par la DDT au cours de l'été 2017, identifient souvent les mêmes freins au développement de la filière des MBS dans l'Aisne.

- Le manque de ressources : le CAUE, comme les autres acteurs, a en effet mentionné la difficulté de se procurer des produits biosourcés transformés mais aussi naturels (comme la chaux). Le CAUE ne connaît ainsi qu'un fournisseur, le nid vert, qui a notamment permis la construction d'un gîte en paille. Outre ce manque de disponibilité, la CAPEB souligne également la difficulté de stockage de ces matériaux qui nécessite de garder une hygrométrie spécifique.
- La normalisation des produits et l'assurance décennale : compte tenu de l'absence de normalisation de certains produits issus des filières bio-sourcées, La FFB a relevé les difficultés rencontrées par certains artisans et entreprises du bâtiment dans leur volonté de contracter une assurance décennale lorsqu'ils veulent mettre en œuvre des matériaux ou produits de construction bio-sourcée. L'emploi de ces matériaux s'apparente en effet le plus souvent à ces techniques non courantes (TNC), c'est à dire ne faisant pas partie des techniques courantes (TC) qui répondent à des critères normalisés par des documents techniques officiellement reconnus (DTU, règles professionnelles, etc). La CAPEB propose ainsi que les institutionnels se substituent aux assurances pour permettre le lancement de cette filière.
- L'absence d'une filière de transformation : l'ensemble des acteurs interrogés a déploré l'absence d'une filière de transformation locale : pour le chanvre par exemple, la chanvrière la plus proche est celle de Bar sur Aube dans la région Grand Est. Pour le bois de construction (charpente, ossature), la FFB a constaté qu'il n'existe que des poseurs. Le bois des forêts axonaises est ainsi vendu principalement à l'étranger pour être transformé/travaillé (pour la construction de meuble par exemple) et dans l'Aisne en produit fini. Compte tenu de l'investissement financier que représente la construction d'une usine de transformation, la FFB doute de la possibilité de sa mise en œuvre.
- Des pratiques encore traditionnelles : la FFB a fait remarquer que les forêts sont aujourd'hui un avantage pour les propriétaires car bénéficiant d'un régime défiscalisé. De ce fait, la FFB considère que, dans le milieu forestier, il sera difficile de faire changer les habitudes car abattre et transformer sera moins avantageux. De la même manière, la CAPEB rappelle que le monde agricole souhaite d'avoir un revenu fixe et non aléatoire en fonction du marché (ex : céréale, betterave...) : il est à ce titre indispensable que les demandes se multiplient et qu'un véritable marché émerge pour solidifier la filière. Compte tenu de la production et l'utilisation encore confidentielle des MBS, le CAUE déplore enfin le manque de compétences des professionnels sur la mise en œuvre des produits. La CAPEB prône à ce titre la multiplication des formations à destination des professionnels en place mais aussi des professionnels de demain à travers les programmes délivrés au sein des CFA, de l'AFPA, etc.

15.3. Des démarches émergentes

15.3.1 - Une connaissance de plus en plus fine

De nombreuses études, principalement pilotées au niveau régional, existent sur la thématique des matériaux bio sourcés concourant à généraliser leur utilisation auprès des maîtres d'ouvrage et des professionnels. On peut ainsi citer les études suivantes :

- Étude sur la réhabilitation du bâti ancien (DREAL, CEREMA): l'ex DREAL Picardie a commandé au CEREMA un programme de recherche sur la réhabilitation du bâti ancien en Picardie qui se déroule en 3 phases (1/ état des lieux de la prise en charge de la réhabilitation énergétique de l'habitat ancien en Picardie 2/ modélisation des solutions de réhabilitation hygrothermique des murs anciens Picards 3/ mesure et analyse in situ du comportement hygrothermique de parois isolées). Les deux premières phases sont terminées, la troisième est en cours. A ce stade, il ressort de cette étude qu'il faut veiller à ne pas perturber le cycle hygrométrique du bâti ancien au risque de voir apparaître des problèmes liés à l'humidité qui n'existaient pas et d'échanger un problème thermique par un problème hygrométrique. Il s'avère que les matériaux biosourcés ont des caractéristiques hygrothermiques proches de celles des matériaux anciens utilisés en Picardie. Les matériaux biosourcés sont donc idéaux pour la rénovation du bâti ancien en Picardie ;
- État des lieux des filières (Conseil Régional, ADEME, CODEM, CD2E): un état des lieux des filières paille, lin, chanvre et colza a été réalisé par le CODEM et le CD2E en 2017. Ce travail émane de la volonté de l'ADEME et de la Région d'avoir des éléments objectifs sur les différentes filières biosourcées dans la construction (de la ressource à la mise en œuvre) dans le but d'évaluer le potentiel économique et l'état de maturité de ces filières en région. Ces états de lieux sont mis à jour tous les ans ;
- Étude sur les filières régionales (DREAL, CERC): la DREAL finance le CERC pour réaliser une étude de marché sur le potentiel de développement de la filière MBS dans le secteur bâtimentaire en Hauts de France. Ses résultats sont attendus pour début 2019 ;
- Étude paille (ADEME, Chambre d'Agriculture): l'ADEME H2F finance une étude paille portée par la Chanvre d'Agriculture H2F dont l'objectif est de fournir aux porteurs de projets et à leurs partenaires des recommandations logistiques adaptées à la construction, notamment à travers un guide pratique pour le montage de projet de construction à base de paille. L'étude s'articule autour de 3 actions (connaissance des acteurs de la filière et marché en perspective, optimisation de la structuration de la filière paille, communication et prospection) et doit s'étendre sur 18 mois, de septembre 2017 jusqu'à fin 2018.
- Étude/diagnostic de l'économie verte et du développement durable sur l'ex Picardie (DREAL HDF): Afin d'harmoniser les connaissances des deux anciennes régions qui ont fusionné pour créer la région HDF, la DREAL a souhaité identifier les acteurs de l'économie verte et du développement durable en ex Picardie, les filières et les segments stratégiques ainsi que d'identifier les bonnes pratiques de développement durable dans le secteur économique et au profit d'un développement économique. L'approche à l'échelle picarde devra tenir compte des dynamiques en présence à l'échelle des HDF pour en saisir toutes les opportunités.

15.3.2 - Des démarches régionales

- La création d'un réseau des ambassadeurs biosourcés (DREAL): Initialement mis en place en région Centre, ce dispositif national, porté par les DREAL, a pour objectif de créer un réseau d'ambassadeurs de matériaux biosourcés, formés et outillés. Les acteurs ciblés par ce dispositif sont les personnes en contact avec la maîtrise d'ouvrage et notamment la maîtrise d'ouvrage publique. L'objectif est que ces acteurs, une fois formés, soient en capacité d'informer et de rassurer sur les possibilités qu'offrent les matériaux biosourcés et en mesure de mettre en relation la maîtrise d'ouvrage avec les personnes ressources. En Hauts-de-France, la DGALN a souhaité créer ce réseau afin de donner l'opportunité aux maîtres d'ouvrages publics et parapublics d'être accompagnés dans leurs projets de construction de bâtiments durables.

Pour ce faire, la DGALN a missionné le CVRH d'Arras pour proposer et organiser une formation sur les filières bio-sourcées à destination des agents de l'État. Cette formation a eu lieu du 26 au 28 septembre 2017 et devrait être reconduite en 2019.

- Le COPIL régional « filières biosourcées en Haut de France » (CODEM, CD2E) : co-organisé par le CD2E et le CODEM, l'objectif de ce COPIL est de mettre en commun les informations relatives aux filières afin de définir les orientations visant leur structuration et leur développement. Le 1^{er} COPIL, qui a eu lieu le 8 juin 2017, a porté sur un état des lieux des filières matériaux biosourcés en H2F et sur un zoom sur les filières paille et chanvre.

15.3.3 - La volonté départementale de faire de l'Aisne un territoire démonstrateur d'une éco filière à usage bâtementaire

Alors que la réforme de la politique agricole commune se profile, l'agriculture axonnaise, majoritairement présente sur le territoire, doit chercher à se diversifier. A l'image de départements comme l'Aube et son investissement dans la production de matériaux issus de la culture du chanvre, la structuration d'une filière bio sourcés pour le secteur du bâtiment constitue une forte potentialité de développement à partir des matières premières disponibles que sont le bois, la paille, le colza, le chanvre, etc.

Les besoins identifiés dans le domaine du logement, aussi bien en terme d'offres nouvelles au sud que de réhabilitations au nord, traduisent par ailleurs l'existence d'un marché et de débouchés réels. Le développement de cette filière pourra en outre favoriser la formation et le recrutement dans le secteur du BTP dans un contexte local de dépression économique forte.

Les ingrédients sont donc réunis pour faire de l'Aisne, à terme, un véritable territoire démonstrateur d'une éco filière à usage bâtementaire. C'est la raison pour laquelle le Préfet de l'Aisne et Philippe Vasseur, commissaire spécial à la revitalisation et réindustrialisation des Hauts de France, ont officiellement prononcé le lancement des travaux visant à développer une filière d'éco-rénovation et d'éco-construction dans l'Aisne le 29 juin dernier.

Le souhait de voir émerger des filières matériaux bio sourcés à usage bâtementaire a nécessité la mise en place d'une gouvernance globale qui se décline à plusieurs niveaux :

- **Le COPIL**

Suite à la venue de Philippe Vasseur, le Préfet de l'Aisne a souhaité rapidement engagé la démarche d'émergence des filières matériaux bio sourcés en réunissant l'ensemble des acteurs, qui se sont lancés, à des degrés d'avancement divers, dans des réflexions et/ou des démarches destinées à permettre la mise en œuvre de cette filière, au sein d'un COPIL le 16 octobre dernier.

Ce premier COPIL composé notamment des représentants d'intercommunalités, des 3 chambres consulaires (Chambre de Commerce et d'Industrie, Chambre d'Agriculture, Chambre des métiers et de l'Artisanat), du conseil départemental et du conseil régional, des services de l'État (DREAL, DRAAF, DDT, DIRRECTE) et d'établissements divers (pôle Industrie Agro-Ressources, ADEME, OPH Aisne, FFB, CAPEB), a consisté à présenter le contexte local justifiant l'engagement dans cette filière, la feuille de route (responsabilités et rôles de chacun, calendrier, etc) et l'organisation et les missions du CLUSTER, corollaire technique du COPIL.

Le COPIL s'est à nouveau réuni le 19 avril 2018 et se réunira le 12 novembre 2018.

- **Le CLUSTER**

Le CLUSTER, dont l'animation a été confiée à Aisne Avenir qui réunit les représentants des trois chambres consulaires, est chargé de mettre en œuvre les actions permettant d'atteindre les objectifs de la feuille de route définie par le COPIL.

La réussite d'un tel projet impliquant la mobilisation des acteurs de toute la filière (acteurs agricoles, acteurs de la transformation et de la mise en œuvre, acteurs du logement et de la construction, etc), Aisne Avenir a fait le choix de

rassembler dans ce CLUSTER quelques organismes représentant ces différents stades de la chaîne (DDT, OPAL, FFB, CODEM, CAUE, Pôle IAR, Coopenergie).

Le COPIL avait donné comme premier objectif au CLUSTER, sur une période de 3 mois, de travailler sur deux thématiques, qui ont chacune fait l'objet d'une feuille de route, permettant d'aboutir à l'identification des filières MBS à développer prioritairement sur notre territoire :

- Feuille de route « État de l'art » : l'objectif était d'assurer la robustesse de la filière en réunissant les connaissances et expertises des différents acteurs sur les techniques existantes ou en développement. Les objectifs consistaient donc à : réaliser un état des lieux des techniques existantes ou en développement pour répondre aux objectifs du cluster; définir des critères de hiérarchisation de ces techniques afin d'en évaluer leur fiabilité et leur robustesse; pour enfin confronter ces techniques aux potentialités du territoire. Le projet devait avoir pour livrable les critères de hiérarchisation des filières territorialisées potentielles. Ces éléments devaient être confrontés aux éléments de la thématique « Marché » afin de définir une ou des filières qui pourraient se positionner sur le marché de l'éco-construction et/ou de l'éco-rénovation.
- Feuille de route « Marché » : l'objectif de ce groupe était d'assurer le positionnement de la filière sur le marché de la construction et/ou de la rénovation en réunissant les connaissances et expertises des différents acteurs sur les besoins, l'état actuel et les tendances du marché. Les objectifs consistaient donc : à caractériser les besoins en éco-rénovation/éco-construction : quels types de besoins, en quelles quantités et sur quelles temporalités; définir les critères de sélection qui permettront à une ou des filière(s) de se positionner sur le marché (performances, prix, critères de mise en œuvre, etc.). Le projet devait avoir pour livrable l'ensemble des critères de sélection pour une filière éco-rénovation/éco-construction qui pourrait se positionner sur le marché. Ces éléments devaient être confrontés aux éléments du groupe « État de l'art », chargé de définir les techniques existantes transposables sur le territoire, afin de définir une ou des filières qui pourraient se positionner sur le marché de l'éco-construction et/ou de l'éco-rénovation.

Le CLUSTER s'est donc réuni 4 fois (21 novembre 2017 ; 18 décembre 2017 ; 18 janvier 2018 ; 21 février 2018) et ses travaux ont permis de dresser un état des lieux des filières présentant un potentiel de développement sur le territoire de l'Aisne :

- Sur la paille, le constat a été fait d'une ressource abondante mais d'une transformation encore compliquée (absence de presses, identification de presses compatibles compliquée), d'une utilisation possible uniquement en construction neuve (absence de règles professionnelles en rénovation pour le moment, des règles professionnelles devraient néanmoins apparaître en 2018 pour l'isolation) et d'une résistance culturelle au déploiement (un seul artisan formé dans l'Aisne aux règles de la construction en paille). Néanmoins, quelques pistes de développement sont à l'étude: l'étude paille Ademe/CA H2F qui devrait aboutir en 2018; l'évocation d'une isolation par l'extérieur en paille développée en région Centre par l'entreprise Strawtec et la possibilité d'acheter des presses conformes via des machinistes allemands et autrichiens que rencontre l'ADEME début 2018.
- Sur le colza, le constat a été fait d'une ressource abondante mais de l'absence totale de règles professionnelles. Néanmoins des exemples de constructions existent (cf Namps au Mont présenté par Coopenergie) et la possibilité éventuelle d'obtenir une normalisation plus rapide des techniques de remplissage.
- Sur le chanvre, le constat a été fait d'une faible ressource et de conditions climatiques difficiles pour s'étendre sur le territoire. Il s'agit néanmoins d'une filière intéressante si la PAC exige des agriculteurs une diversification de leurs cultures. Toute la plante peut en outre être utilisée y compris dans des domaines autres que bâtimentaires (litière animale par ex) et des règles professionnelles existent.

Parallèlement, le CLUSTER a travaillé en se mettant à la place des clients potentiels. L'accent a notamment été mis sur le marché de l'isolation, les marchés de panneaux à particules allégés et les bétons. L'isolation est ainsi ressortie comme un marché à fort enjeu avec un accent mis sur l'isolation des combles (poste considéré comme le plus déperditif).

Au regard de ces éléments, chaque filière s'est vue attribuer une note finale au regard d'un certain nombre de critères (disponibilité de la matière première, concurrence avec les autres débouchés, mobilisation des producteurs, prix d'achat

de la matière première, structuration de la filière, apport de capitaux, réglementation existante, performances techniques, modalité de mise en œuvre, prix du produit fini, enjeu environnemental, enjeu social, etc). Ce scoring a permis de hiérarchiser les filières à développer : la paille pourrait être ainsi la principale filière à développer à court terme, le colza et le chanvre pourraient être développées à plus long terme.

Le travail de hiérarchisation des filières a ensuite conduit le CLUSTER à mener un travail de concrétisation du développement des filières prioritaires sur les thématiques de la production, la transformation, la mise en œuvre, la formation et transfert de compétences (rencontres avec les producteurs de paille, visites d'entreprises spécialisées, etc).

- **La recherche de démonstrateurs**

Depuis le lancement par le Préfet de l'Aisne et Philippe Vasseur, commissaire spécial à la revitalisation et réindustrialisation des Hauts de France, des travaux visant à développer une filière d'éco-rénovation et d'éco-construction dans l'Aisne le 29 juin dernier, la DDT 02 cherche à trouver des démonstrateurs susceptibles de proposer des projets de construction et/ou de réhabilitation de logements à partir des filières locales de matériaux biosourcés.

- l'OPAL : l'OPAL s'est engagé, par courrier du 7 mars 2018, à réaliser 4 opérations en MBS : réhabilitation de 8 logements à Villeneuve-Saint-Germain ; réhabilitation de 6 logements à Laon ; construction de 3 logements à Anizy-le-Château et construction de 4 logements à Fère en Tardenois.
Les deux opérations de construction neuve à Anizy-le-Château et à Fère-en-Tardenois concernent : 2 logements pour seniors à Anizy-le-Château avec ossature bois d'essence locale (éventuellement du peuplier) et remplissage par ballots de paille ; 4 logements pour seniors à Fère-en-Tardenois, compris dans un programme de construction de 24 logements locatifs sociaux individuels, avec ossature en béton de colza, avec l'aide du CODEM (qui s'est engagé dans un projet de recherche applicatif visant à développer et mettre sur le marché des blocs de béton de colza porteurs et non porteurs).
- La CC Chemin des Dames : la CC Chemin des Dames souhaite réaliser une maison du tourisme en bois à proximité immédiate de l'abbaye de Vauclair. Elle a sollicité à ce titre les services de la DDT pour l'aider à finaliser la rédaction de son cahier des charges en vue de son appel d'offres destiné à recruter une AMO. Cet appel d'offres devrait être publié prochainement.
- Bâtiments agricoles : en lien avec la Chambre d'agriculture, des agriculteurs ont été approchés afin de mettre en place des démonstrateurs (isolation principalement) sur des bâtiments d'élevage et de stockage de pommes de terre. Par ailleurs la chambre d'agriculture recherche des agriculteurs prêts à installer une presse pour tester la fabrication de ballots de paille adaptés à la construction.