



Mise en contexte

Lever les aprioris...Ouvrir le champ des possibles...

Sophie TRACHTE

Laboratoire ACTE - ULiège

PRÉSENTATION ORATRICE

Après avoir travaillé 10 années en bureau d'architecture et 15 années en tant que chercheuse à l'UCLouvain (Architecture et Climat), Sophie Trachte est depuis 2021, professeure à la Faculté d'Architecture de l'ULiège dans le domaine de la Technologie de la construction, dans une approche éco-responsable, circulaire, frugale et régénérative. Elle développe des recherches dans le domaine de la conception et la réhabilitation de bâtiments, de la conception et construction de bâtiments adaptables, réversibles et démontables ainsi que du réemploi des matériaux, et du développement de systèmes constructifs et de matériaux, à partir de ressources locales biosourcées ou recyclées, peu transformées, et à faible impact environnemental. Elle est l'auteur de l'ouvrage « *Isolants Thermiques en rénovation, réaliser un choix équilibré entre confort, performance énergétique, approche environnementale et gestion circulaire des ressources* ».

La présentation présente le contexte général dans lequel s'inscrivent les matériaux biosourcés en construction en vue de lever les aprioris et ouvrir le champ des possibles. Elle met en évidence les matières premières utilisées, les applications et usages, l'état des filières, les propriétés techniques et physiques, les aprioris sur ces matériaux ainsi que sur leurs atouts environnementaux et leurs atouts en rénovation. La présentation se conclue sur quelques analyses TOTEM.





OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Replacer les matériaux de construction « bio et géosourcés » dans un **contexte global de durabilité** (réchauffement climatique, manque de ressources...), **de régénération des territoires et de réactivation de savoir-faire locaux**.
- **Mettre en évidence leurs différents atouts**, tant esthétiques, techniques, que constructifs ou sociétaux.
- Lever certains aprioris.
- Mettre en évidence **leur diversité d'usages et d'applications en architecture**.
- Présenter **l'état des filières aujourd'hui en Belgique et en France**. Identifier les leviers et les obstacles à leur utilisation.
- Mettre en évidence **les atouts des isolants biosourcés en rénovation**, vu la demande croissante d'ici 2050 pour ce type de matière.
- Faire le point sur le **bilan environnemental de ces matériaux**, de manière générale et **via TOTEM**.



PLAN DE L'EXPOSÉ

- I. Matériaux de construction: matières premières utilisées et transformations subies
- II. Matériaux biosourcés: définition, historique, évolution des pratiques et potentiel
- III. Matériaux biosourcés: usages et applications en architecture
- IV. Matériaux biosourcés, l'état du marché et des filières
- V. Matériaux biosourcés, lever les aprioris
- VI. Matériaux biosourcés, leurs atouts environnementaux
- VII. Les atouts des isolants biosourcés en rénovation
- VIII. Les matériaux biosourcés et TOTEM



I. Matériaux , matières premières, transformations

Types de ressources utilisées
Types de transformation subie





I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES

La nature d'un matériau de construction dépend à la fois

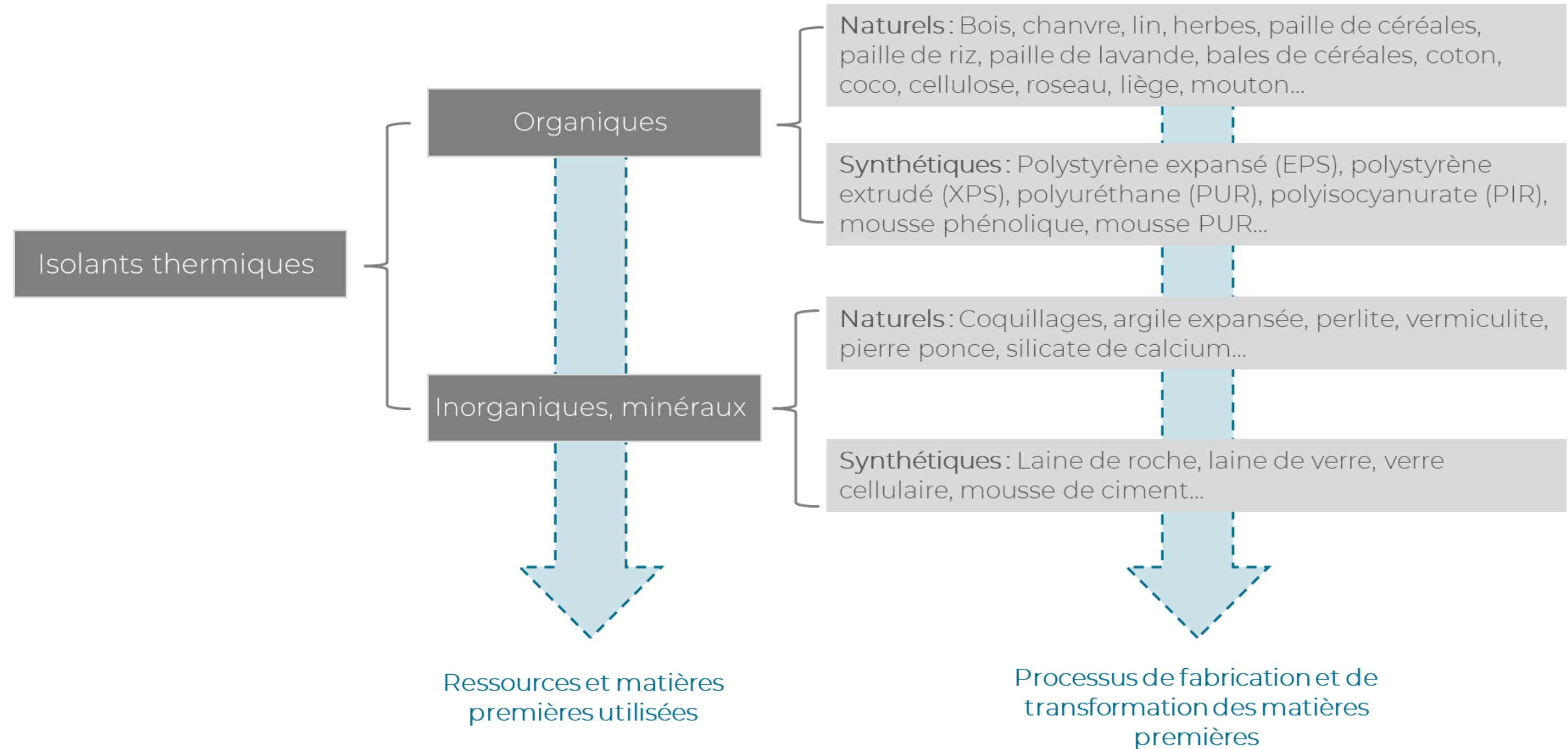
- **des ressources et des matières premières** avec lesquelles ils sont produits
- **des transformations subies** par ces matières **lors du processus de fabrication**.

Selon **la ressource ou matière première** utilisée, on distingue **les matériaux organiques** et **les matériaux inorganiques ou minéraux**.

Selon le **processus de fabrication et le(s) type(s) de transformation subie**, on caractérise **les matériaux dits « naturels »** (pas ou peu transformés) et **les matériaux dits « synthétiques ou artificiels »** (très transformés).



I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES



I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES

Un matériau de construction est généralement composé de deux types de matières premières, **les matières dites «dominantes » et celles dites « secondaires »**.

Les matières dominantes sont les plus importantes en masse. Leur fonction est d'assurer la ou les principales caractéristiques du matériau fini auquel elles donnent généralement leur nom.

Les matières secondaires ou additionnelles sont utilisées pour augmenter les performances du matériau, assurer la pérennité du matériau, faciliter leur mise en œuvre et/ou pour préserver la sécurité de l'utilisateur. Elles sont, pour la plupart, des matières synthétiques issues de la pétrochimie. **Il s'agit notamment de:**

- Liants
- Agents moussants
- Agents hydrophobes ou biocides
- Ignifugeants



I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES

Au niveau des **matières premières dites « dominantes »** on retrouve:



Organique biosourcé



Structure fibreuse
Structure granulaire/vrac



Organique de synthèse



Structure cellulaire
Structure granulaire/vrac



Inorganique/minéral



Structure fibreuse
Structure cellulaire
Structure granulaire/vrac



Recyclé



Structure fibreuse
Structure granulaire/vrac



I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES

Au niveau des **matières premières dites « dominantes »** on retrouve:



Organique biosourcé



Structure fibreuse
Structure granulaire/vrac

Matières organiques biosourcées

Matières carbonées produites de manière continue, **par des végétaux ou des animaux**, et ce, **dans un cycle de production renouvelable**, allant de quelques mois à plusieurs dizaines d'années.

Leur **cycle de production est court et** considéré comme **circulaire** puisque ces matières premières, à l'état naturel, sont biodégradables.

Ces ressources sont également propices au développement économique local ou régional, mais aussi au développement de circuits courts.



I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES

Au niveau des **matières premières dites « dominantes »** on retrouve:



Matières organiques biosourcées

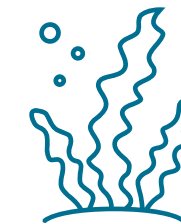
Ces matières proviennent essentiellement de fibres végétales, issues de différentes parties des plantes: graines, tiges, fruits ou feuilles.



Sylviculture



Agriculture



Divers
écosystèmes



Recyclage

Selon Valbiom, le lin, l'ortie, le chanvre, le miscanthus, l'herbe, la paille de céréale, la paille de colza et le lin oléagineux sont des cultures implantées en Wallonie.



I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES

Au niveau des **matières premières dites « dominantes »** on retrouve:



Matières inorganiques

Les matières minérales, à la différence des matières organiques, **ne sont pas produites par des êtres vivants**. En revanche, on les trouve telles quelles dans le milieu naturel, principalement dans la lithosphère, **sous forme de roches et de minéraux**.

Le cycle de production de ces ressources est extrêmement long, ce qui leur confère un caractère non renouvelable. Certaines matières comme la terre, sont disponibles en très grande quantité, d'autres en revanche arrivent à épuisement (certains métaux, sable,...)

Certaines permettent de produire des matériaux géosourcés, associés aux biosourcés comme **la terre crue, les coquillages, la pierre naturelle**.



I. MATÉRIAUX ET MATIÈRES PREMIÈRES

Au niveau des **matières premières dites « dominantes »** on retrouve:



Matières organiques de synthèse

Les matières organiques synthétiques sont des composés organiques de synthèse qui ne se trouvent pas tels quels dans la nature. Ce sont **des matières carbonées, comme les matières organiques d'origine végétale**, mais produites à partir de matières organiques fossiles, **principalement du pétrole**, dont le cycle de production est extrêmement long.

Ces matières sont **chimiquement transformées par l'homme et considérées comme non renouvelables et non biodégradables**. La plupart de ces matières possèdent cependant un potentiel élevé de recyclage.

Certaines de ces matières permettent la production d'additifs qui sont incorporés dans les matériaux biosourcés, notamment des fibres structurelles



I. MATÉRIAUX ET TRANSFORMATIONS

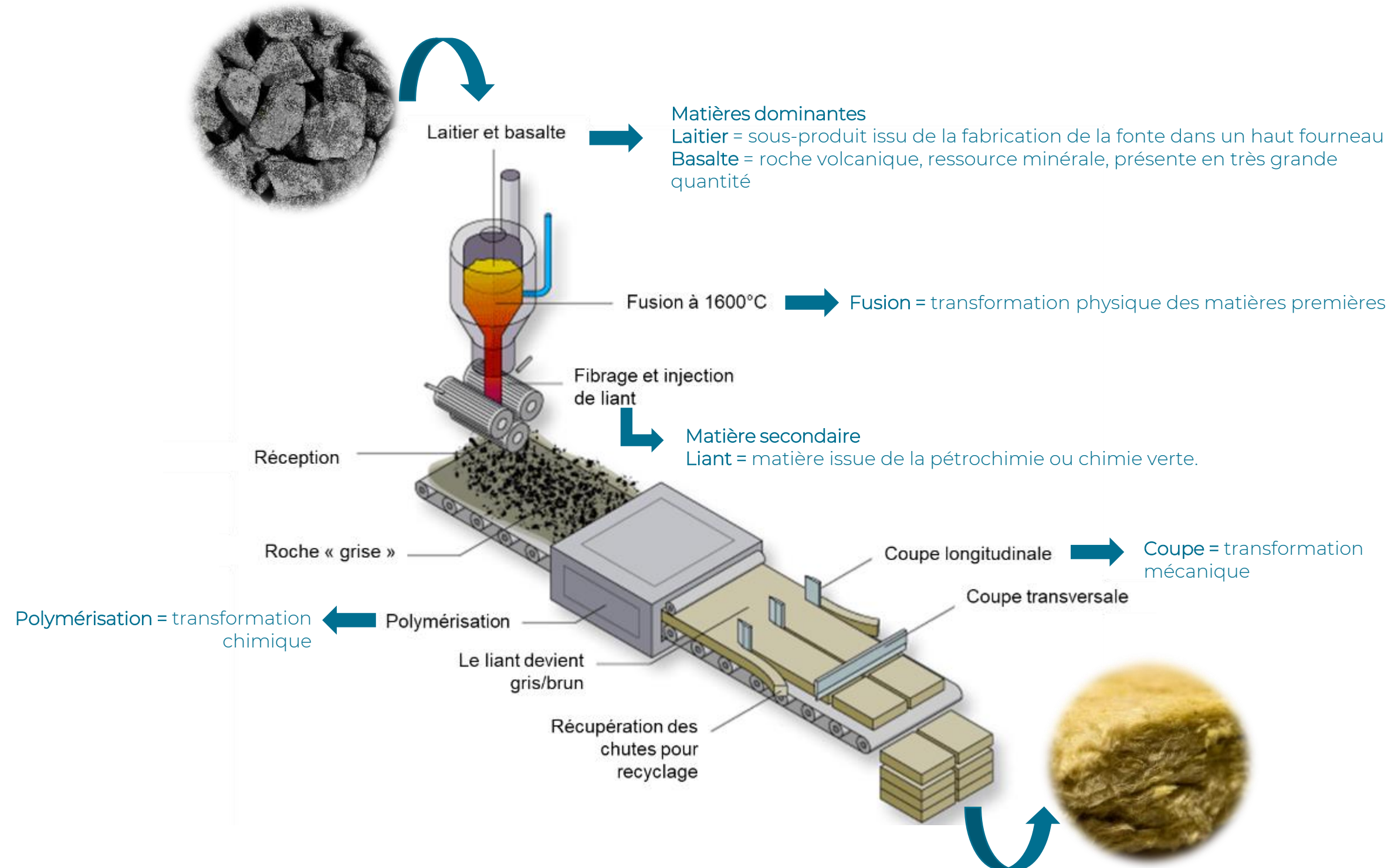
Afin de produire un matériau «fini» qui puisse être mis en œuvre dans la construction ou la rénovation d'un bâtiment, **les matières premières passent par un processus de fabrication où elles subissent différentes transformations.**

Ces transformations entraînent **un potentiel** plus ou moins important **d'éloignement entre la nature du produit fini et celle de la matière première dominante.**

- **Transformations mécaniques** : n'impliquent aucun changement d'état de la matière et s'effectuent de manière exclusivement mécanique. Il s'agit des procédés de peignage, de brossage, de broyage, de découpage.
- **Transformations physiques**: impliquent un changement d'état de la matière, au point de vue physique. Cela se produit lorsque la matière est chauffée, refroidie, séchée, fondue...
- **Transformations chimiques**: se produisent lorsque les composés chimiques – atomiques, ioniques ou moléculaires – qui constituent la matière sont modifiés. La matière obtenue après réaction chimique est d'une nature différente de la matière première.



I. MATÉRIAUX ET TRANSFORMATIONS



II. Matériau biosourcé

Définition

Historique et évolution des pratiques

Potentiel





Ballot de paille de céréales © D.Stiernon

II. MATÉRIAU BIOSOURCE – DÉFINITION

Sur base des premiers slides parcourus, on peut **définir un matériau biosourcé comme**

- Un matériau fabriqué à partir de matières carbonées issues de la biomasse et produites de manière continue par des végétaux ou animaux;
- Un matériau est dit « naturel », s'il a subi peu de transformation et sa nature reste proche de celle de la matière dominante.

...Allons un peu plus loin, en s'appuyant sur la littérature...



II. MATÉRIAU BIOSOURCE – DÉFINITION

Sur base du travail d'analyse de la littérature réalisé par M. Bos et D. Stiernon (UCLouvain), on peut définir un **matériau de construction biosourcé** comme

- Un matériau d'origine végétale ou animale, dérivés de la biomasse,
Avec un taux > 80%
- Un matériau ou matière d'origine biologique, à l'exclusion des matières se trouvant dans les formations géologiques et/ou fossilisés,
- Un matériau généralement biodégradable, pouvant être composté,
- Un matériau renouvelable.

Les matières biosourcées peuvent être présentes, soit dans leur état naturel, soit sous une forme synthétisée ou fabriquée par traitement(s) physique, chimique ou biologique(s) qui utilisent de la biomasse.



II. MATÉRIAU BIOSOURCE – DÉFINITION

Les **matériaux biosourcés** ne sont pas nécessairement **le reflet d'une amélioration des performances environnementales, économiques, sociales, techniques et/ou sanitaires.**

- Les matières premières sont parfois rares ou disponibles uniquement dans certaines régions et elles sont cultivées, transportées et transformées pour produire des matériaux.
- Les matériaux biosourcés sont rarement utilisés sans additifs qui sont généralement des matières synthétiques, dérivées du pétrole.

La performance réelle d'un matériau biosourcé doit être évaluée par une analyse du cycle de vie, en tenant compte

- de toutes les étapes du cycle de vie
- de l'ensemble des indicateurs environnementaux



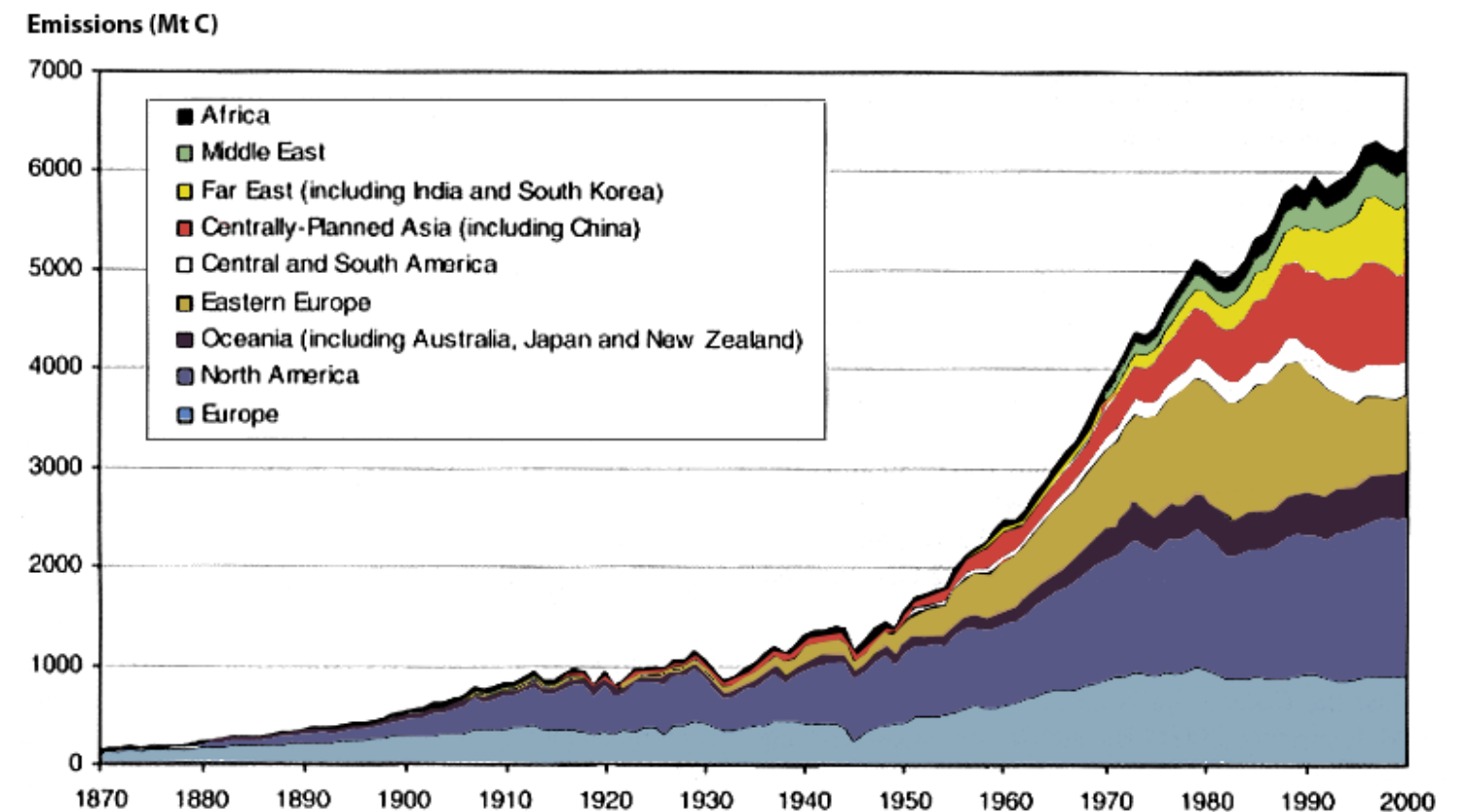
II. MATÉRIAU BIOSOURCÉ - HISTORIQUE

Au début du XXe siècle, **la biomasse fournissait plus de 75% des besoins mondiaux en matières premières**. Cent ans plus tard, la consommation en matières premières a été multipliée par huit et **la biomasse n'en représente plus que 30%**.

Notre société est passée d'une économie

- Biosourcée à une économie du minéral;
- Locale ou régionale à une économie mondiale;
- Circulaire à une économie linéaire.

...entraînant d'énormes productions de gaz à effet de serre et modifiant l'équilibre entre les différents puits de carbone.



II. MATÉRIAU BIOSOURCÉ - HISTORIQUE

Les matériaux biosourcés et bâti vernaculaire (bâti d'avant 1800)

Les matériaux biosourcés sont omniprésents dans le bâti vernaculaire de presque toutes les régions du monde et ils sont, par ailleurs, fortement ancrés dans leur territoire de production ainsi que dans les savoir-faire et les traditions

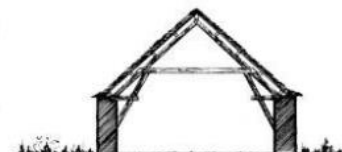
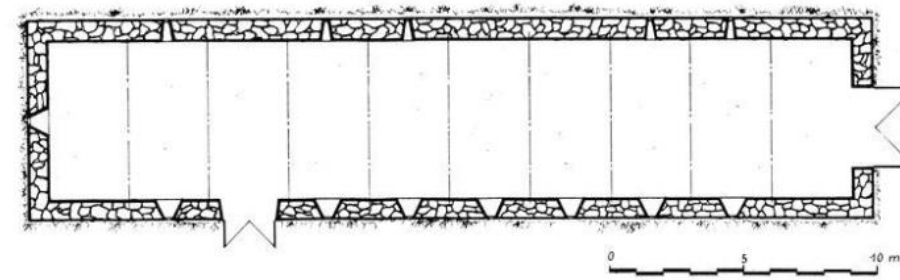
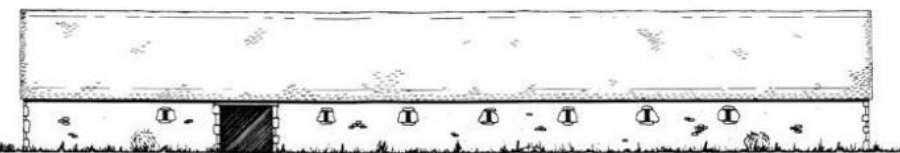
On retrouve principalement la terre crue, le bois, le torchis, les fibres végétales, les fibres animales et la pierre naturelle.

La réutilisation et le réemploi des matériaux sont des pratiques très courantes: bois d'œuvre, pierre naturelle...



II. MATÉRIAU BIOSOURCÉ - HISTORIQUE

Les matériaux biosourcés et bâti vernaculaire (bâti d'avant 1800)



Illustrations: (1) Ville historique de Shibam, Yémen – source: © Sumba; (2) Trulli d' d'Alberobello – source: <https://whc.unesco.org/fr/list/787/>; (3) Maison japonaise Minka – Source: Wikipédia - https://fr.wikipedia.org/wiki/Minka_%28Japon%29 ; (4) Pan de bois et torchis – Source: S. Trachte, (5) Modèle de jasse dans l'Aveyron (France) – source: <https://paysageaveyron.fr/les-jasses-daltitude/> , (6) Maison à pans de bois à Nys – source: <https://beauxvillages.be/decouvertes/maisons-a-pans-de-bois-ny/>



II. MATÉRIAU BIOSOURCÉ - HISTORIQUE

Entre 1800 et 1914

Après la révolution industrielle en Europe, grâce à la production énergétique et l'invention de nouvelles machineries, de nouveaux matériaux et techniques constructives apparaissent : **verre, vitrage, briques de terre cuite, acier, fonte, béton, mortier à base de ciment...**

Les systèmes techniques se développent également dans l'habitat...notamment à Bruxelles:

- 1840: développement du réseau d'égouttage qui sera achevé en 1870
- 1857: le réseau d'eau potable installé dans la plupart des habitations
- 1860: apparition de la lampe à pétrole
- 1870 : réseau de gaz installé dans la plupart des habitations
- 1880: apparition du réseau électrique

La réutilisation et le réemploi des matériaux restent des pratiques courantes: bois d'œuvre, pierre naturelle, briques, éléments en acier et en fonte, vitrage, châssis, portes...



II. MATÉRIAU BIOSOURCÉ – EVOLUTION DES PRATIQUES

Après-guerre

La reconstruction du bâti, de l'entre-deux guerres et de l'après-guerre, entraîne, vu l'importance des besoins en logements et en matériaux, une évolution dans les pratiques constructives et la sélection des matériaux.

Pour Bruxelles, le point culminant se produit au niveau des années 1960, avec la construction annuelle de plus de 7000 logements.

Le secteur de la construction va passer d'une **approche artisanale / locale à une approche industrielle / mondiale** avec la production massive de différents bétons (y compris des systèmes préfabriqués), d'isolants thermiques, de panneaux sandwich, de vitrages, et de matières synthétiques...

La réutilisation et le réemploi disparaissent peu à peu des pratiques professionnelles. Les matériaux biosourcés sont délaissés au profit de matériaux « nouveaux », composites et fort transformés



II. MATÉRIAU BIOSOURCE – ÉVOLUTION DES PRATIQUES

Ce changement de paradigme économique va entraîner, **en trente ans, la raréfaction de certaines matières minérales** et faire prendre conscience, petit à petit à notre société que les ressources ne sont pas infinies...

- En 1968, l'économiste N. Georgescu-Roegen invente **la théorie de la décroissance**
- En 1968, **le club de Rome est fondé** par des industriels et universitaires de 52 pays dans le monde
- En 1972, le rapport « **The Limits of the Growth** » qui fait état de la mesure dans laquelle **une attitude expansionniste est incompatible** avec la réalité d'un monde dont les dimensions sont limitées et avec les besoins fondamentaux de la société mondiale
- En 1972, les réunions de préparation de la conférence de Stockholm, **une proposition de développement soutenable va être mise sur la table, sous le terme « écodéveloppement »**.
- En 1979, la National Academy of Sciences américaine rapporte que la **température planétaire pourrait augmenter de 1,5 à 4,5° C si le niveau de concentration de CO2 doublait**.
-



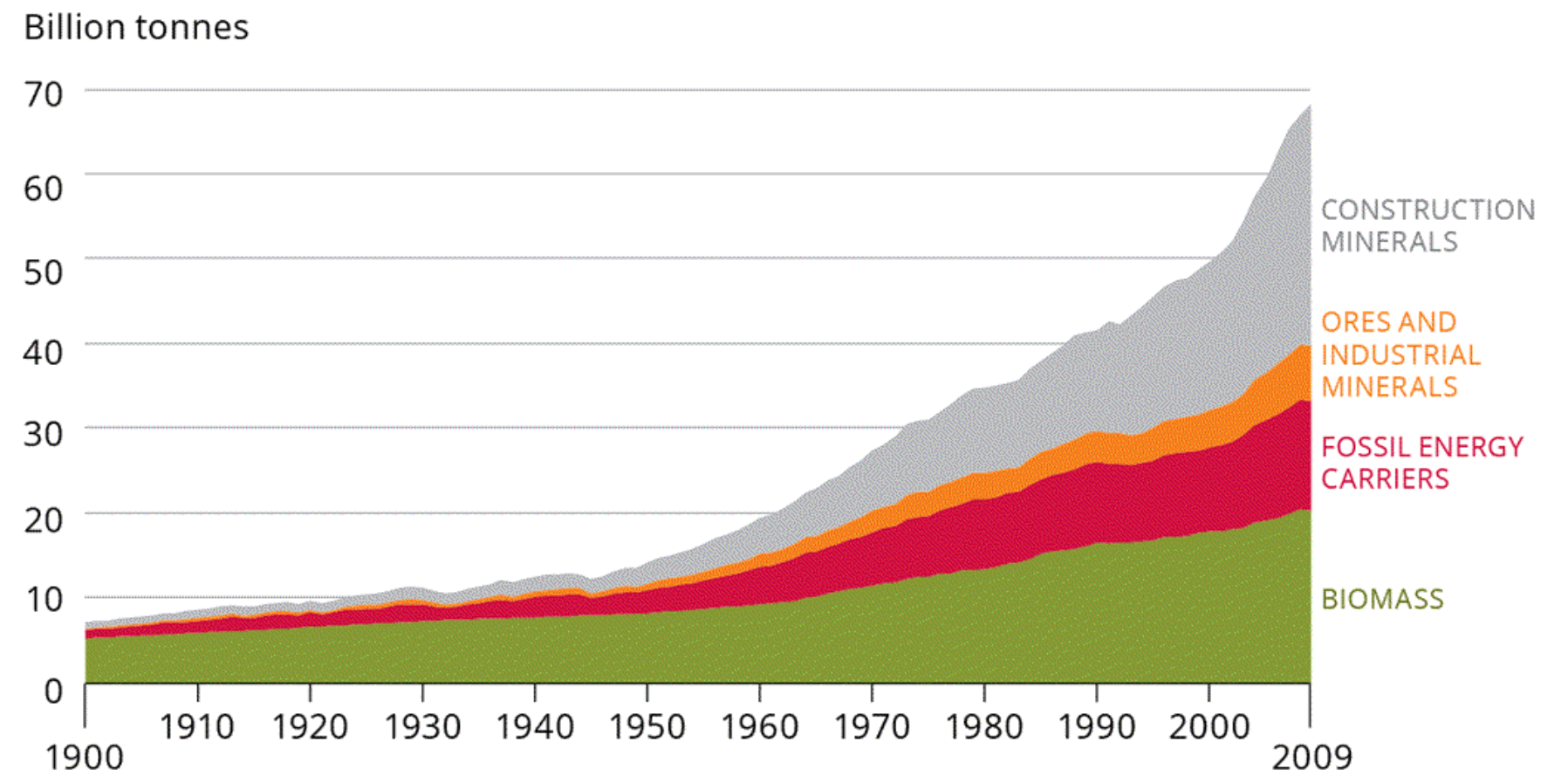
III. USAGES ET APPLICATIONS

Les matériaux biosourcés comme des **alternatives éco-responsables** aux matériaux traditionnels (béton et acier).

Le domaine de la construction est le principal utilisateur de matières premières dans le monde, loin devant les besoins de l'énergie. Depuis un siècle, **l'extraction des matériaux de construction a été multipliée par 34**, alors que celle des énergies fossiles a été multipliée par 12.

Source:

Krausmann F. et al (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. Ecological Economics 68(10), 2696-2705. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.05.007 (1) (PDF)
Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/222430349_Growth_in_global_materials_use_GDP_and_population_during_the_20th_century



III. USAGES ET APPLICATIONS

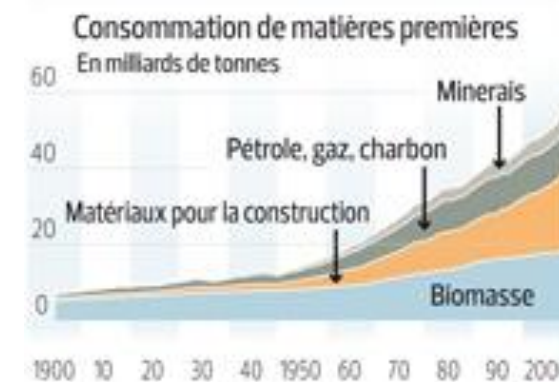
Les matériaux biosourcés comme des **alternatives éco-responsables** aux matériaux traditionnels (béton et acier).

Consommation mondiale annuelle de certaines ressources:

Béton:	9 milliards de tonnes ou 30 000 arches de la défense à Paris
Gravier:	4,7 milliards de tonnes ou 670 pyramides de Cheops
Sable:	2,2 milliards de tonnes
Ciment:	1,3 milliards de tonnes, soit 2,34 milliards de tonnes de calcaire et argile
Eau:	800 milliards de litres ou 23 fois le débit journalier de la Seine

Source: L. Courard, présentation "Recyclage des matériaux une solution complémentaire au réemploi », Bruxelles Environnement, mars 2023

L'appétit de matières premières grandit



Les 3 scénarios envisagés par l'ONU jusqu'en 2050

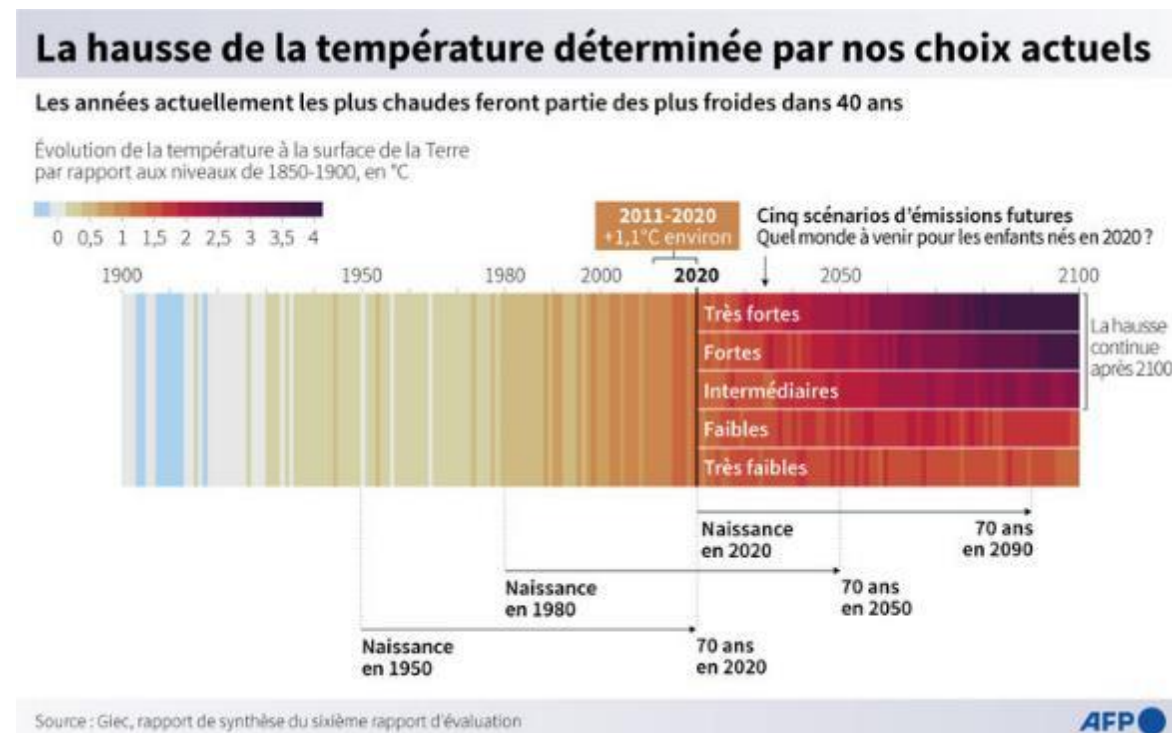


Source: <https://colibris-nancy.fr/lhumanite-epuise-les-ressources-naturelles>

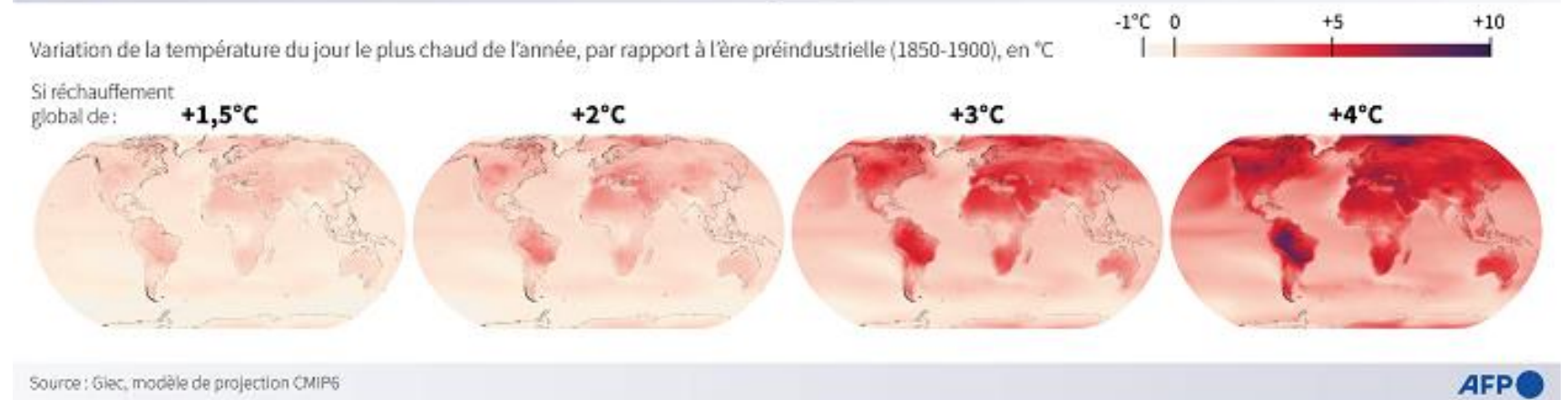


II. MATÉRIAU BIOSOURCE – ÉVOLUTION

Une seconde prise de conscience est celle du changement climatique, qui va peu à peu accentuer les inquiétudes face à la perte de biodiversité et à la raréfaction des matières premières.



Les scénarios du réchauffement climatique



Source: <https://www.novethic.fr/actualite/environnement/climat/isr-rse/les-cinq-graphiques-a-retenir-du-dernier-rapport-du-giec-151417.html>

Aujourd'hui, de nombreux secteurs d'activités se tournent vers les potentiels offerts par la biomasse et **on assiste donc à un redéploiement de la bioéconomie.**

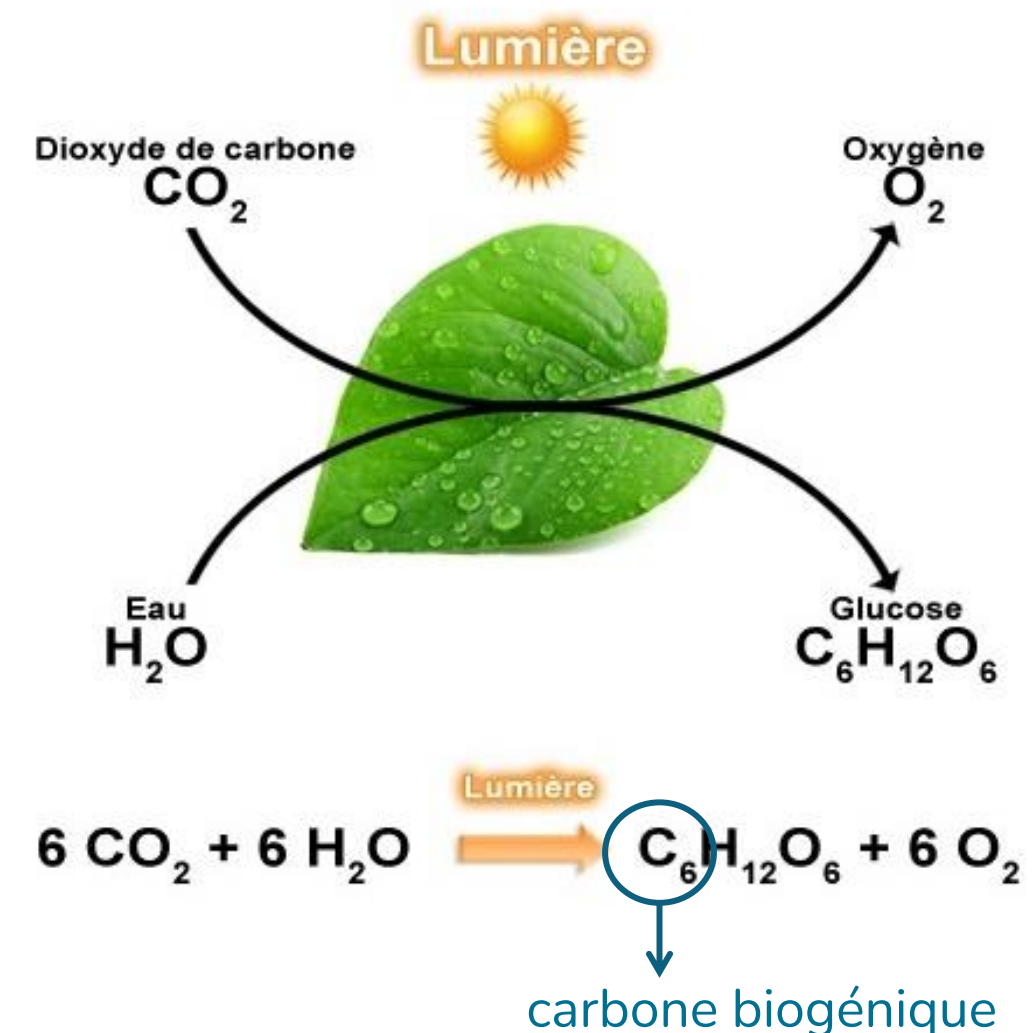
Le secteur de la construction – qui consomme près de 60% des matières minérales extraites – ne peut échapper à cette tendance...



II. MATÉRIAU BIOSOURCE – POTENTIEL

Face aux enjeux de raréfaction des ressources minérales et de réchauffement climatique, les matériaux biosourcés apportent des réponses ou des solutions concrètes.

- Les matériaux biosourcés sont issus d'une **ressource abondante, locale, diversifiée** (sylviculture, agriculture, aquaculture, recyclage, écosystèmes) et **surtout renouvelable**.
- Contrairement à la lithosphère qui ne réintègre que très lentement du carbone, **la biomasse absorbe à peu près autant de dioxyde de carbone (CO₂) qu'elle en produit.**



II. MATÉRIAU BIOSOURCE – POTENTIEL

Face aux enjeux de raréfaction des ressources minérales et de réchauffement climatique, les matériaux biosourcés apportent des réponses ou des solutions concrètes.

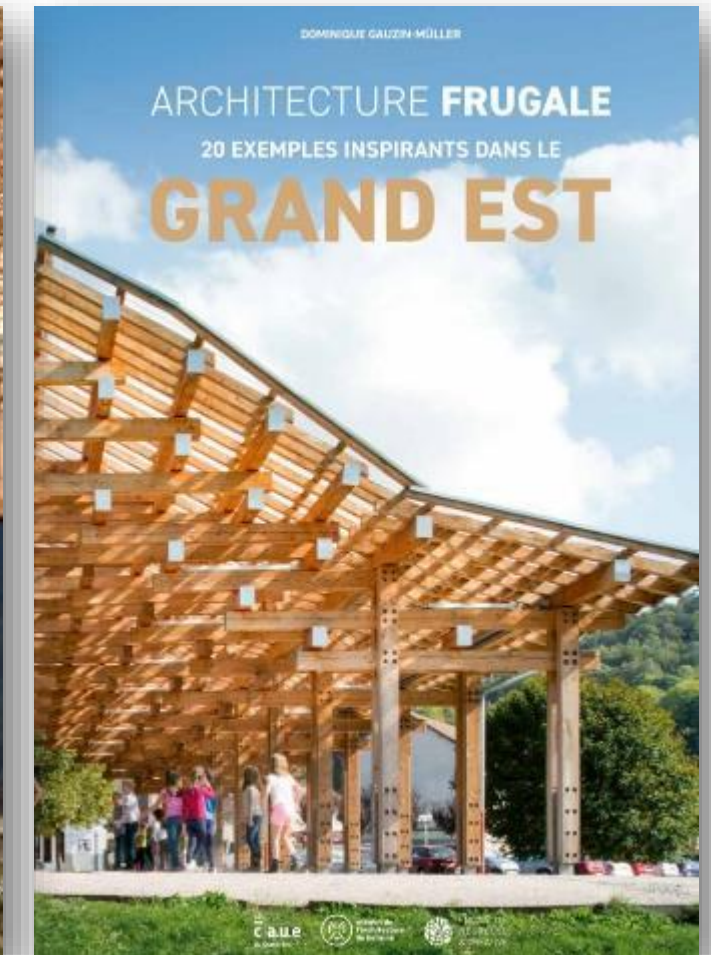
- Les matériaux biosourcés **valorisent régulièrement des sous-produits et co-produits d'autres secteurs**. Peu transformés, ils ont généralement **un cycle de production peu énergivore**.
- Ils encouragent la **mixité des matériaux** en offrant une **diversité d'usage et d'applications**, en alternative aux matériaux conventionnels, plus émissifs.



II. MATÉRIAU BIOSOURCE – POTENTIEL

Face aux enjeux de raréfaction des ressources minérales et de réchauffement climatique, **les matériaux biosourcés apportent des réponses ou des solutions concrètes.**

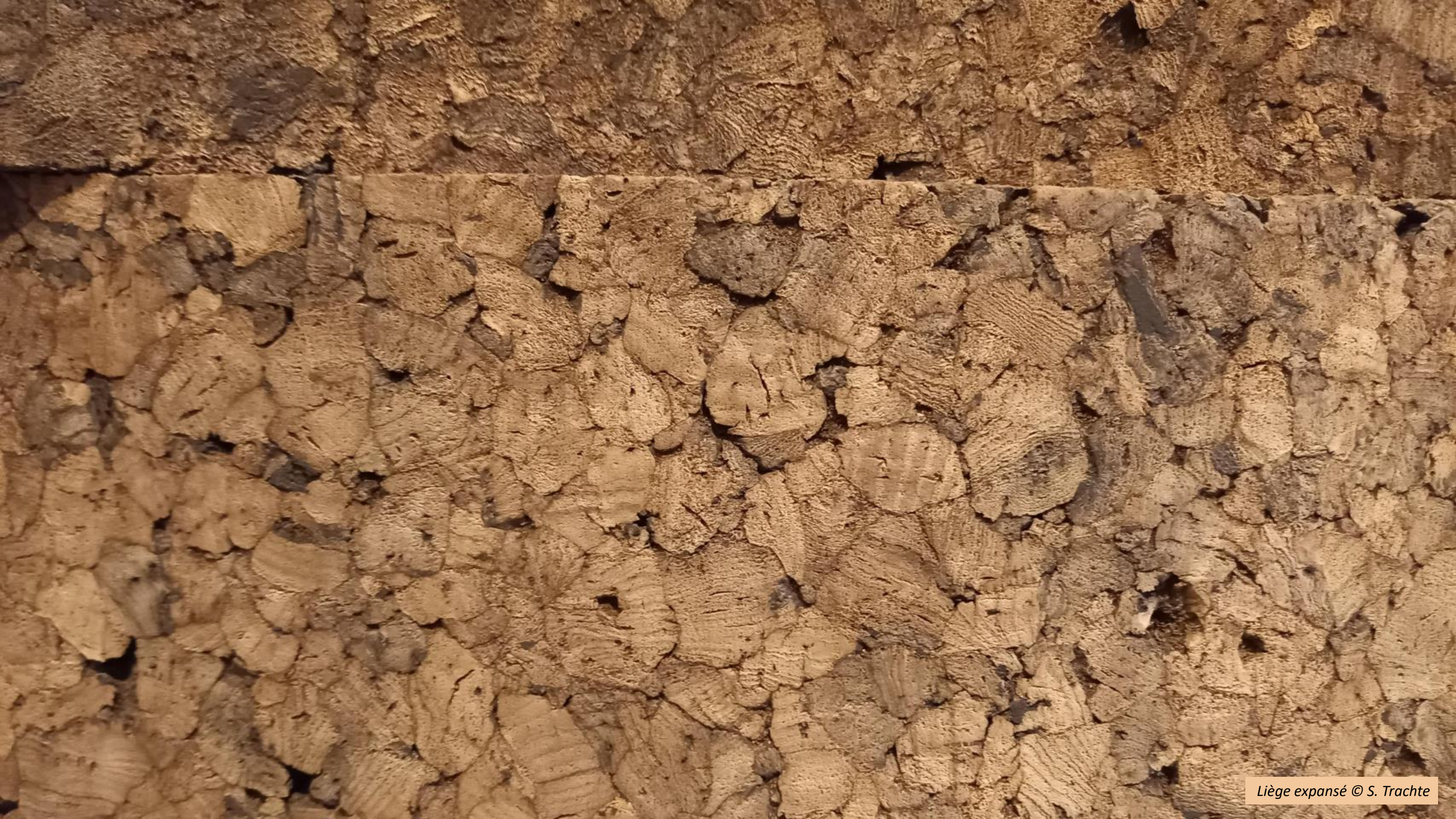
- Ils réaffirment **l'intelligence constructive en architecture**, qui vise à utiliser la juste quantité du bon matériau au bon endroit
- Ils offrent l'opportunité de **revenir à davantage de frugalité en architecture** (matières, énergie, technicité), **en favorisant les circuits courts et la résilience des territoires.**



III. Matériaux biosourcés, usages et applications

Structure
Isolation
Parachèvement
Finition et parement





III. USAGES ET APPLICATIONS

Selon l'Ademe (France), **les matériaux biosourcés sont principalement utilisés pour l'isolation.** Vu la diversité des matières, d'autres usages sont également envisageables, notamment en **structure, en couverture de toit, en parachèvement, en finition extérieure et intérieure, en mobilier fixe...**

Chiffres clefs de deux études menées par l'ADEME en France, étudiant la consommation de matériaux nécessaires à la rénovation énergétique du parc de logements d'ici 2050 ainsi que la production de déchets générés par ces opérations de rénovation

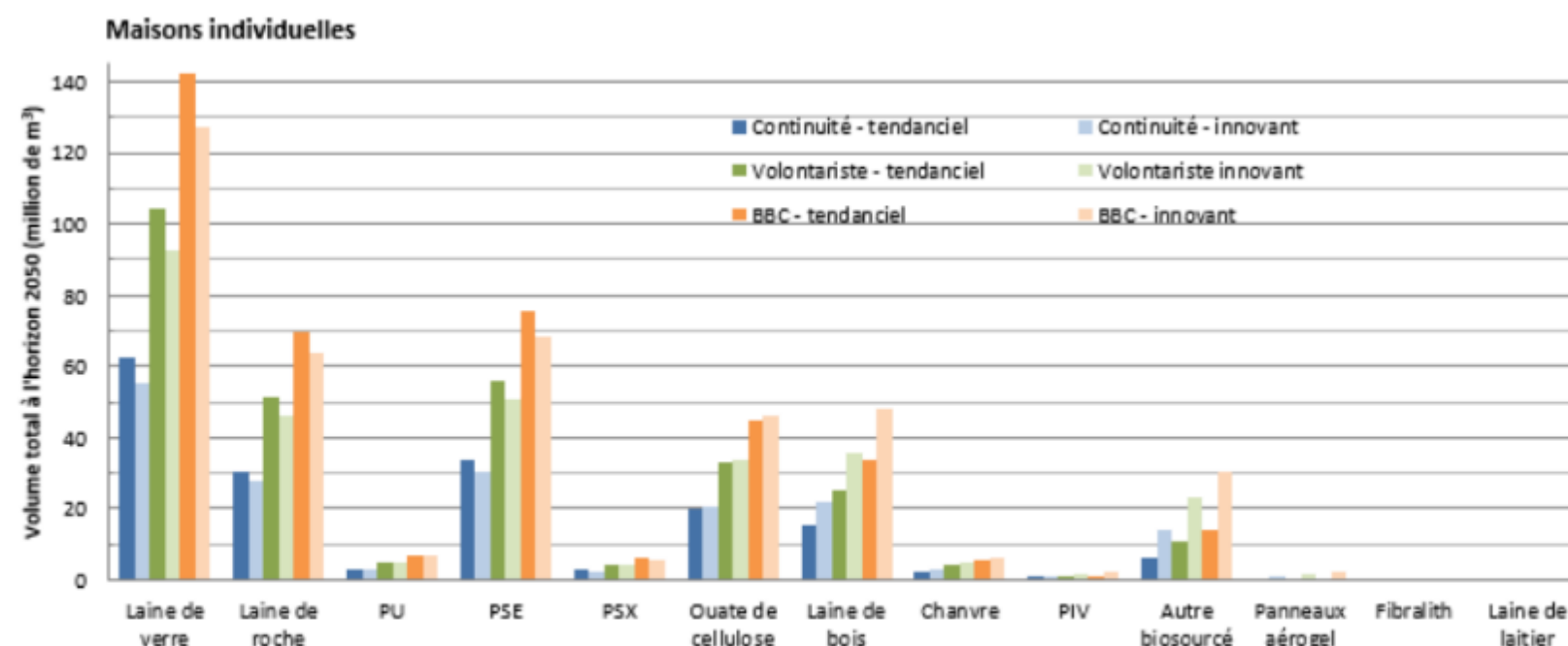
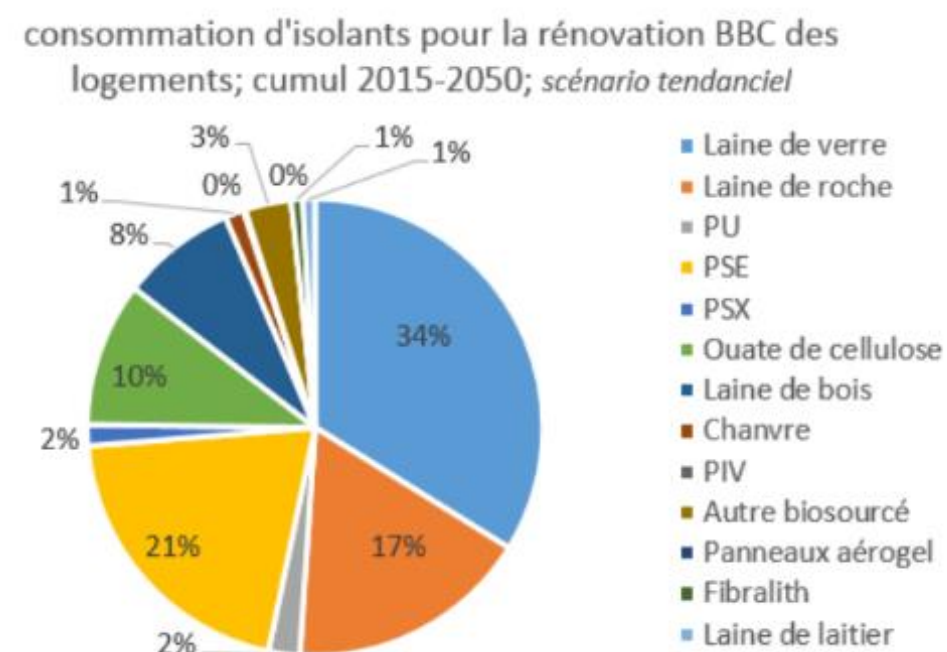


Figure 2 : consommation d'isolants pour la rénovation des MI à l'horizon 2050

III. USAGES ET APPLICATIONS

	Structure	Isolation	Couverture de toit	Parachèvement	Finition int.	Finition ext.	Mobilier
Bois	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Terre crue	😊			😊	😊	😊	😊
Bambou	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Pierre massive	😊		😊		😊	😊	
Paille	😊	😊	😊				
Autres fibres végétales		😊	😊	😊			
Liège		😊		😊	😊	😊	



Plusieurs espèces de bambou sont adaptées à nos climats tempérés. Le bambou, comme le bois, rend de nombreux services écosystémiques. Il peut être utilisé après 5 à 8 ans de croissance.

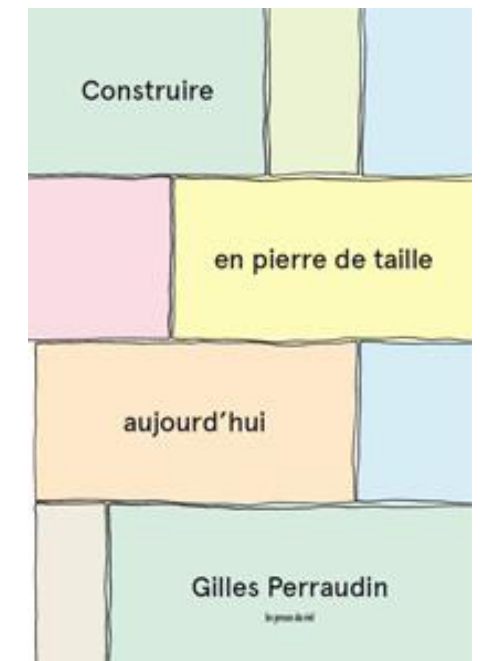
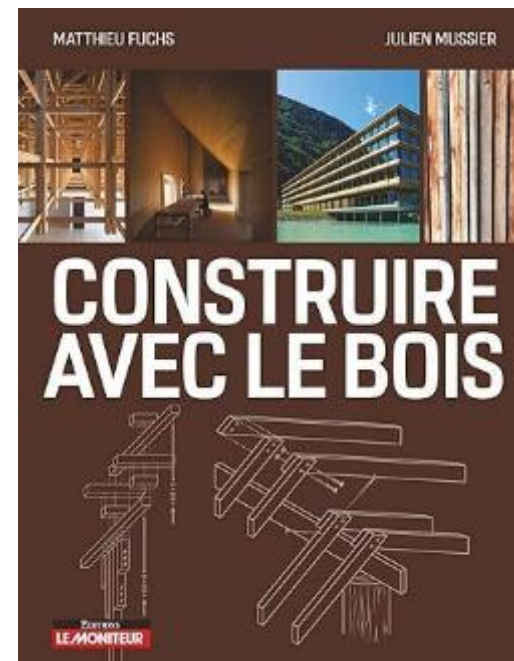
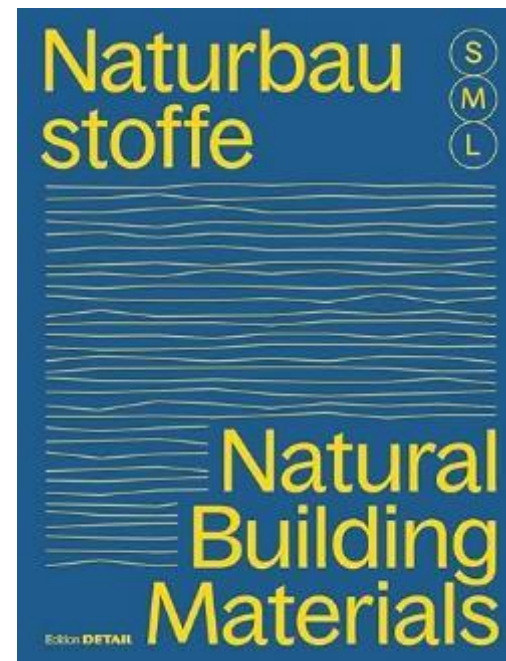


Les feuillus représentent 53 % de nos forêts wallonnes contre 47% pour les résineux. Ils sont peu exploités en construction. (source: <https://www.houtinfobois.be/la-foret-et-le-bois>)

III. USAGES ET APPLICATIONS - STRUCTURE

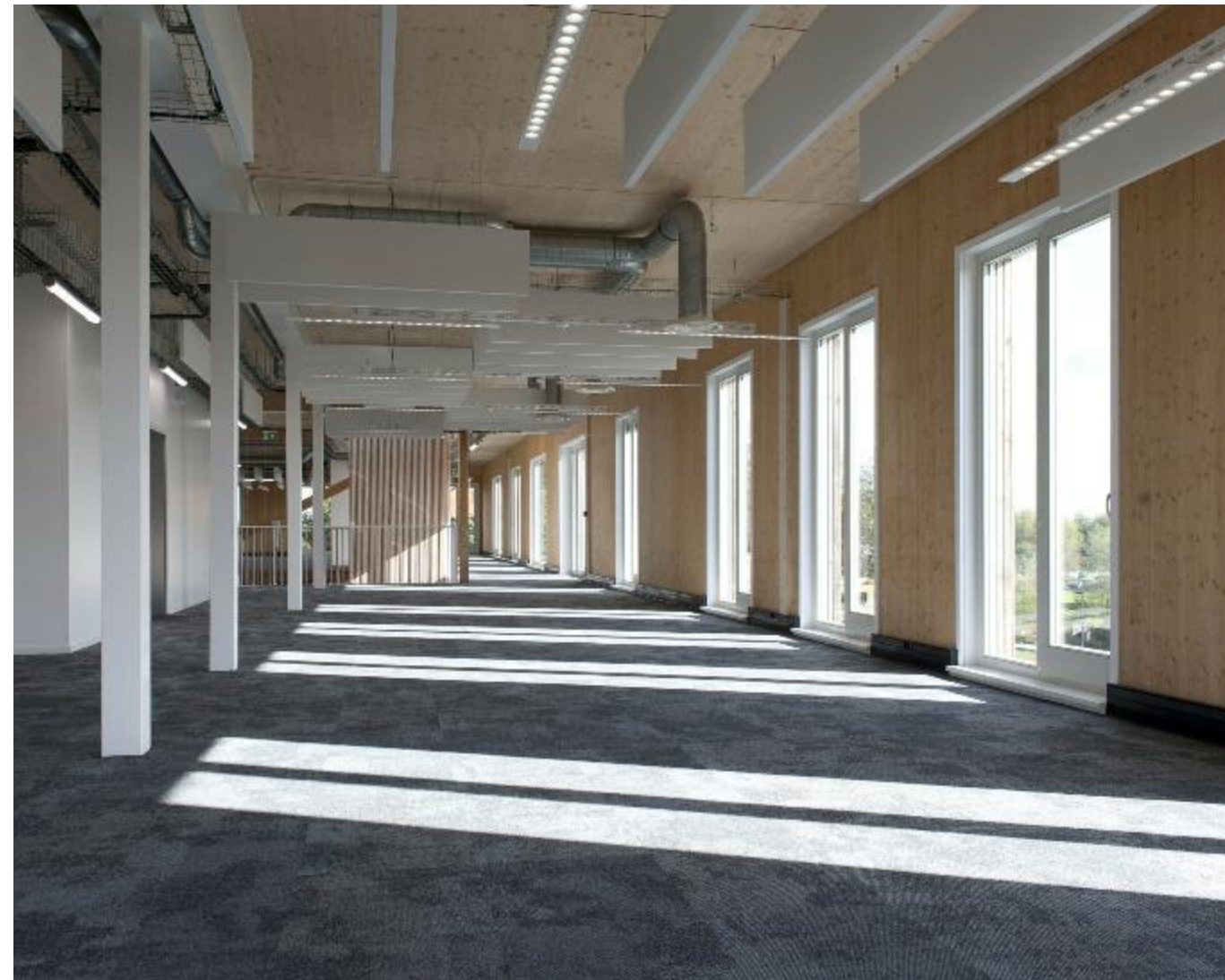
En tant que matériau de structure, **le bois, massif ou en ossature, le bambou, la terre crue** et **la pierre massive**, ainsi que des **systèmes mixtes** peuvent se présenter comme des **alternatives éco-responsables** aux matériaux traditionnels (béton et acier).

Une dernière alternative est la **botte de paille** (avec ou sans renfort bois), de plus en plus utilisée en France, depuis 2011, grâce à l'établissement de règles professionnelles.



III. USAGES ET APPLICATIONS

Bois massif



Illustrations: WAP Haute Borne, 2017, Villeneuve d'Asq, France, [Architectes: de Alzua+](#). Système mixte avec des poutres en acier, des murs et planchers en CLT massif et des éléments de toiture préfabriqués en ossature bois. Les challenges techniques ont été menés à bien grâce à la collaboration de Stabilame et du bureau Ney & Partner Wow. Le gros-œuvre fermé a été bouclé en 10 semaines (avec 3 hommes) grâce à la préfabrication – [Source: https://ney.partners/project/wap-haute-borne/](https://ney.partners/project/wap-haute-borne/)

III. USAGES ET APPLICATIONS

Bois massif – structure, couverture et finitions



Illustrations: Projet Floras Garten, Lochau, Autriche, **Architectes:** Hermann Kaufmann & Partners, Ensemble de logements construits sur base d'une structure mixte béton/bois, parement et finition bois – **Source:** <https://www.hkarchitekten.at/en/project/floras-garten-lochau/#lightbox-8>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Ossature bois (poteaux/poutres) **et terre crue** (pisée renforcé avec lits de chaux)



Illustrations: Crèche 24 berceaux – Palais de l’Alma, 2022, Paris, France, **Architectes:** Régis Roudil. Ossature en bois français acheminé par voie fluviale, murs en terre crue, toiture végétalisée, sol intérieur en liège coulé – **Source:** <https://www.regisroudil.fr/projet/creche-de-lalma/>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Bambou



Photographies : © Jan Dyver



Illustrations: Pavillon destiné à accueillir les photographies du penseur Matthieu Ricard, 9^{ème} Rencontres de la photographie, 2018, Arles, France, **Architectes:** Simon Velez
Inspirée de la maloca amérindienne, la structure du pavillon est réalisée avec une ossature de 3500 rondins de bambou, démontables et transportables – **Source:**
<https://www.amc-archi.com/photos/un-pavillon-en-bambous-signé-simon-velez-aux-rencontres-d-arles,8737/contemplation-un-pavillon-en.5>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Bambou



Photographies : © Jan Dyver



Illustrations: Pavillon destiné à accueillir les photographies du penseur Matthieu Ricard, 9^{ème} Rencontres de la photographie, 2018, Arles, France, **Architectes:** Simon Velez
Inspirée de la maloca amérindienne, la structure du pavillon est réalisée avec une ossature de 3500 rondins de bambou, démontables et transportables – **Source:**
<https://www.amc-archi.com/photos/un-pavillon-en-bambous-signe-simon-velez-aux-rencontres-d-arles,8737/contemplation-un-pavillon-en.5>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Bambou et terre crue

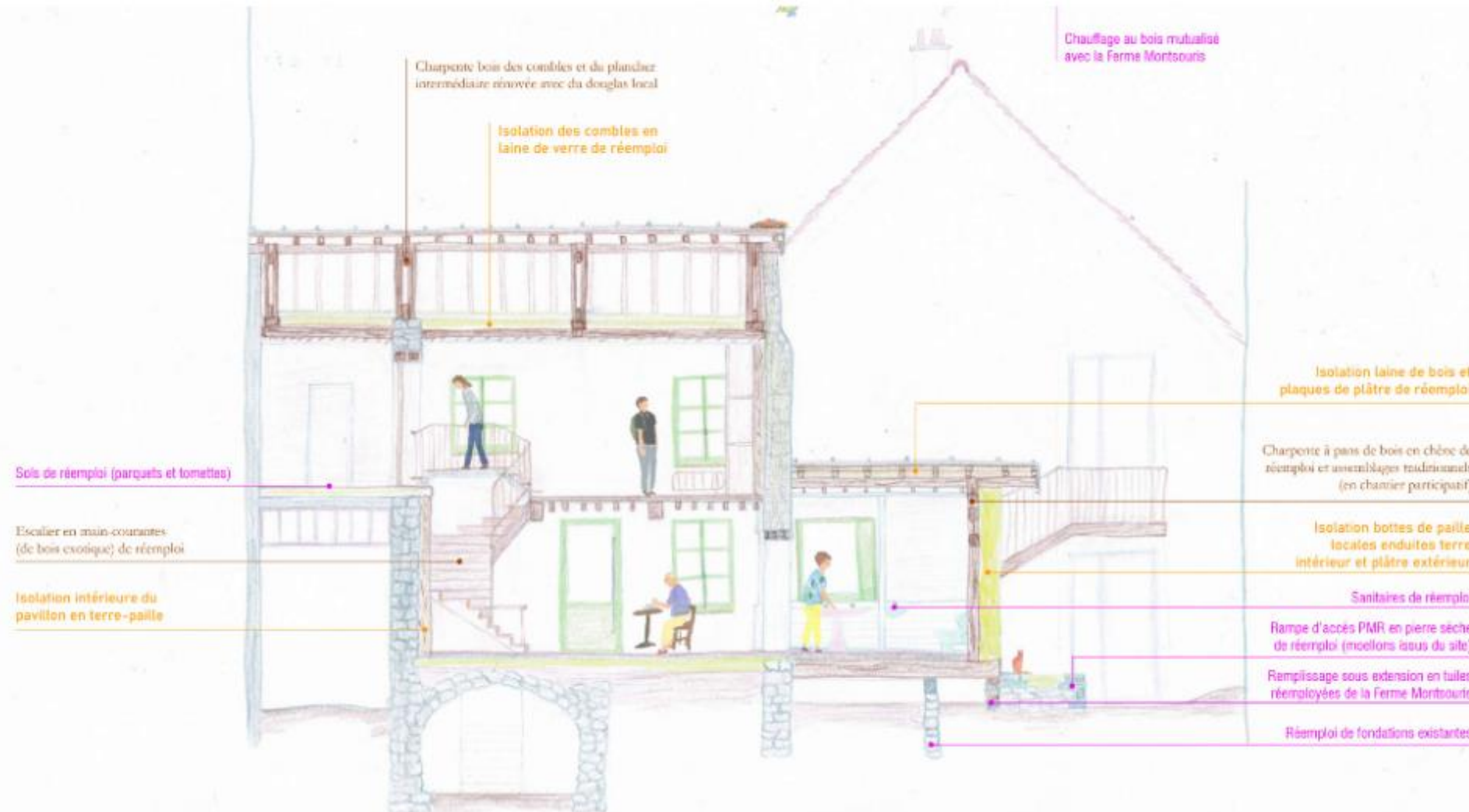


Illustrations: Centre for People with disabilities + Dipdii Textiles studio, 2020, Bangladesh,
Architectes: Anna Heringer. Construction neuve avec fondation en brique cuite, mud de terre crue (cob), piliers, plafonds et structure du toit en bambou, toit en paille (toit inférieur), toit en tôle (toit supérieur) – **Source:** <https://www.anna-heringer.com/projects/anandaloy/>



III. USAGES ET APPLICATIONS

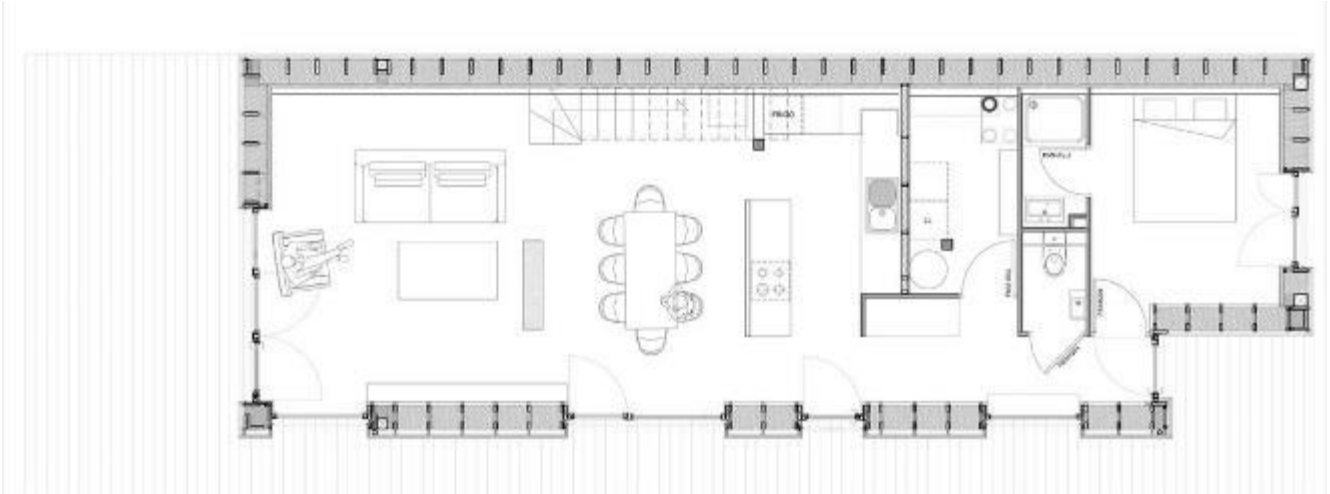
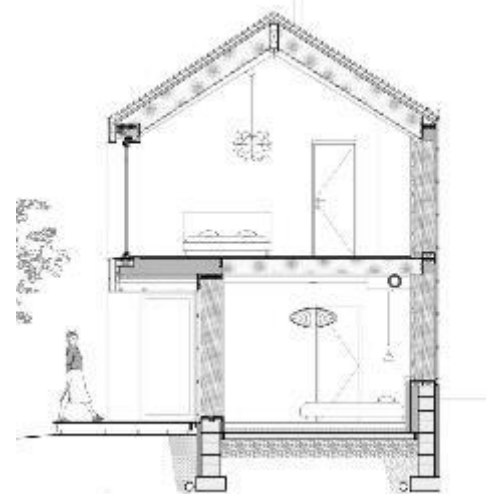
Bois et paille



Illustrations: Bagagerie Troubadour, Paris, France (2024) **Architectes:** Grand Huit, Rénovation d'un bâtiment existant de la ville de Paris, construction d'un accueil citoyen et une consigne pour les personnes à la rue à Paris (14e). **Source:** <https://grandhuit.eu/projet/bagagerie-troubadour/#>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Bois et paille



Illustrations: Projet de construction d'une maison passive isolée en paille, France (2024) **Architectes:** Lab Architecture, Construction en structure bois et paille, isolant en liège au sol. **Source:** <https://lab-architecture.fr/project/construction-maison-passive-isolee-en-paille/>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Terre crue stabilisée (BTC)



Illustrations: Projet CEM Kamanar, Ecole secondaire pour 500 élèves dans le sud du Sénégal, 2021, **Architectes:** Dawoffice Construction en brique de terre crue, en collaboration avec la population locale (formation de la population aux techniques locales et traditionnelles valorisant la terre). Sol fabriqué avec la technique du « carreau-cassé » – Source: <https://dawoffice.com/cem-kamanar/>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Terre crue non stabilisée : pisé, brique, en enduit



Illustrations: Magasin électrique, Arles, France, **Architectes:** Atelier LUMA, atelier ODA, Assemble et BC Architects – Rénovation d'un bâtiment industriel dans le parc des Ateliers d'Arles, financé par la fondation LUMA. Le chantier, véritable prototype à grande échelle, a réuni un grand nombre de partenaires locaux et a été l'occasion de workshops collectifs et de formations autour des matériaux biosourcés et techniques développés – Source: <https://assemblestudio.co.uk/projects/luma-atelier>

III. USAGES ET APPLICATIONS

Torchis, terre allégée et enduit terre



Illustrations: Projet Le Costil, Rénovation d'une longère, 2023, Sap-en-Auge, France -
Architectes: Anatomies d'architecture – Ossature bois, chanvre pour isoler les murs, torchis,
terre allégée et enduit terre. **Source:**
https://www.anatomiesdarchitecture.com/files/ugd/0b01d5_5b8ef8db6ddc4ebaaa91ad4c92551e34.pdf



III. USAGES ET APPLICATIONS

Pierre massive



Illustrations: Projet Coulouvrenière, logements collectifs construits le long du Rhône en 2019 Genève, Suisse, **Architectes:** Archiplein. Trois éléments guident et structurent le projet. Le premier est l'utilisation de matériaux naturels comme la pierre et le bois. Le second. est la recherche de la meilleure insertion possible dans ce site pour un bâtiment de dimension modeste. Le troisième est la distribution par coursive et l'apport d'un espace extérieur pour chaque appartement - **Source:** <https://www.archiplein.com/index.php?p=projects.show&id=112>



III. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET USAGES

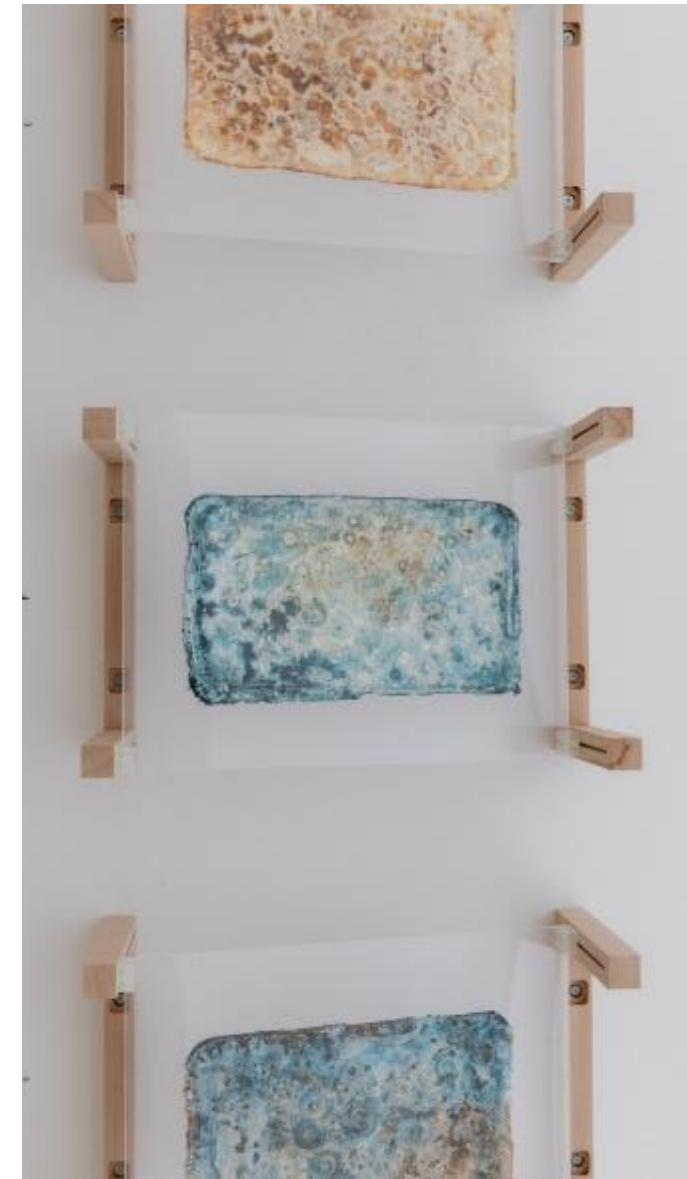
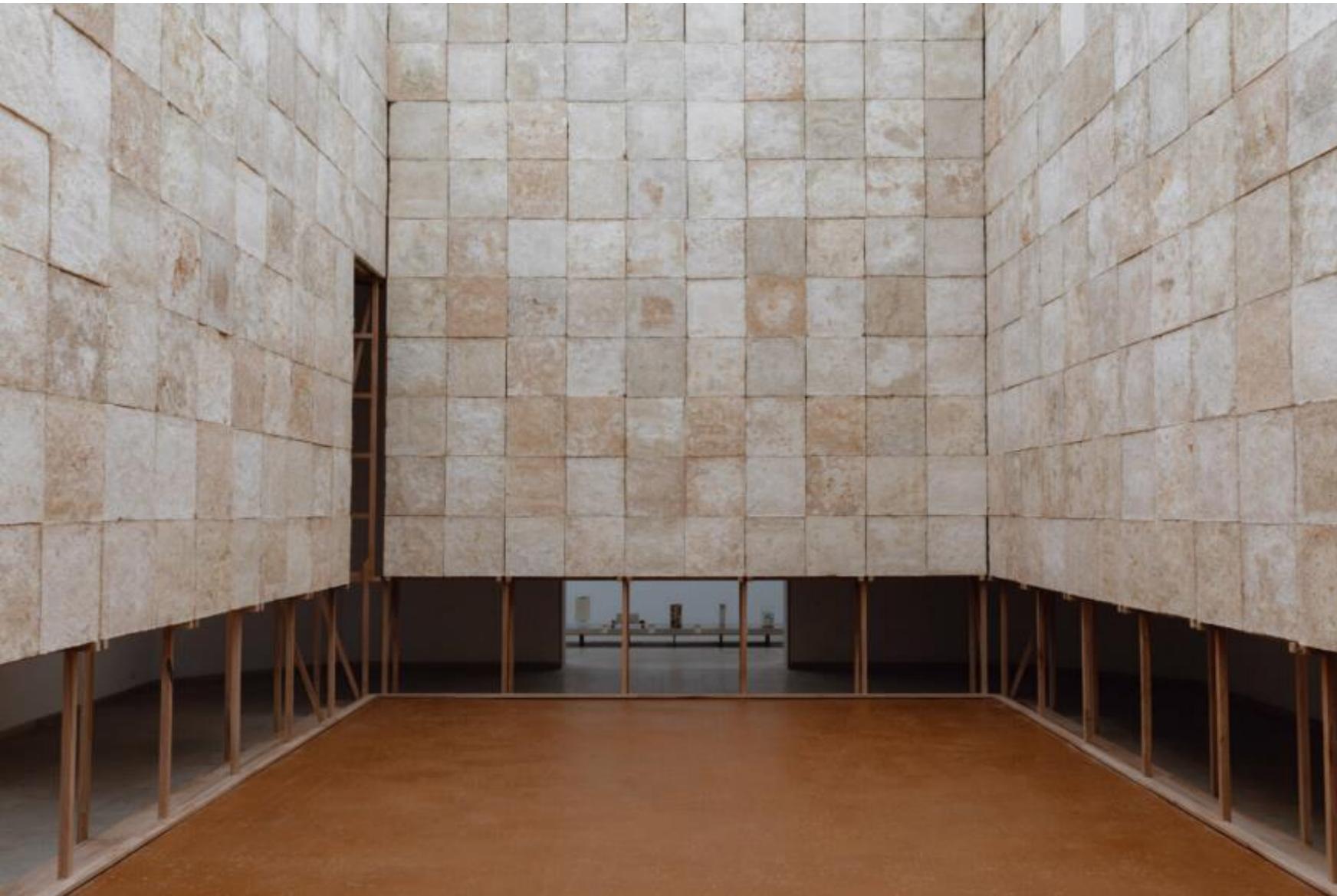
Autres ressources de notre écosystème: coquillages, **algues**, mycélium



Illustrations: Modern Seaweed House , 2013, Danemark, **Architectes:** Tegnestuen Vandkunsten. Ossature en mélèze, toit, parement et isolation en algues. Au Danemark, il existe encore une vingtaine de maisons vernaculaires au toit en algues. Elles sont classées au patrimoine danois. – **Source:** <https://projects.archiexpo.fr/project-29896.html>

III. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET USAGES - ISOLATION

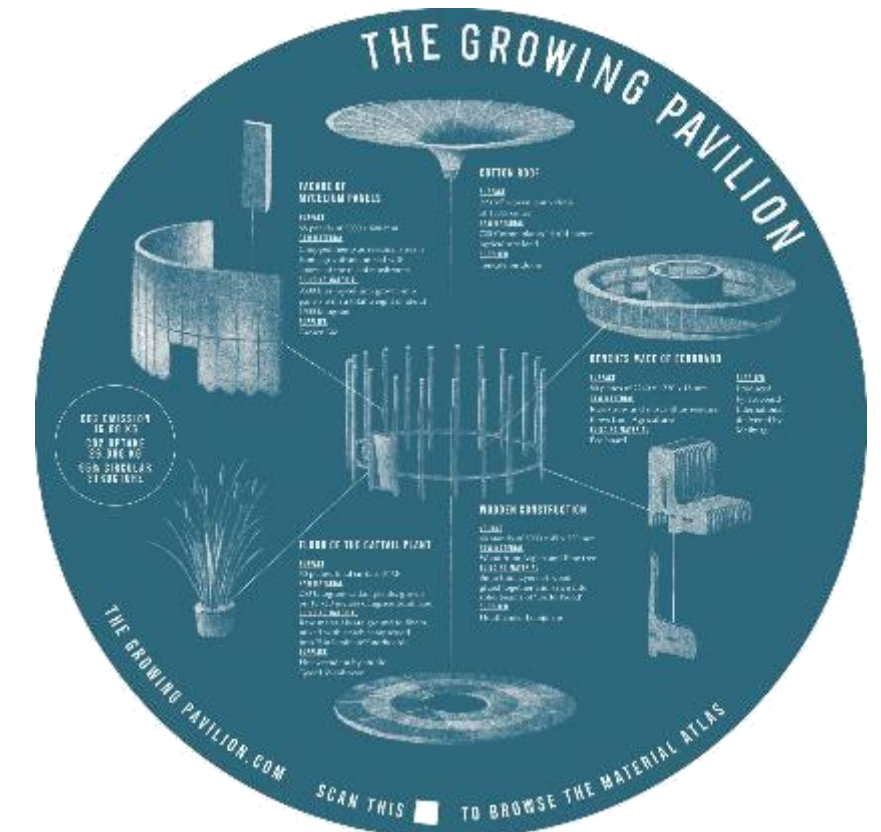
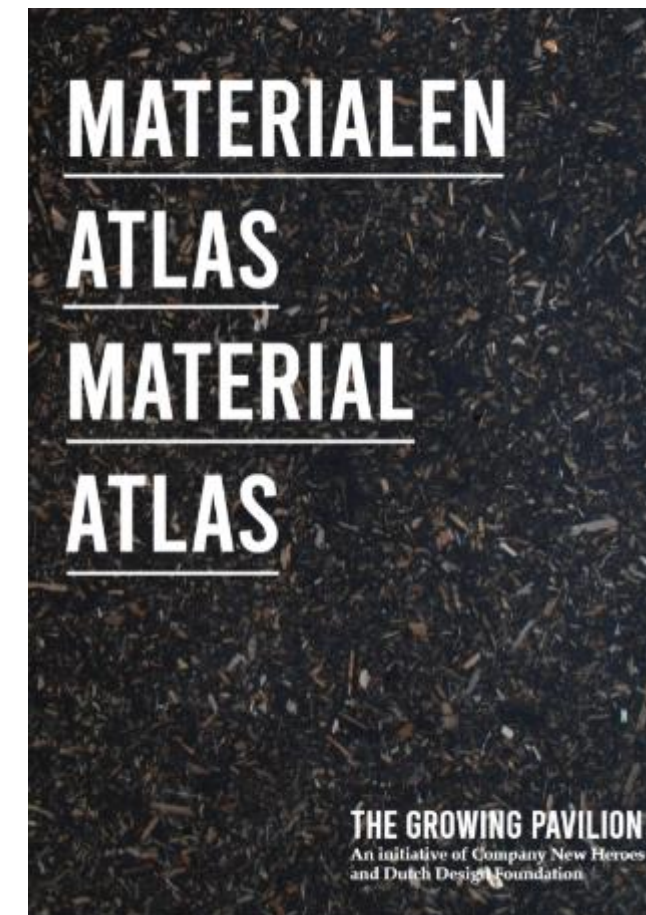
Autres ressources de notre écosystème: coquillages, algues, **mycélium**



Illustrations: Pavillon belge In Vivo , 2023, construit pour la Biennale de Venise, **Architectes:** Collectif Bento. Projet construit autour d'une ossature bois (Sonian Wood), plus de 600 panneaux de mycélium (Permafungi) et une dalle de terre d'excavation de chantier (BC materials)– **Source:** <https://a-plus.be/fr/in-vivo//>

III. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET USAGES

Autres ressources de notre écosystème: coquillages, algues, **mycélium**



Illustrations: The Growing Pavillion, 2019, construit pour la Dutch Design Week, **Architectes:** Company New Heroes. Projet circulaire et carbone négatif, construit à l'aide matériaux biosourcés, la peau extérieure est couverte de 88 panneaux en mycélium – **Source:** <https://thegrowingpavilion.com/why-and-how/>



IV. Matériaux biosourcés, état du marché

Les filières en Belgique

Les filières en France

Le label « produit biosourcé »

Les labels « bâtiment biosourcé » et « bâtiment bas carbone »





IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LES FILIÈRES EN BELGIQUE

Selon le cluster Eco-Construction

- La Wallonie est **l'une des cinq régions les plus avancées en Europe en construction biosourcée.**
- La construction avec des matériaux biosourcés représente **6% du marché wallon.** L'écoconstruction représente près de **1.700 emplois en Wallonie.**
- L'essor le plus visible de l'économie biosourcée bénéficie au secteur de la construction, **en particulier dans l'isolation.** La Wallonie importe plus de 70% des matériaux utilisés.
- Depuis 2010, le nombre de sites produisant des matériaux de construction bio ou géosourcés est en progression constante.



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LES FILIÈRES EN BELGIQUE

Au niveau de **producteurs de matériaux de construction biosourcés** (hors bois et pierre naturelle), implantés en Belgique, on retrouve notamment:

- Argilières Hins enduits à l'argile
- Acoustix isolant acoustique produits à partir de cellulose et anas de lin recyclés
- BC Materials produits en terre crue, à partir des terres excavées
- Chanvre&Co produits en chanvre
- Gramitherm isolants thermiques, produits à partir d'herbes de tonte
- Isocell isolants thermiques en cellulose
- Isoproc isolants thermiques en cellulose
- IsoHemp blocs isolants en chaux-chanvre
- Paille-tec modules de murs préfabriqués isolés en paille
- Woolconcept isolants thermiques en laine de mouton



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LES FILIÈRES EN BELGIQUE - ISOLATION

Quelle quantité d'isolant biosourcé pour permettre la rénovation du bâti wallon en 2050 ?

ANALYSE / 19.01.2024



Dans le cadre de cette analyse, Valbiom a contacté les producteurs d'isolants biosourcés actifs en Wallonie pour compiler les volumes de production déjà disponibles et leur marge de progression.

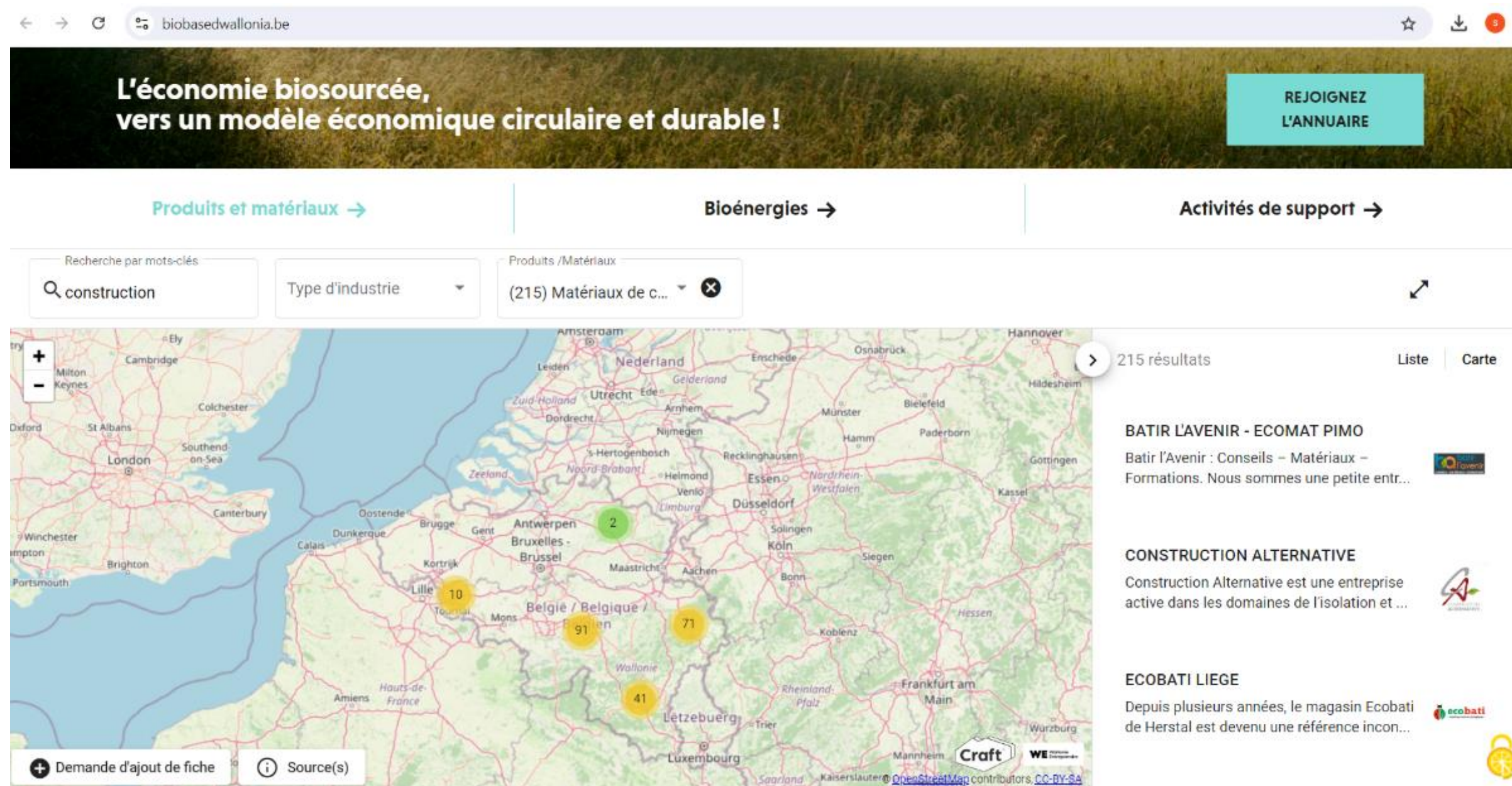
En 2023, les unités de production en Wallonie ont déjà fourni 615.000 m³ d'isolants biosourcés soit **42 % des besoins totaux de la rénovation** : ouate de cellulose, herbe, chaux-chanvre et de laine de mouton

Le plus encourageant : ces entreprises ne sont pas à leur optimum de production. **Elles pourraient répondre à 85 % des besoins en matériaux isolants rapidement. A l'heure actuelle, les entreprises contactées sont capables de doubler leurs productions.**



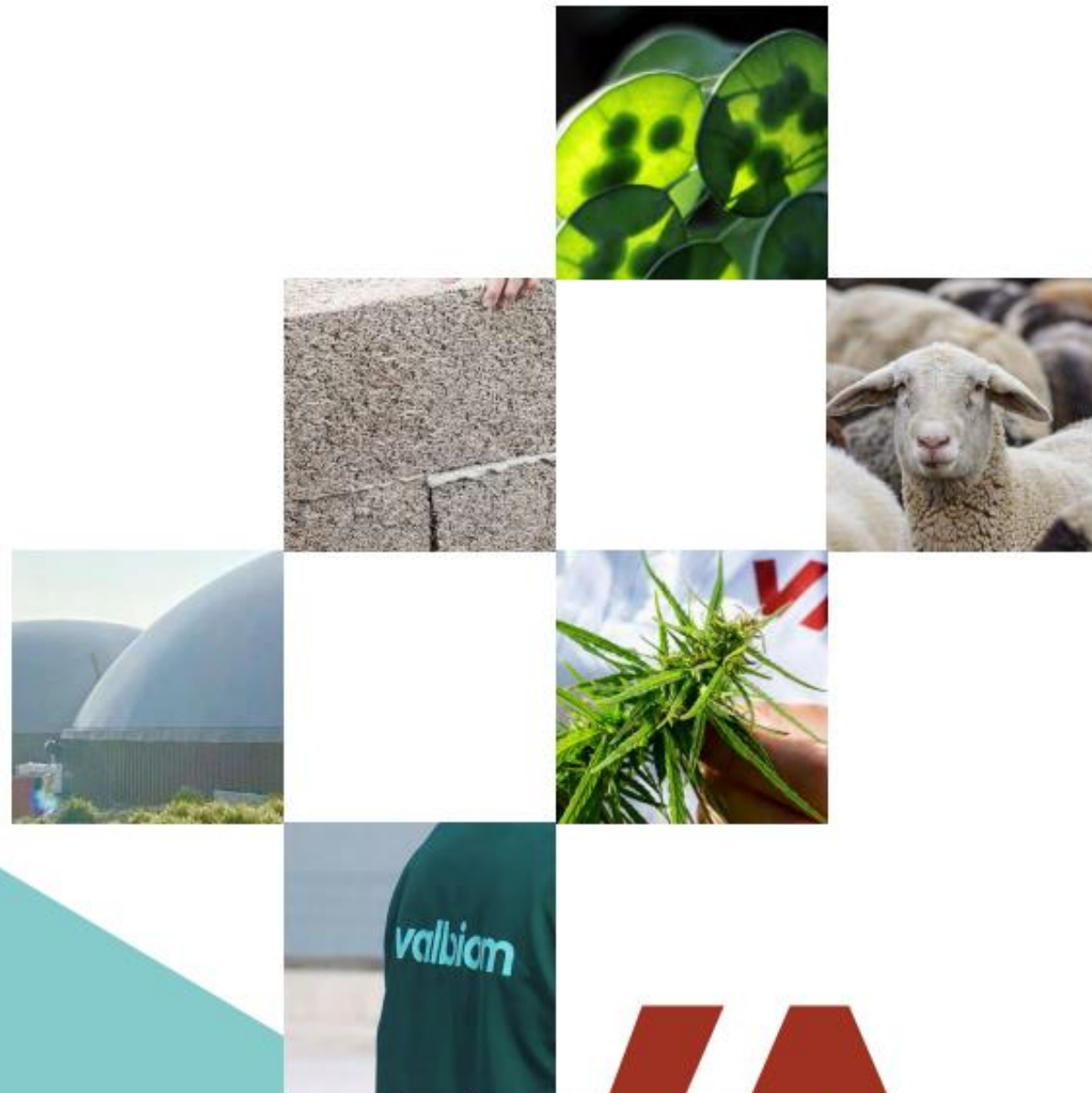
IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LES FILIÈRES EN BELGIQUE

Afin de développer les filières biosourcées et améliorer la visibilité des acteurs, ValBiom, en partenariat avec **différents acteurs (*)**, a développé une cartographie



(*) GreenWin, Office Economique Wallon du Bois, Clusters Eco-construction et Plastiwin, et Sowalfin

IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LES FILIÈRES EN BELGIQUE



valbiom

Centre de
référence
de l'**économie
biosourcée** en
Wallonie

Découvrir
Valbiom >

Découvrir les filières
accompagnées par Valbiom >

Édition 2024

Source:

<https://www.valbiom.be/sites/default/files/tool/file/Pr%C3%A9sentation%20strat%C3%A9gique%20rapport%20fili%C3%A8res%20Valbiom%202024.pdf>



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LES FILIÈRES EN FRANCE

La filière biosourcée en France est à la fois **une filière industrielle** qui produit des matériaux à destination de la construction et **une filière artisanale avec un savoir-faire en neuf et en rénovation du bâti ancien.**

Selon l'Ordre des Architectes français et l'Atlas des acteurs biosourcés*, la filière regroupe biosourcée représente environ **250 professionnels**, dont 70 acteurs en Ile de France.

Treize filières de matériaux biosourcés sont représentées (hors terre crue) :

- Issus de la biomasse : **bois, chanvre, laine, liège, lin, miscanthus, paille, riz, roseau/chaume, miscanthus.**
- Issus du réemploi : **ouate de cellulose, coton.**



(*) Atlas des acteurs biosourcés: https://www.ekopolis.fr/search-map-view?altlist=acteur&atlas=&eco_materiaux=3290

IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LES FILIÈRES EN FRANCE

Filière bois

200.000 emplois

Filière biosourcés

70.000 emplois

La bioéconomie pourrait représenter 20 à 25% de l'économie française d'ici 2050.



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LA RÉGLEMENTATION “RE 2020”

Depuis plusieurs années, plusieurs lois ont adressé les enjeux environnementaux dans le domaine de la construction neuve

- La loi Grenelle, de 2009
- La loi de Transition énergétique pour la croissance verte, de 2015
- La loi ELAN, de 2018

Ces lois ont fixé des objectifs environnementaux ambitieux, qui se traduisent en 2020 par **la nouvelle réglementation environnementale pour les bâtiments (RE 2020)**

La RE 2020 qui remplace la RT 2012, est une réglementation à la fois énergétique et environnementale.



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET LA RÉGLEMENTATION “RE 2020”

Les principales exigences de la RE2020 « Eco-construire pour le confort de tous » visent à combiner confort, performance énergétique et performance environnementale sur base d’une série d’indicateurs

Principales évolutions	RT 2012	RE 2020
Périmètre d'évaluation des consommations énergétiques des usages immobiliers	5 usages RT : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires	5 usages RT 2012 : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires, auxquels s'ajoute : ► la consommation d'électricité nécessaire au déplacement des occupants à l'intérieur du bâtiment, s'il y en a : ascenseurs et/ou escalators ; ► la consommation d'électricité pour les parkings des systèmes suivants : systèmes d'éclairage et/ou de ventilation, s'il y en a ; ► la consommation d'électricité des circulations en logement collectif pour l'éclairage.
Indicateur des besoins énergétiques : Bbio en points	Besoins énergétiques du bâtiment pour en assurer le chauffage, le refroidissement et l'éclairage	Bbio RT 2012 modifié par : ► Prise en compte systématique des besoins de froid (qu'un système de climatisation soit installé ou pas les besoins de froid seront calculés).
Indicateur des consommations conventionnelles d'énergie : Cep en kWh/(m².an)	Chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires Déduction faite de toute production d'électricité à demeure	► Prise en compte d'usages immobiliers supplémentaires (cf. périmètre d'évaluation). L'indicateur ne comptabilise pas, en tant que consommations d'énergie, les énergies renouvelables captées sur la parcelle du bâtiment et autoconsommées. ► Pénalisation forfaitaire des consommations en cas d'inconfort d'été potentiel.
∇ Pour le calcul de Cep : Coefficient de conversion en énergie primaire	► Électricité = 2,58 ► Autres énergies importées par le bâtiment = 1 ► Énergie renouvelable captée sur le bâtiment = 0	► Électricité = 2,3 ► Bois = 1 ► Réseau urbain de chauffage ou de froid = 1 ► Autres énergies non renouvelables = 1 ► Énergie renouvelable captée sur le bâtiment ou la parcelle = 0

Principales évolutions	RT 2012	RE 2020
Indicateur des consommations conventionnelles d'énergie : Cep,nr en kWh/(m².an)	N'existe pas	Nouvel indicateur, proche de l'indicateur Cep, introduit pour la RE 2020 : il prend en compte uniquement des consommations en énergie primaire non renouvelable du bâtiment. Les économies d'énergie doivent porter en priorité sur les énergies non renouvelables.
∇ Pour le calcul de Cep,nr : Coefficient de conversion en énergie primaire		► Électricité = 2,3 ► Énergies renouvelables = 0 ► Réseau urbain de chauffage : 1 – Taux EnR&R ► Réseau urbain de froid : 1 ► Autres énergies non renouvelables = 1
Indicateur de confort d'été : DH en °C.h	Ticref : température intérieure maximale atteinte au cours d'une séquence de 5 jours très chauds d'été	Degré-heure d'inconfort noté DH en °C.h : niveau d'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude. Il s'agit de la somme de l'écart entre la température de l'habitation et la température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents).
Sref : surface de référence	► S _{RT} pour le résidentiel ► Surface utile (SU) pondérée d'un coefficient pour le tertiaire	► Surface habitable (SHAB) pour le résidentiel ► Surface utile (SU) pour le tertiaire
Perméabilité à l'air : Q4Pa_surf en m³/(h.m²)	► 0,6 pour la MI ► 1 pour les logements collectifs	► 0,6 pour la MI ► 1 pour les logements collectifs ► 1,7 pour les bâtiments de bureaux ou d'enseignement primaire ou secondaire, hors immeubles de grande hauteur et hors bâtiments supérieurs à 3 000 m² Majorations de la mesure introduite : ► multipliée par 1,2 si réalisée par échantillonnage ► augmentée de 0,3 m³/(h.m²) si des travaux pouvant impacter la perméabilité à l'air restent à réaliser.

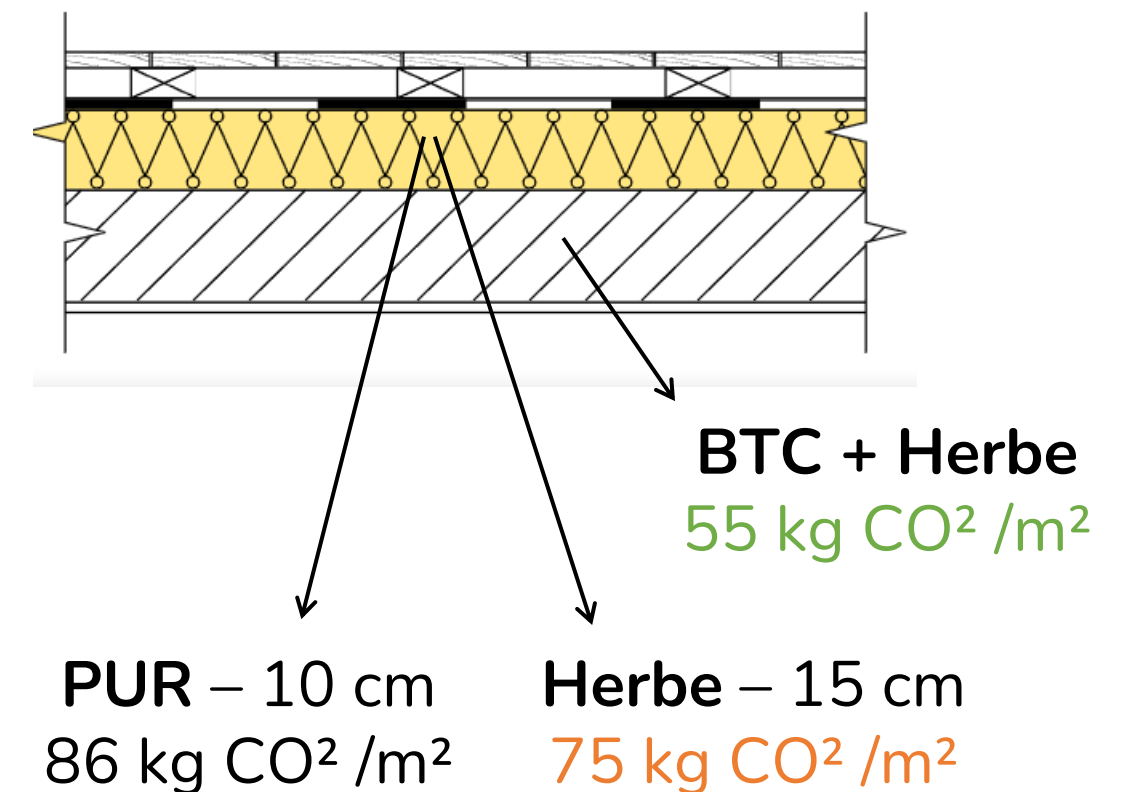


IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET LA RÉGLEMENTATION “RE 2020”

Au niveau de la performance environnementale:

- **Obligation de réaliser une analyse de cycle de vie complète du bâtiment**
- Avec une décomposition en 5 contributions majeures : Composants, Energie, Chantier, Eau et Parcelle
- **Bilan carbone, avec des seuils à respecter**

Usage de la partie de bâtiment	Valeur de $I_{c\text{construction_maxmoyen}}$			
	2022 à 2024	2024 à 2027	2028 à 2030	À partir de 2031
Maisons individuelles ou accolées	640 kq éq. CO ₂ /m ²	530 kq éq. CO ₂ /m ²	475 kq éq. CO ₂ /m ²	415 kq éq. CO ₂ /m ²
Logements collectifs	740 kq éq. CO ₂ /m ²	650 kq éq. CO ₂ /m ²	580 kq éq. CO ₂ /m ²	490 kq éq. CO ₂ /m ²
Bureaux	980 kq éq. CO ₂ /m ²	810 kq éq. CO ₂ /m ²	710 kq éq. CO ₂ /m ²	600 kq éq. CO ₂ /m ²
Enseignement primaire ou secondaire	900 kq éq. CO ₂ /m ²	770 kq éq. CO ₂ /m ²	680 kq éq. CO ₂ /m ²	590 kq éq. CO ₂ /m ²



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LABEL “PRODUIT BIOSOURCÉ”

Label “Produit Biosourcé” – France et Belgique

La norme européenne de terminologie NF-EN 16575 définit un produit biosourcé comme étant « entièrement ou partiellement issu de bioressources ». Par conséquent, un produit qui n'intégrerait que 1% de matière biosourcée est considéré, selon cette définition, comme étant biosourcé.

Le label « produit biosourcé » améliore la visibilité et la reconnaissance des produits contenant un pourcentage de matières premières biosourcées. Un seuil minimum d'intégration de matière biosourcée est fixé par famille de produit, selon l'offre existante du marché.



**Produit Biosourcé
Bronze**

10% ≤ % biosourcé en
masse < 50%



**Produit Biosourcé
Argent**

50% ≤ % biosourcé en
masse < 70%



**Produit Biosourcé
Or**

70% ≤ % biosourcé en
masse ≤ 100%



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LABEL “PRODUIT BIOSOURCÉ”

Label “Produit Biosourcé” – Belgique

Marquage « filière wallonne » :

Au moins 90% des matières biosourcées utilisées dans le produit doivent être produites ou recyclées et transformées en Wallonie ou dans un rayon de 350 km. Le produit doit être fabriqué dans une usine installée sur le territoire wallon.



Marquage « filière locale » :

Au moins 80% des matières biosourcées utilisées dans le produit doivent être d'origine locale, c'est-à-dire produites ou recyclées et transformées dans un rayon géographique de 350 km autour du site de production.

Marquage « contenu en recyclé » :

Proportion massique de matière première issue du recyclage d'un produit fini aussi appelée « matériau post-consommateur ».



IV. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – LABEL “PRODUIT BIOSOURCÉ”

Label “Bâtiment biosourcé” – France

Ce label a été créé par les pouvoirs publics et mis en place par l’Arrêté du 19 décembre 2012, en France, pour développer l’usage de matériaux biosourcés dans la construction. Il inclut toutes les typologies de bâtiments et atteste la conformité des bâtiments nouveaux à un référentiel qui intègre :

- Un **taux minimal d'incorporation au bâtiment de produits de construction biosourcés et mobiliers fixes**, dotés de caractéristiques minimales ;
- Des exigences de **mixité relatives à la fonction des produits de construction biosourcés ou à la famille de produits biosourcés mis en œuvre** ;
- Des modalités de contrôle.

TYPE D'USAGE PRINCIPAL	TAUX D'INCORPORATION DE MATIÈRE BIOSOURCÉE DU LABEL « bâtiment biosourcé » (kg/m² de surface de plancher)		
	1er niveau 2013	2e niveau 2013	3e niveau 2013
Maison individuelle	42	63	84
Industrie, stockage, service de transport	9	12	18
Autres usages (bâtiment collectif d'habitation, hébergement hôtelier, bureaux, commerce, enseignement, bâtiment agricole, etc.)	18	24	36



V. Matériaux biosourcés, les aprioris

Durabilité

Humidité

Insectes et rongeurs

Résistance au feu

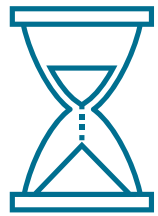
Coût et investissement

Mise en œuvre: manque de compétences





V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – DURABILITÉ DANS LE TEMPS



Quelle est la durée de vie d'un matériau biosourcé?

La durée de vie d'un matériau dépend essentiellement **de sa mise en œuvre et de sa situation dans le bâtiment (intérieur ou extérieur)**.

Si les consignes de mise en œuvre ont été respectées, **un matériau biosourcé présente une durée de vie équivalente** aux autres matériaux ayant la même fonction.

Au niveau des isolants (source TOTEM):

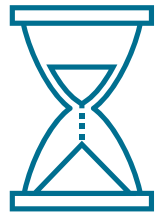
- | | | | |
|-------------------|----------|-------------------------|----------|
| - PUR: | > 60 ans | - Laine de mouton : | > 60 ans |
| - EPS: | > 60 ans | - Flocons de cellulose: | > 60 ans |
| - Laine de roche: | > 60 ans | - Laine d'herbe: | > 60 ans |
| - Laine de verre: | > 60 ans | - Laine de bois: | > 60 ans |
| | | - Liège: | > 60 ans |

En bleu: matériaux imputrescibles

En vert : matériaux résistant au feu – classe A1



V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – DURABILITÉ DANS LE TEMPS



Quelle est la durée de vie d'un matériau biosourcé?

La durée de vie d'un matériau dépend essentiellement **de sa bonne mise en œuvre et de sa situation dans le bâtiment (intérieur ou extérieur)**.

Si les consignes de mise en œuvre ont été respectées, **un matériau biosourcé présente une durée de vie équivalente** aux autres matériaux ayant la même fonction.

Au niveau des blocs de construction *(source TOTEM)*:

- | | | |
|----------------------------|----------|---|
| - Briques de terre cuite: | > 60 ans | - concassage puis granulats |
| - Blocs de béton: | > 60 ans | - concassage puis granulats, parfois réintroduits |
| - Blocs de terre comprimée | > 60 ans | - <i>possibilité de récupérer la matière</i> |
| - Blocs de chaux-chanvre: | > 60 ans | - <i>possibilité de récupérer la matière</i> |

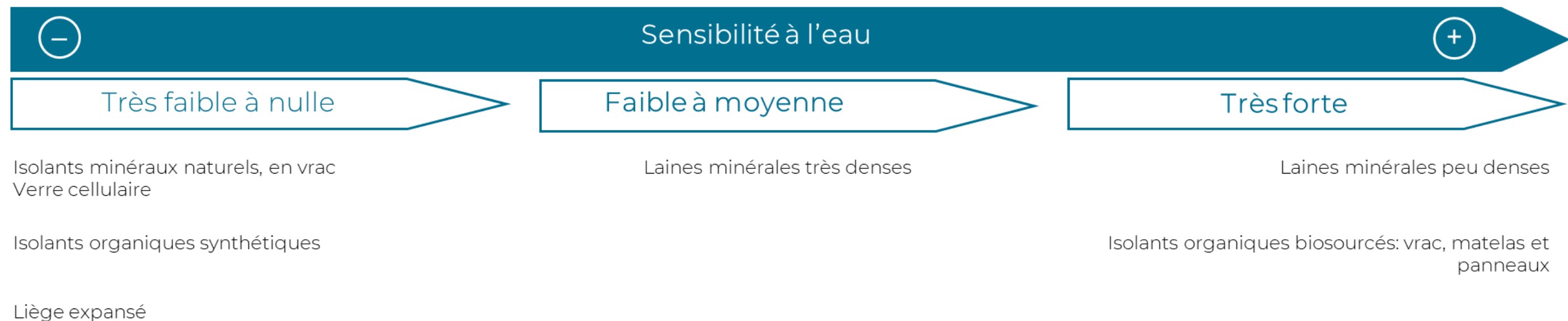


V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – HUMIDITÉ

Est-ce qu'un matériau biosourcé pourrit? Comment résiste-t'il à l'eau ?

Excepté le liège, imputrescible, la **vulnérabilité à l'eau est réelle**, mais elle variera selon les matériaux, en fonction de

- L'essence de bois (bois exotique, chêne, épicéa...)
- La nature de la fibre



V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – HUMIDITÉ



Est-ce qu'un matériau biosourcé pourrit? Comment résiste-t'il à l'eau?

Excepté le liège, imputrescible, **la vulnérabilité à l'eau est réelle**, mais elle variera selon les matériaux.

Pour les isolants biosourcés, une attention très particulière doit être apportée en :

- Isolation de sol sur terreplein (liège, coquillages, chaux-chanvre, granules de verre cellulaire)
- Isolation de sol de pièces humides
- Isolation par l'intérieur (les murs sont froids donc humides en hiver)
- Isolation extérieure enduite sur façade à la pluie battante
- Isolation de bas de murs soumis à remontées capillaires (liège)
- Isolation de murs enterrés (liège, argile expansée, granules de verre cellulaire)



V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – HUMIDITÉ



Est-ce qu'un matériau biosourcé pourrit? Comment résiste-t'il à l'eau?

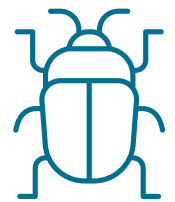
Les espèces de bois sont, selon la norme européenne EN 350.2 réparties en **cinq classes de durabilité** (uniquement la résistance contre les champignons).

La classification repose sur un test simple : un poteau de 50×50 mm est partiellement enfoui dans le sol. Plus la longévité du duramen est élevée dans cet environnement agressif, plus le bois est durable. La Belgique connaît les classes de durabilité suivantes pour le duramen:

- classe de durabilité naturelle I : très durable (plus de 25 ans) ;
- classe de durabilité naturelle II : durable (de 15 à 25 ans) ;
- classe de durabilité naturelle III : moyennement durable (de 10 à 15 ans) ;
- classe de durabilité naturelle IV : peu durable (de 5 à 10 ans) ;
- classe de durabilité naturelle V : très peu durable (moins de 5 ans).

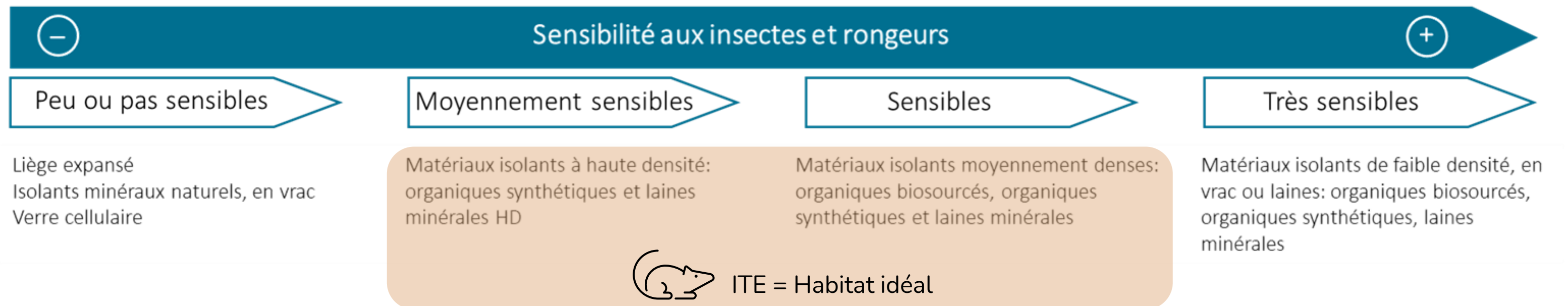


V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – INSECTES ET RONGEURS



Un matériau biosourcé résiste-t'il aux insectes et aux rongeurs (principalement les isolants)?

La résistance naturelle contre l'attaque des insectes n'est pas catégorisée. Elle est classifiée selon un système de « tout ou rien » : une espèce de bois ou une fibre végétale peut être attaquée par un insecte spécifique ou ne pas l'être.



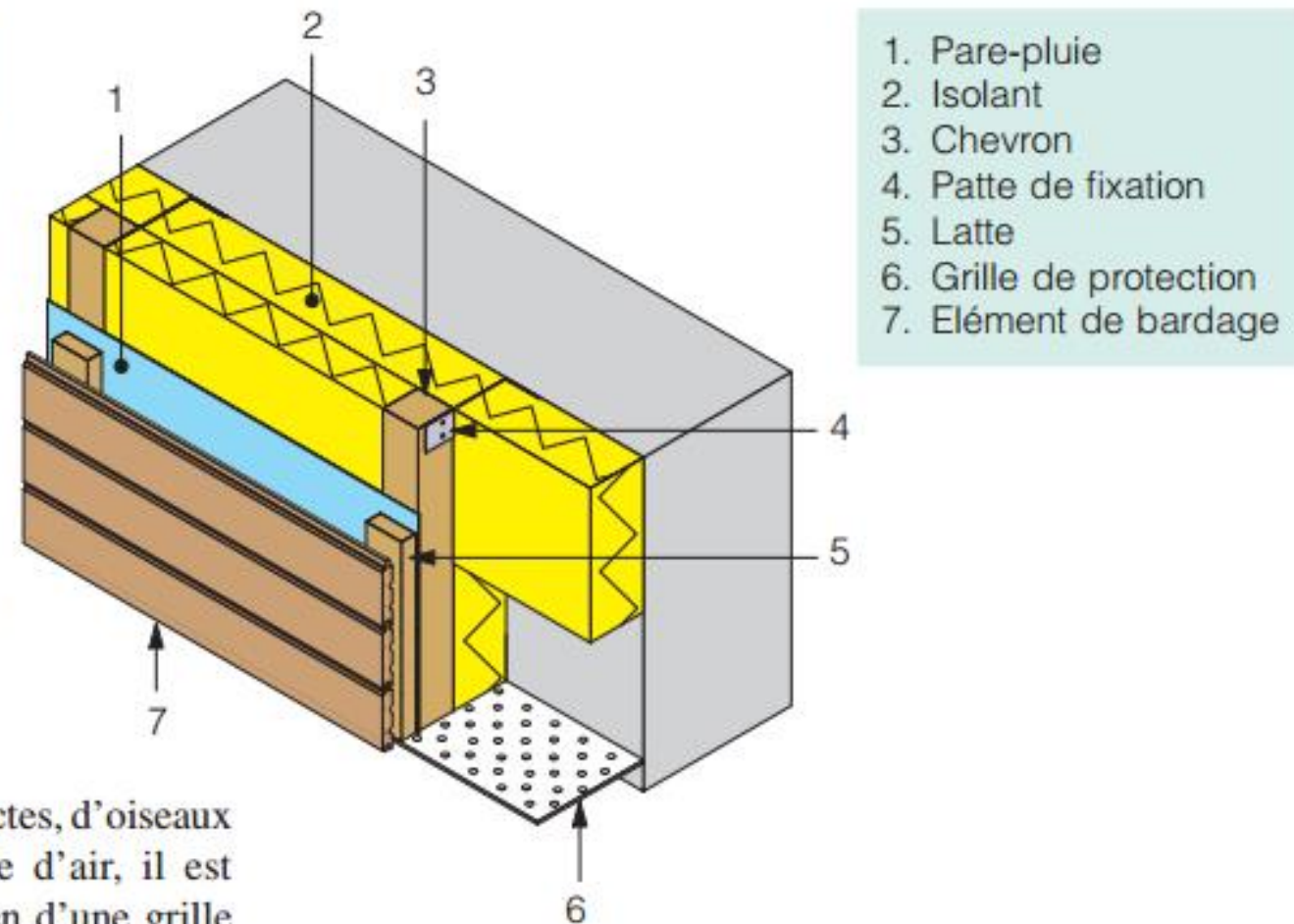
V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – INSECTES ET RONGEURS



Un matériau biosourcé résiste-t'il aux insectes et aux rongeurs (principalement les isolants)?



▲ Fig. 22 Grille de protection. ►



Pour empêcher toute intrusion d'insectes, d'oiseaux ou de petits rongeurs dans la lame d'air, il est conseillé d'obturer celle-ci au moyen d'une grille de protection (par exemple, cornière perforée en acier inoxydable ou galvanisé), en veillant à ne pas nuire aux performances de la ventilation.



V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – INCENDIE ET RÉSISTANCE AU FEU



Quelle est la résistance au feu des matériaux biosourcés? Est-ce prudent de construire en bois ou en paille?

Sauf exception (chaux-chanvre), et sans traitement, les matériaux biosourcés sont classés « E » (très inflammable), notamment les isolants.

Cependant, une fois mis en œuvre, la plupart des isolants biosourcés, présenteront un bon comportement au feu car la densité de la structure, la cohésion et compacité des fibres ne laisse pas passer suffisamment d'air pour une combustion.

C'est ce que des tests réalisés par le CSTB ont démontré pour la paille : https://rfcp.fr/wp-content/uploads/2020/05/20200429_Les_risques_incendie_dans_la_construction_paille_Olivier_Gaujard_Paillardage_RF_CP.pdf



Source: <https://www.lemoniteur.fr/photo/essai-de-resistance-au-feu-sur-une-facade-n-2-en-caissons-isoles-avec-des-bottes-de-paille.807469/t-37s.1>

V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – ENCOMBREMENT TECHNIQUE



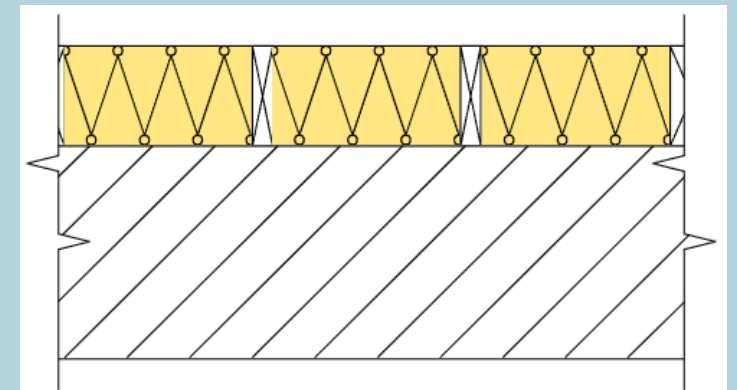
Les isolants biosourcés prennent trop de place en rénovation!!!

Une autre idée très répandue est que les isolants biosourcés prennent bcp plus de place que les isolants conventionnels. **Ceci est une fausse idée dans la plupart des cas...**

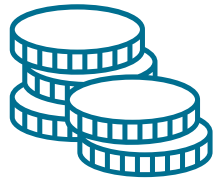
Pour répondre à l'exigence wallonne en matière de coefficient de résistance thermique dans le cas de l'isolation des murs ($4 \text{ m}^2\text{K/W}$), les épaisseurs suivantes doivent être mise en œuvre (en tenant compte d'une maçonnerie de 34 cm – source: Totem) :

- Herbe: 18 cm
- Fibres de bois: 16 cm
- Flocons cellulose: 16 cm
- Laine de mouton: 16 cm
- Chaux-chanvre: 25 cm

- Polystyrène exp.: 15 cm
- Polyuréthane: 10 cm
- Laine de roche: 16 cm
- Laine de verre: 15 cm



V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – COÛT ET INVESTISSEMENT



Les matériaux biosourcés sont plus chers que les matériaux traditionnels!!!

Oui, les isolants biosourcés sont généralement plus coûteux que les isolants traditionnels, la différence de prix n'est généralement **que de 5 à 10 %**.

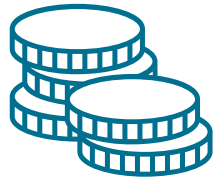
Certains isolants comme la cellulose ou la fibre d'herbe sont cependant très abordables. Le surcoût actuel est à comparer à l'enveloppe globale des frais de rénovation et des gains de la qualité de vie qui en découleront à moyens termes...

Selon le CEREMA, si le prix à l'achat est souvent plus élevé pour les isolants biosourcés que pour les isolants conventionnels courants (laine minérale et polystyrène), **ce surcoût ne se remarque pas sur les bâtiments neufs finis** parce que les **principaux choix qui interfèrent sur le prix d'un bâtiment sont indépendants du choix de l'isolant**.

Selon Valbiom, le coût des isolants biosourcés est en partie conditionné par le manque de **production actuelle**. En effet, les producteurs n'ont à ce jour pas atteint leur optimum de production, engendrant de facto des coûts intrinsèques élevés.



V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – COÛT ET INVESTISSEMENT



Les matériaux biosourcés sont plus chers que les matériaux traditionnels!!!

Un dernier aspect lié au coût est le manque de connaissances et de savoir-faire. Peu d'entrepreneurs connaissent et acceptent de mettre en œuvre ces matériaux. Ils augmentent de manière quasi systématique leur coût d mise en œuvre.

Les isolants biosourcés font cependant l'objet de primes

- Wallonie:
<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/61079.pdf?ID=61079>
- Bruxelles:
<https://renolution.brussels/fr/aidesfinancieres/e3-toiture-isolation-thermique-de-la-toiture>



V. MATÉRIAUX BIOSOURCÉS – MISE EN OEUVRE ET COMPÉTENCES



Peu de professionnels ont les compétences pour mettre en œuvre les matériaux biosourcés! On manque de documents techniques!

OUI, il manque des outils et des formations pour les professionnels et peu d'entreprises de construction ont les compétences ou savoir-faire pour mettre en œuvre les matériaux bio et géosourcés.

MAIS des formations sont en cours et/ ou en développement

Formations Cluster Eco-construction

2024

- 18/06/2024 - [Séance d'information sur la frugalité heureuse - L'approche Low Tech et l'habitat léger](#)
- 06/06/2024 - [Formation boîte à outils pour la mise en place de l'économie circulaire dans un projet de rénovation](#)
- 04/06/2024 - [séance d'information sur les toitures végétalisées - Mise en œuvre toiture extensive/intensive](#)
- 09/04/2024 - [Formation technique argile /terre crue pour les professionnels](#)
- 04/04/2024 - [Séance d'information : les ondes électromagnétiques](#)
- 14/03/2024 - [Formation : Boîte à outils pour la mise en place de l'économie circulaire dans un projet de rénovation](#)
- 22/02/2024 - [Formation : enduits et mortiers chaux \(Théorie\)](#)
- 15/02/2024 - [Formation : initiation à la mesure & l'optimisation de l'impact CO2 d'un bâtiment \(Technique\)](#)
- 23/01/2024 - [Séance d'information : les ondes électromagnétiques \(Initiation\)](#)
- 15/01/2024 - [Formation : chaux de base \(Technique\)](#)
- 12/01/2024 - [Formation : pathologie des anciens bâtis et avantages de la chaux \(Technique\)](#)

Formations IFAPME



Construire en paille

Eco construction

Avec la technique du "greb". Découvrir et pratiq...

Plus d'infos



Le chanvre en construction

Eco construction

- Savoir réaliser un mur en blocs de chanvre - Réa...

Plus d'infos



VI. Les atouts environnementaux des biosourcés

Ressources utilisées
Réchauffement climatique
Energie grise
Economie circulaire en circuit court





VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

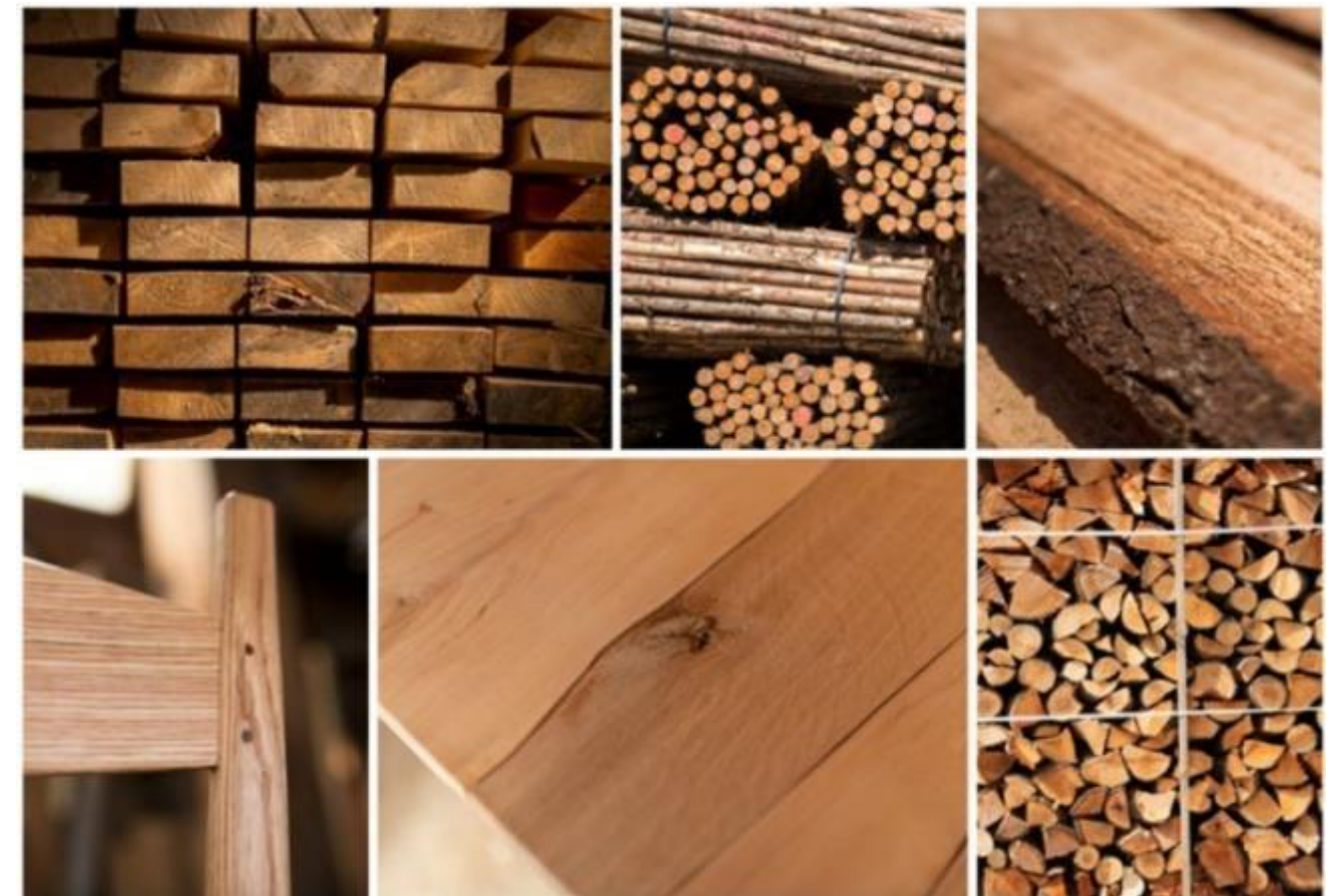
Les matériaux biosourcés sont issus d'une ressource **abondante, locale, diversifiée** et, surtout, **renouvelable**.



Sylviculture

La forêt, source principale des matériaux de construction biosourcés, couvre, irrégulièrement, environ 30% de la planète ce qui correspond à 0,62 ha par habitant.

Les surfaces forestières s'étendent sur 33% du territoire wallon, et 85% de cette surface est productive. Au-delà du bois d'œuvre, la fibre de bois est utilisée pour la fabrication de nombreux matériaux : panneaux, isolants, composites plastiques, béton végétal



Sources: Benchmark biosourcés in the world, Panorama de l'usage des matériaux de construction biosourcés dans 15 pays https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/bbmworld_rapport_fin_v71.pdf et Etat de l'environnement wallon, surfaces forestières: [http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/RESS%204.html#:~:text=Sur%20la%20p%C3%A9riode%202013%20%2D%202022,su%20perfcies%20non%20productives%20\(15%20%25\).](http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/RESS%204.html#:~:text=Sur%20la%20p%C3%A9riode%202013%20%2D%202022,su%20perfcies%20non%20productives%20(15%20%25).)



VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

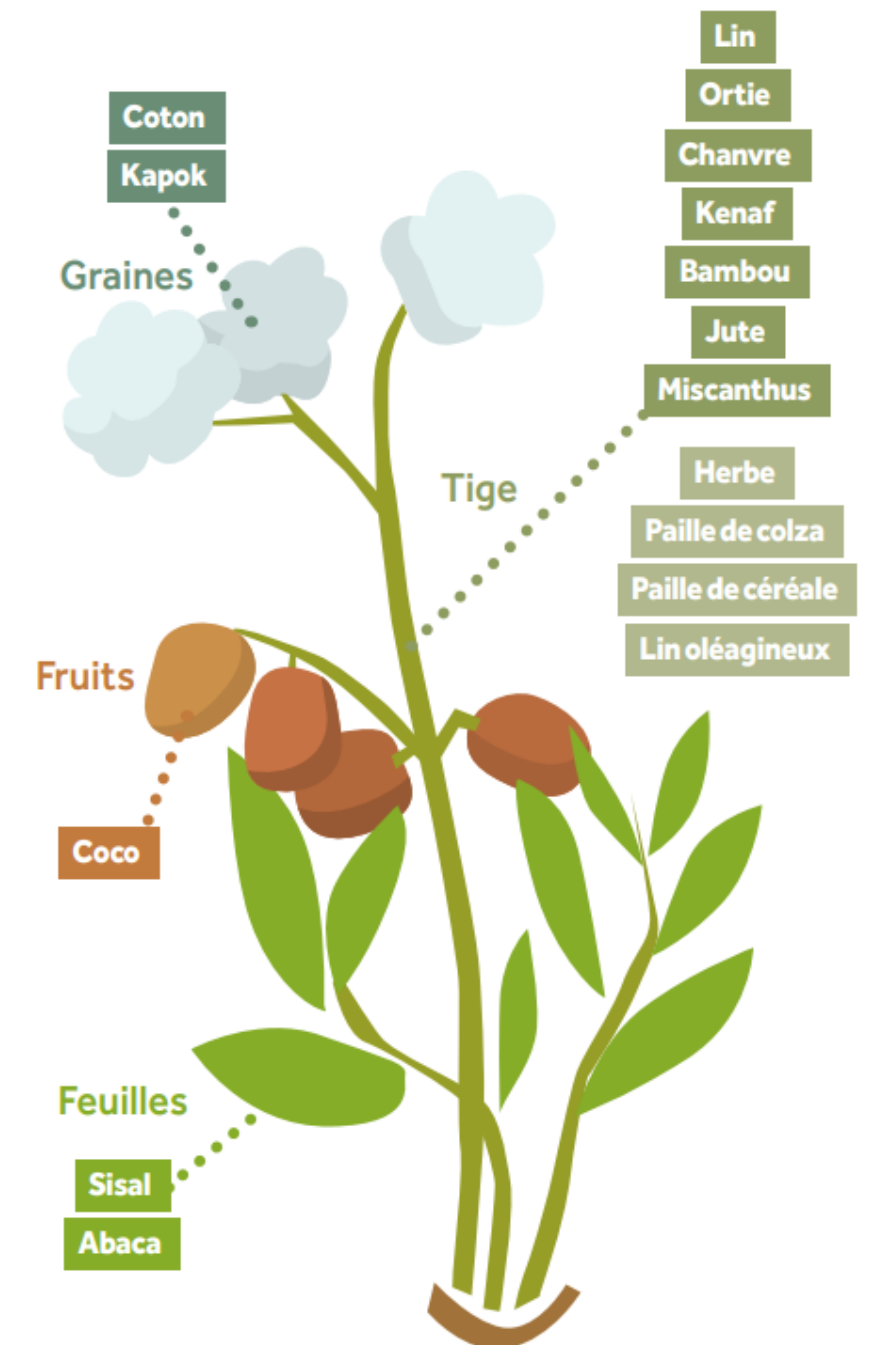
Les matériaux biosourcés sont issus d'une ressource **abondante, locale, diversifiée** et, **surtout, renouvelable**.



Agriculture

Les surfaces agricoles correspondent à 12% du globe mais pourraient être triplées, dans certaines zones géographiques. **En Wallonie, les surfaces agricoles correspondent à 44% du territoire wallon.**

Si les plantes à fibres sont les plus exploitées actuellement, **les sous-produits** des productions alimentaires (paille de céréales ou d'oléagineux, cosses de riz ou d'arachides, palmes, etc.) représentent des potentiels considérables

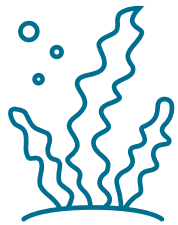


Sources: Benchmark biosourcés in the world, Panorama de l'usage des matériaux de construction biosourcés dans 15 pays et Etat de l'agriculture wallonne - <https://etat-agriculture.wallonie.be/contents/indicatorsheets/EAW-1.html>



VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

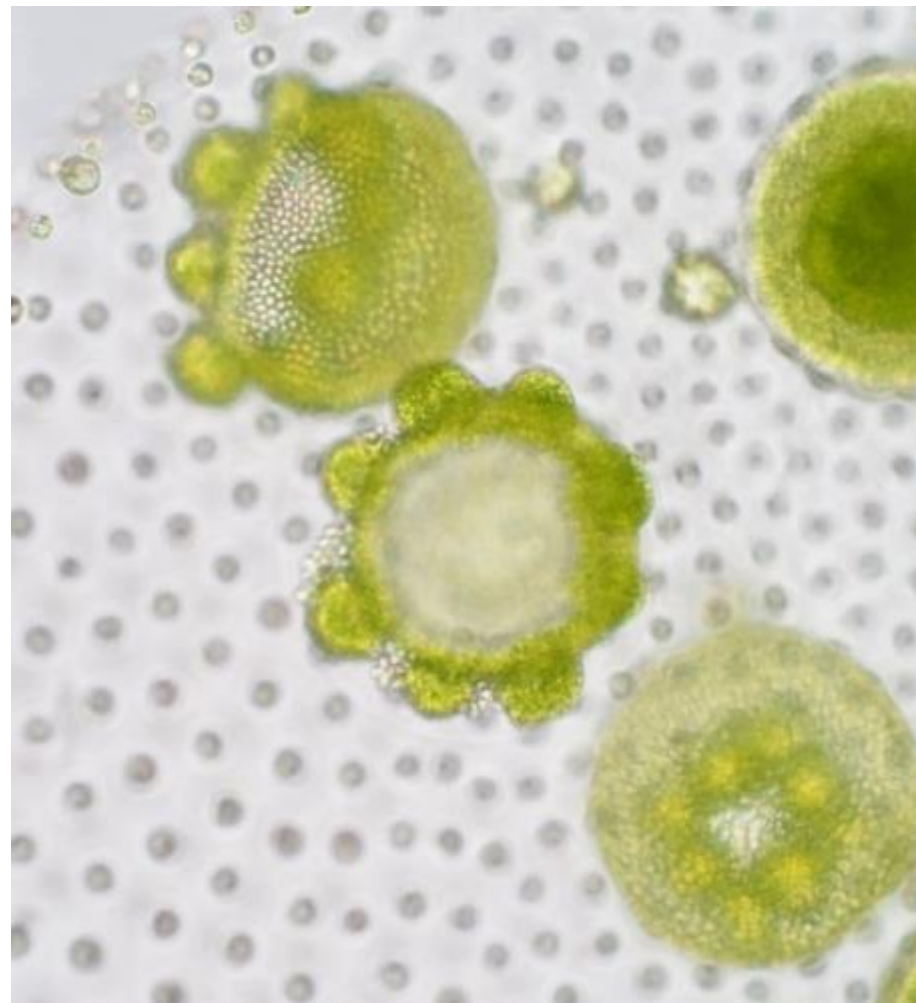
Les matériaux biosourcés sont issus d'une ressource **abondante, locale, diversifiée** et, **surtout, renouvelable**.



Aquaculture

Les matières issues de l'aquaculture sont très peu utilisées aujourd'hui dans la construction.

On a recours principalement à des algues avec des solutions issues de savoir-faire vernaculaires mais des solutions « innovantes » sont en développement.



<https://kreconcept.fr/lalgue-dans-le-design-et-larchitecture-un-materiau-revolutionnaire-et-ecoresponsable/>



<https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2013/march/seaweed-under-the-roof.html>



Source: Benchmark biosourcés in the world, Panorama de l'usage des matériaux de construction biosourcés dans 15 pays
https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/bbmworld_rapport_fin_v71.pdf

VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Les matériaux biosourcés sont issus d'une ressource **abondante, locale, diversifiée** et, surtout, **renouvelable**.



Recyclage

Le recyclage offre une deuxième, voire une troisième, vie à certaines matières biosourcées : papier, carton, fibres textiles.

Souvent dotées de bonnes caractéristiques thermiques, ces matières s'intègrent dans le concept de l'économie circulaire et sont parfois produites par des entreprises issues de l'économie sociale et solidaire

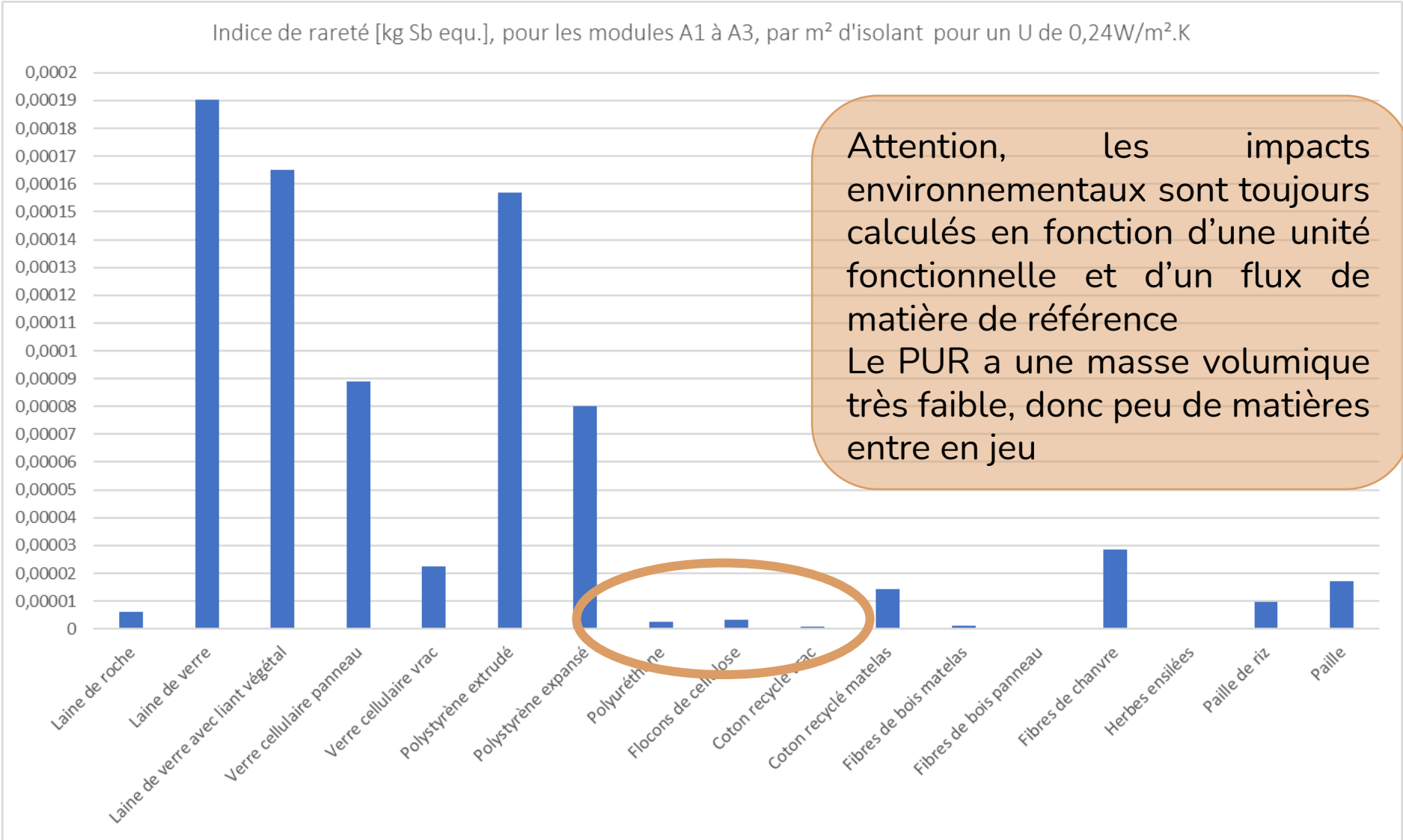


© Mëtisse

VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Les matériaux biosourcés sont issus d'une ressource **abondante, locale, diversifiée** et, **surtout, renouvelable**.

Matériau d'isolation produit à partir de ressources renouvelables	Origine	Temps de renouvellement
Paille $\rho = 100 \text{ kg/m}^3$ $\lambda = 0,050 \text{ W/mK}$	Belgique	Quelques mois
Fibres de chanvre $\rho = 30 \text{ à } 40 \text{ kg/m}^3$ $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$	Belgique, France	Quelques mois
Fibres d'herbes $\rho = 40 \text{ kg/m}^3$ $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$	Belgique	Quelques semaines, sous de bonnes conditions climatiques
Fibres de bois $\rho = 50 \text{ à } 100 \text{ kg/m}^3$ $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$	Europe	15 à 30 ans
Liège $\rho = 120 \text{ kg/m}^3$ $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$	Portugal	Ecorçage tous les 9 ans, une fois que l'arbre a atteint 25 ans d'âge.



Source: Benchmark biosourcés in the world, Panorama de l'usage des matériaux de construction biosourcés dans 15 pays
https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/bbmworld_rapport_fin_v71.pdf

VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Les matériaux biosourcés valorisent régulièrement des **sous-produits et co-produits d'autres secteurs.**



Balles d'avoine



Balles de riz
= déchets de l'agriculture



Valorisées sous forme d'isolant thermique
Avoine - λ de 0,065 W/mK
Riz - λ entre 0,049 et 0,052 W/mK

Selon la directive 2008/98/CE, un sous-produit se différencie d'un déchet si les conditions suivantes sont remplies: son utilisation ultérieure est incertaine; il peut être utilisé directement sans traitement supplémentaire autre que les pratiques industrielles courantes; et il fait partie intégrante d'un processus de production



VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Les matériaux biosourcés valorisent régulièrement des **sous-produits** et **co-produits d'autres secteurs**.

Certaines matières sont, de manière intentionnelle ou non, produites en même temps que le produit principal ou durant le même processus de fabrication.

Le ou les coproduits ainsi que le produit principal vont être séparés et **utilisés pour un usage particulier et dans différents secteurs**

Leur utilisation fait partie intégrante de la valorisation de la matière première. Ils sont caractérisés par une certaine valeur économique



Source: technichanvre.fr

Culture de plants de chanvre
Engendre plusieurs co-produits:
filasse, graines et chènevotte



Source: rtbf.be

Filasse utilisée
dans l'industrie
textile



Source: beautecherie.com

Graines utilisées
dans l'industrie
cosmétique



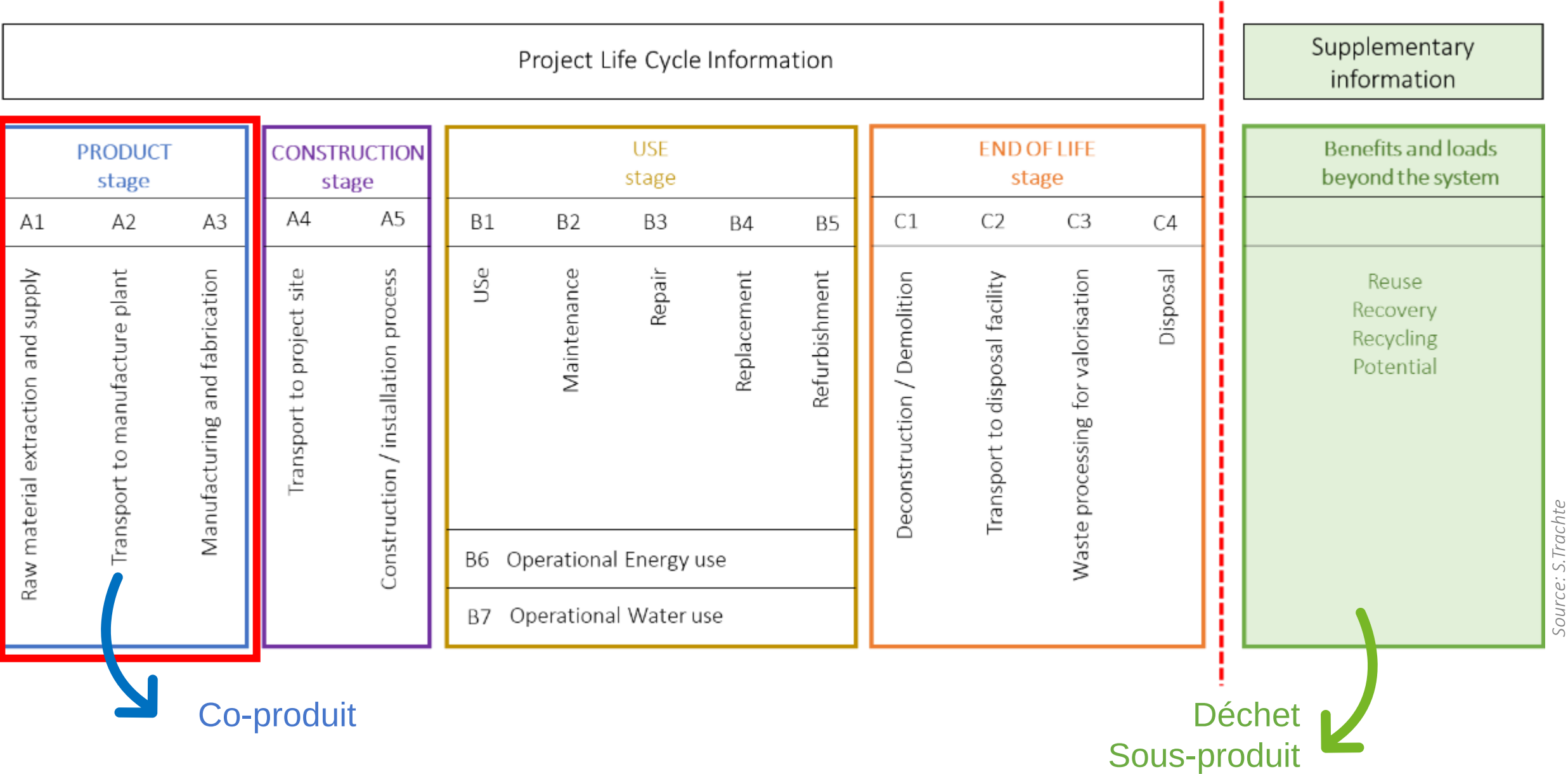
Source: technichanvre.fr

Filasse et chènevotte utilisées
dans la production d'isolants
thermiques – secteur
construction



VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Les matériaux biosourcés valorisent régulièrement des **sous-produits et co-produits d'autres secteurs**. Cela permet de réduire l'impact des phases d'extraction et de fin de vie.



VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Contrairement à la lithosphère qui ne réintègre que très lentement du carbone, **la biosphère absorbe à peu près autant de CO₂ qu'elle en produit**

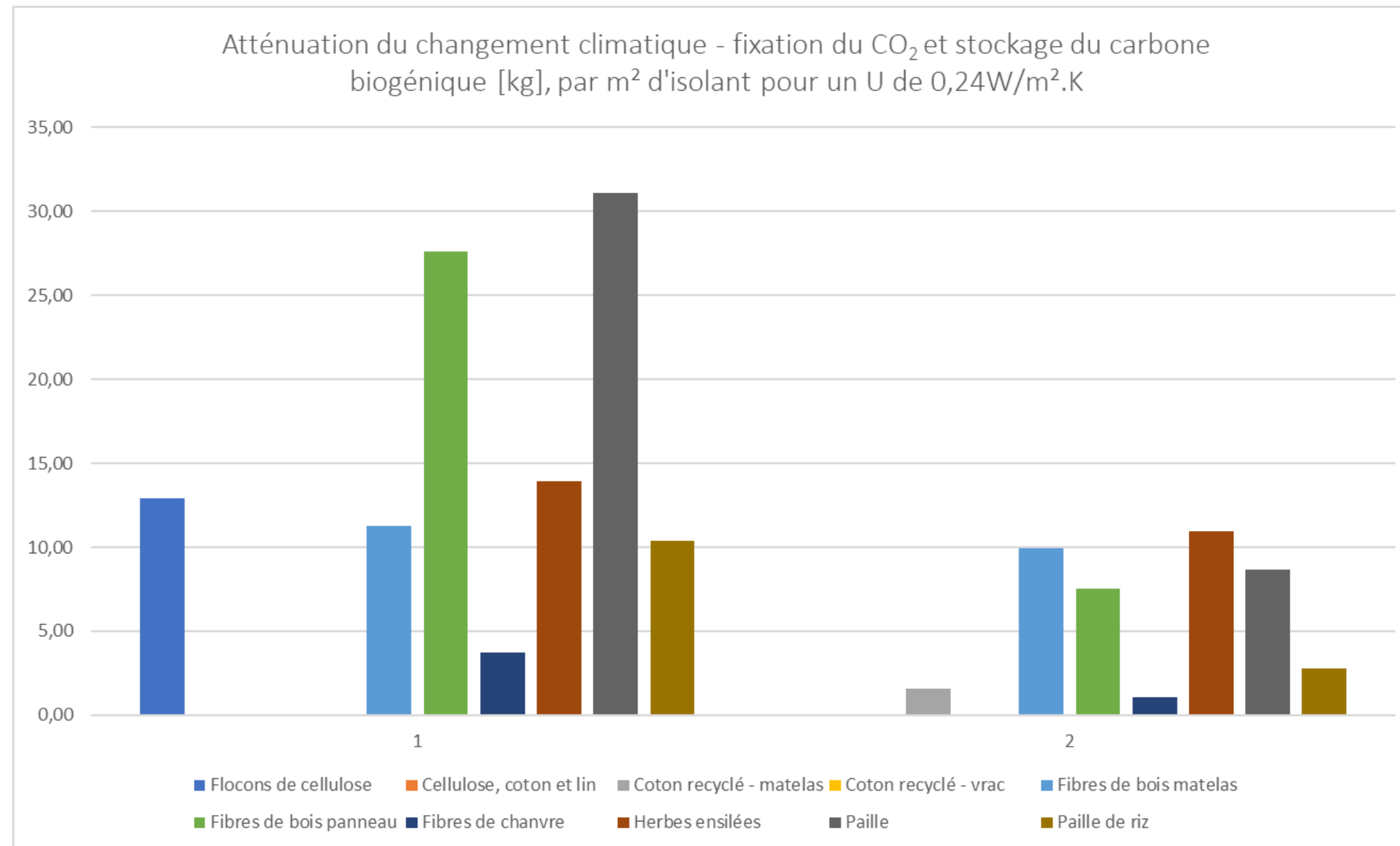


Illustration: Fixation du dioxyde de carbone et rôle joué par les isolants biosourcés dans l'atténuation du changement climatique. © S. Trachte

VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Si les matériaux biosourcés sont réemployés et/ou recyclés en fin de cycle d'utilisation, **le stockage du carbone se prolonge sur des temps longs**

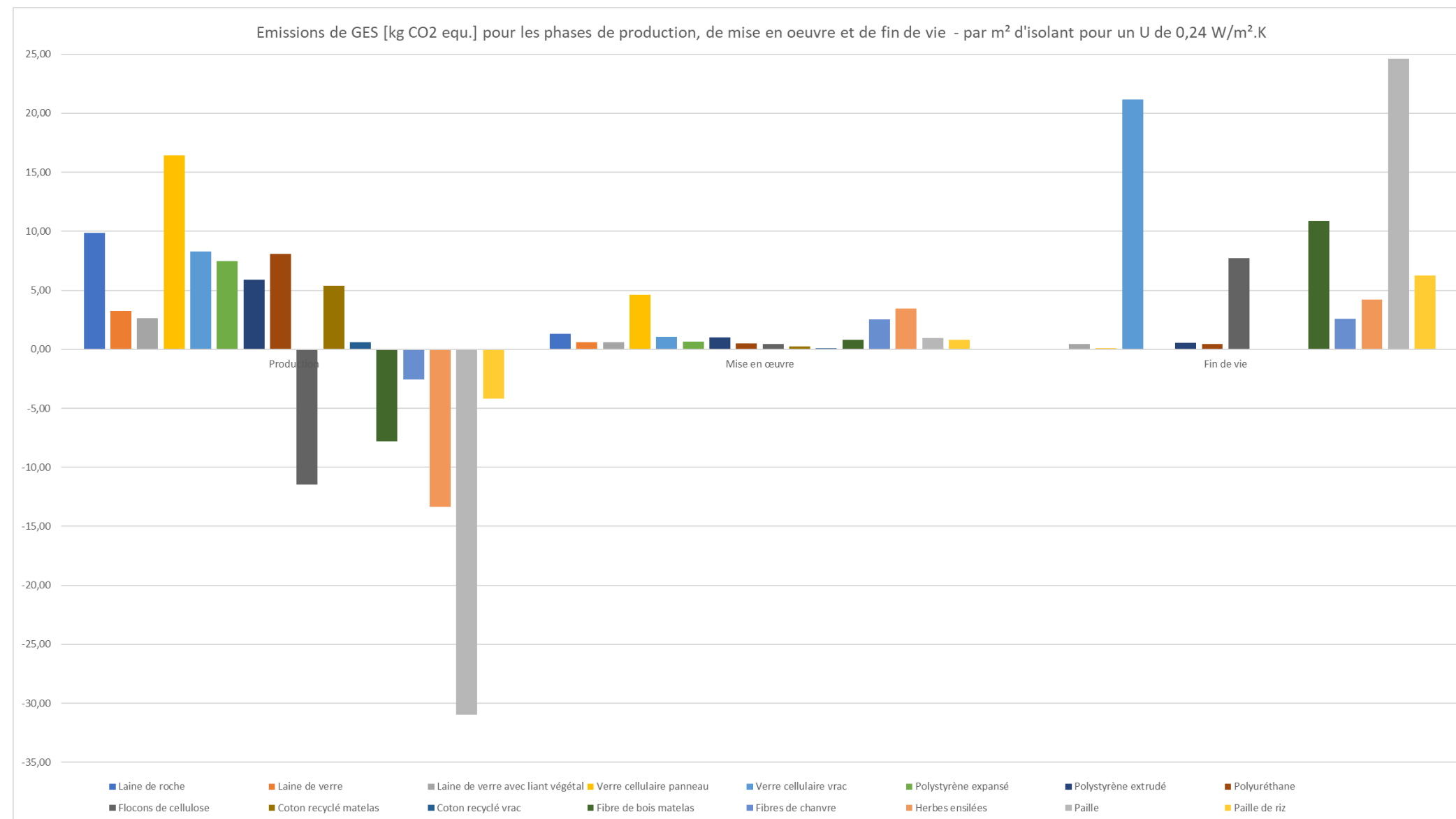


Illustration: Emission de GES pour les phases de production, mise en œuvre et fin de vie de matériaux isolants. © S. Trachte



VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Peu transformés, les matériaux biosourcés ont généralement un **cycle de production et de vie peu énergivore**.

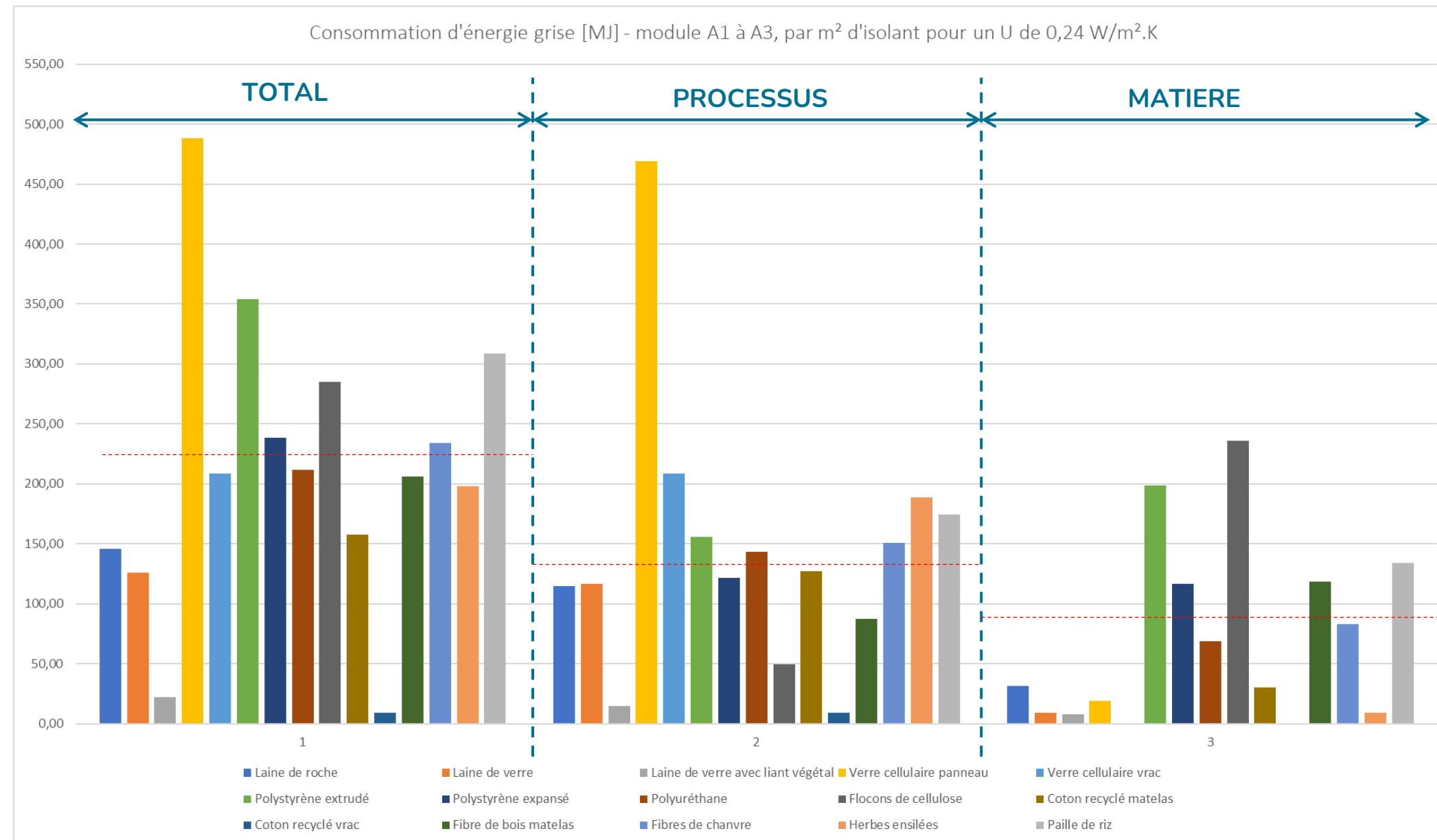


Illustration: Consommation d'énergie grise (MJ) pour les modules de la phase de extraction/production © S. Trachte

VI. LES ATOUTS DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

Calcul de l'énergie grise (en MJ/kg de matière produite)

Type d'énergie	Renouvelable	Non Renouvelable	TOTAL
Energie MATIERE	Consommation d'énergie « matière » renouvelable	Consommation d'énergie « matière » non renouvelable	Consommation totale d'énergie « matière »
Energie PROCESSUS	Consommation d'énergie « matière » renouvelable	Consommation d'énergie « matière » non renouvelable	Consommation totale d'énergie « processus »
TOTAL	Consommation totale d'énergie renouvelable	Consommation totale d'énergie non renouvelable	Energie grise

stock d'énergie mobilisée de manière temporaire.

énergie perdue ou une dette énergétique .



VII. Les atouts des biosourcés en rénovation

Propriétés hygrothermiques
Confort
Mise en œuvre





VII. ISOLANTS BIOSOURCÉS EN RÉNOVATION

Les isolants biosourcés présentent de nombreux attraits en rénovation, tant constructifs et techniques qu'économiques, sociaux et environnementaux.

➤ Constructif

- Ils offrent une diversité de solutions techniques grâce à une large gamme de **matières premières** (bois, liège, chanvre, lin, herbe, miscanthus, paille, cosses de céréales, roseaux, laine de mouton, cellulose, algues, textiles recyclés, etc.) que **de conditionnements** (vrac, feutre, matelas souple, panneaux rigides).
- Ils se mettent en œuvre **au moyen de techniques la plupart du temps réversibles**, tant en extérieur qu'en intérieur (par insufflation ou friction entre structure, en pose libre...), ce qui facilite les opérations de montage et démontage et renforce les possibilités de réemploi.
- Ils sont agréables à mettre en œuvre, selon le retour de ceux qui les utilisent.



VII. ISOLANTS BIOSOURCÉS EN RÉNOVATION

Les isolants biosourcés présentent de nombreux attraits en rénovation,
tant constructifs et techniques qu'économiques, sociaux et environnementaux.



Isolants biosourcés
Panneaux rigides



Isolants biosourcés
En vrac



VII. ISOLANTS BIOSOURCÉS EN RÉNOVATION

Les isolants biosourcés présentent de nombreux attraits en rénovation, tant constructifs et techniques qu'économiques, sociaux et environnementaux.

➤ Techniques

- Ce sont **matériaux équilibrés** présentant une **bonne conductivité thermique (aux alentours de 0,04 W/m²K)**, ainsi que d'autres propriétés intéressantes en termes de confort thermique et de qualité d'ambiance intérieure, comme une **masse volumique et une capacité thermique plus élevées** que les isolants synthétiques
- La plupart présentent une **porosité ouverte, caractéristique essentielle lorsqu'on isole par l'intérieur**. Outre l'absorption des ondes sonores, elle favorise surtout la circulation et le changement de phase de l'eau contenue dans le matériau. Ces transferts sont à l'origine d'un fonctionnement dit "hygrothermique dynamique" et jouent un rôle de régulateur particulièrement performant.



VII. ISOLANTS BIOSOURCÉS EN RÉNOVATION

Les isolants biosourcés présentent de nombreux attraits en rénovation.

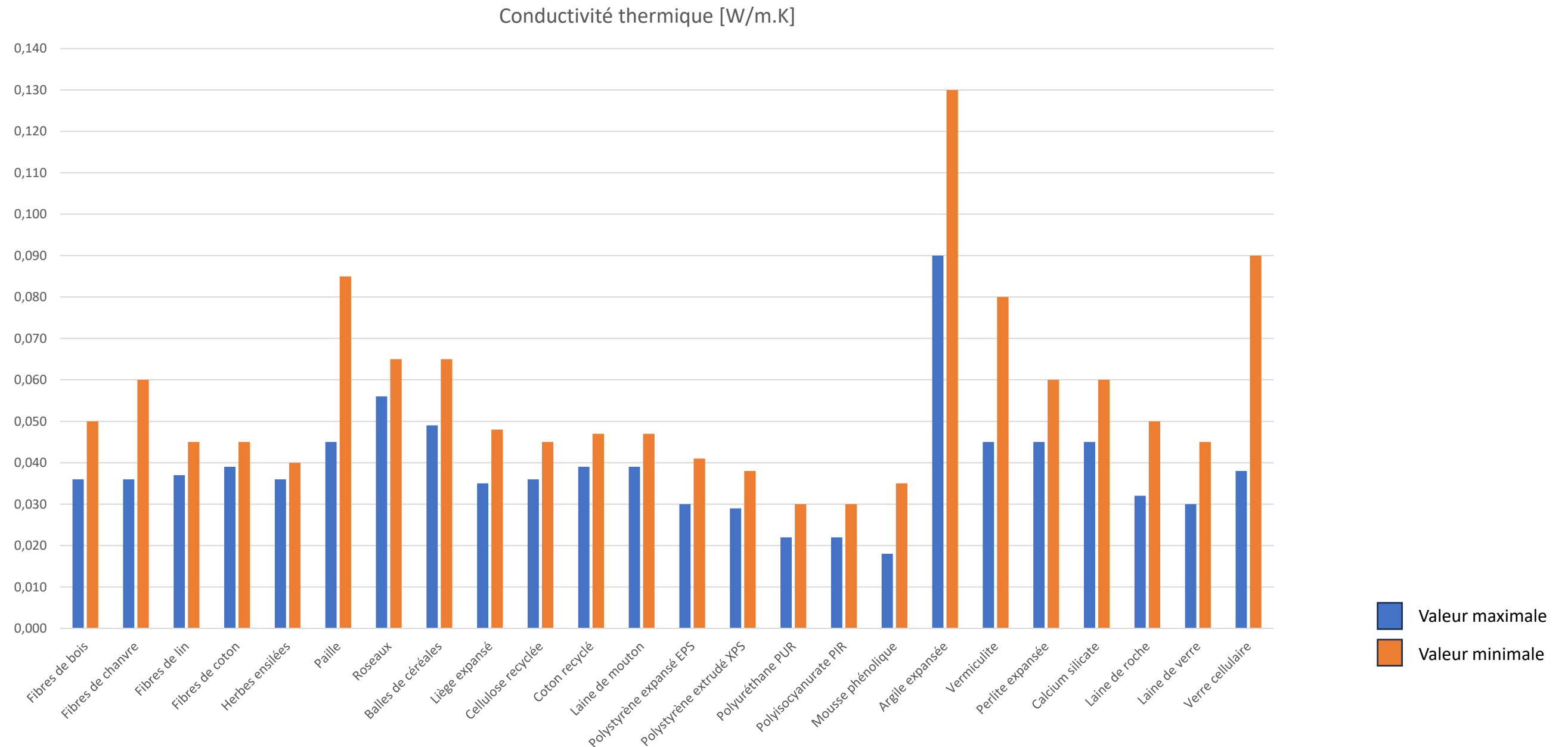


Illustration: Conductivité thermique des matériaux isolants par nature. © S. Trachte

VII. ISOLANTS BIOSOURCÉS EN RÉNOVATION

Les isolants biosourcés présentent de nombreux attraits en rénovation.

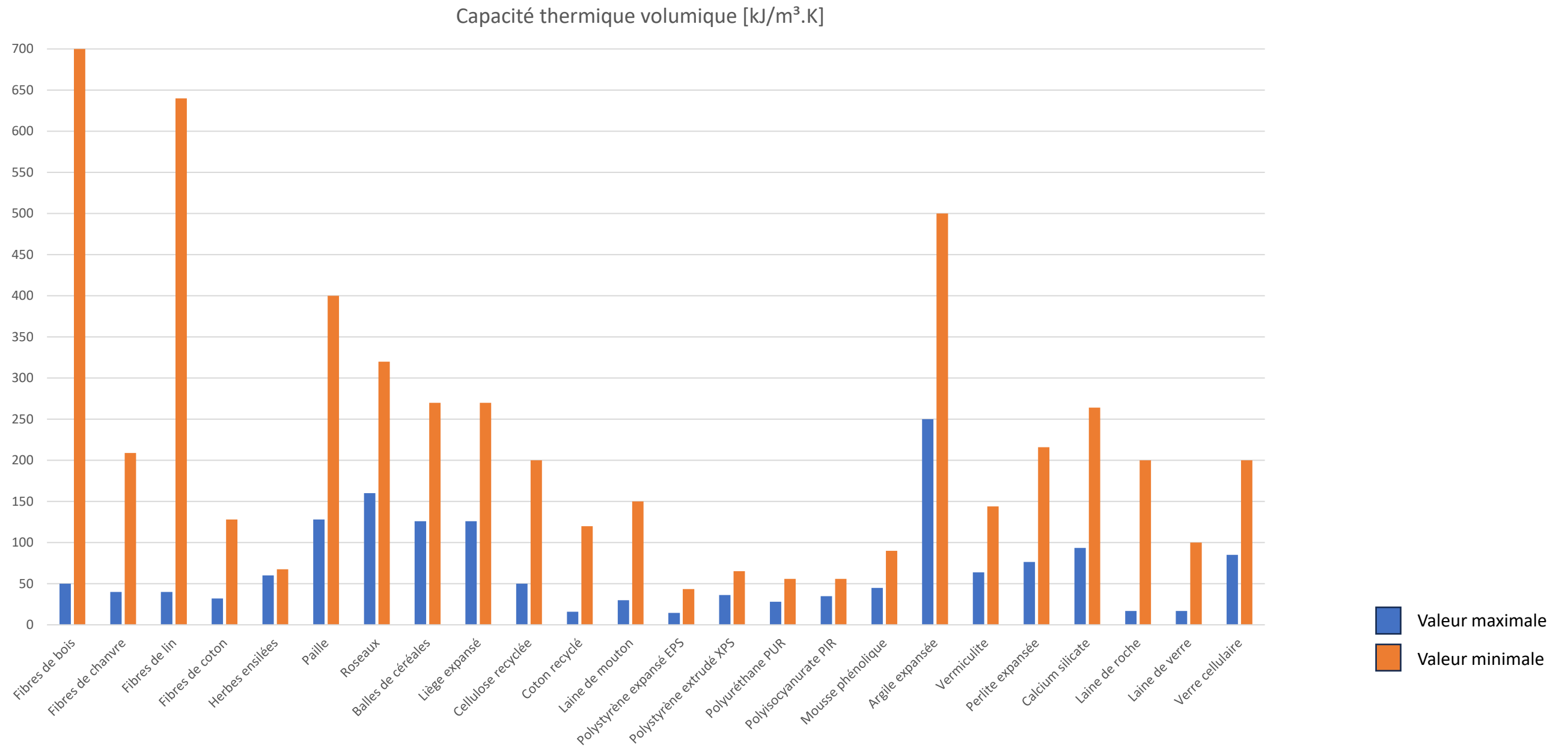


Illustration: Capacité thermique volumique des matériaux isolants par nature. © S. Trachte

VII. ISOLANTS BIOSOURCÉS EN RÉNOVATION

Les isolants biosourcés présentent de nombreux attraits en rénovation, tant constructifs et techniques qu'économiques, sociaux et environnementaux.

➤ **Confort des espaces de vie (isolation par l'intérieur)**

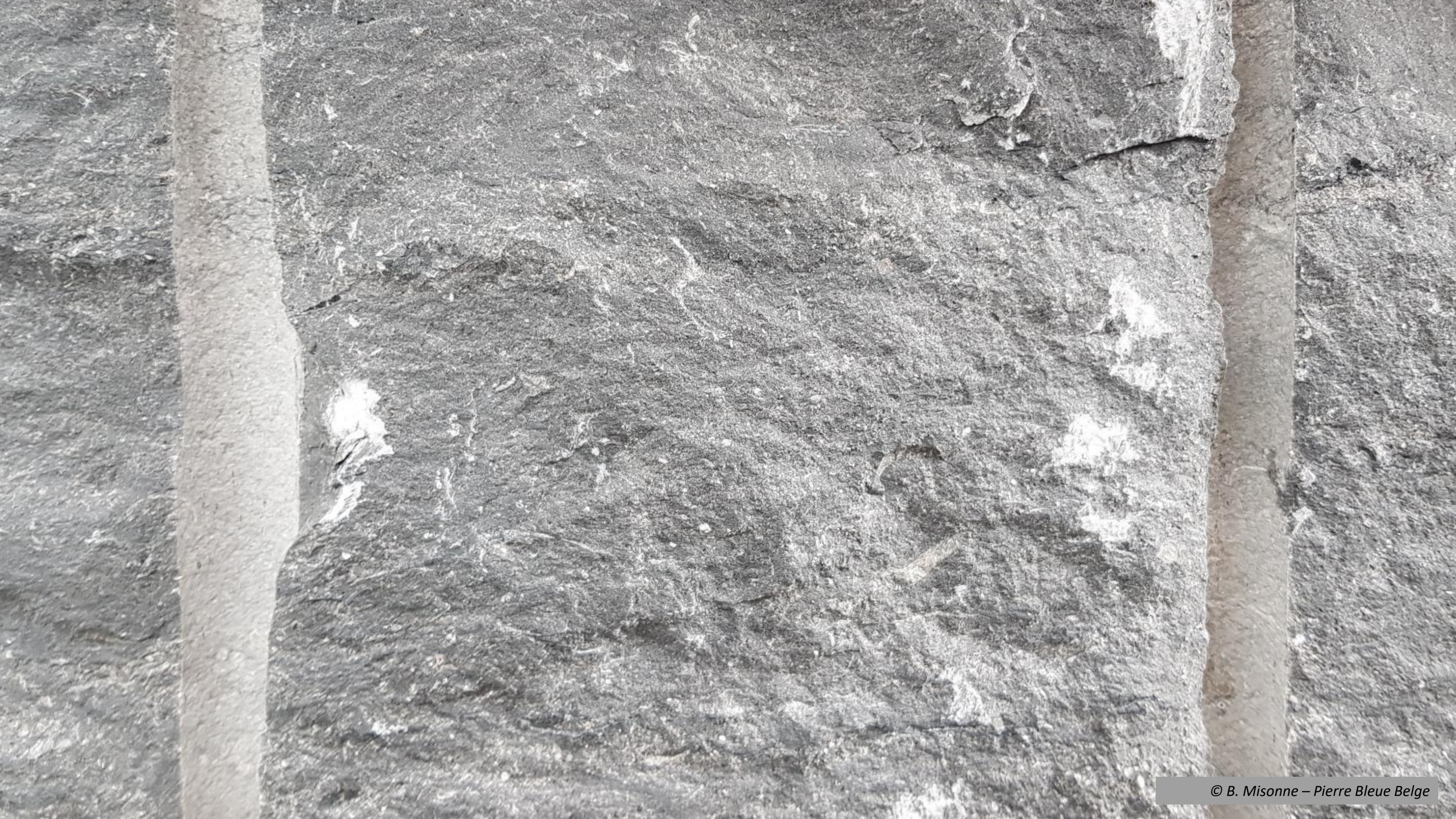
- Ils offrent un meilleur confort thermique estival
- Ils offrent une meilleure qualité de l'air et de l'ambiance intérieure
 - Très peu émissifs en termes de substances toxiques (étiquetage Afsset)
 - Améliorent l'hygrométrie d'une pièce
- Ils offrent (pour les matériaux de finition) des textures et des couleurs qui génèrent un ressenti d' « ambiance agréable, douce et sereine »



VIII. Les matériaux biosourcés et TOTEM

Quels matériaux sont répertoriés
Quelques analyses rapides...





VIII. ISOLANTS BIOSOURCÉS ET L'OUTIL TOTEM

La base de données reprend déjà un grand nombre de matériaux biosourcés (en comparaison avec d'autres outils) et notamment des isolants

Bio-based materials	Versions	Used in TOTEM worksections	Material category
Cellulose fibre	2	Yes (2)	Cellulose
Cellulose-based acoustic panel	1	Yes (1)	Cellulose
CLT, cross laminated timber, panel	1	Yes (1)	Wood
Containerboard, linerboard	2	No (2)	Paper
Core Board	1	No (1)	Paper
Cork slab	1	Yes (1)	Cork
Corrugated board box	1	No (1)	Wood
Door, inner, glass-wood	1	No (1)	Wood
Door, inner, MDF varnished	1	Yes (1)	Wood
Door, inner, solid wood varnished	2	Yes (1) / No (1)	Wood
Door, inner, wood	1	No (1)	Wood
Door, outer, wood-aluminium	1	Yes (1)	Wood
Door, outer, wood-glass	1	Yes (1)	Wood
EUR-flat pallet	1	No (1)	Wood
Fibreboard, hard	2	Yes (2)	Wood
Fibreboard, soft	3	Yes (2) / No (1)	Wood
Fibreboard, soft, bitumised	2	Yes (1) / No (1)	Wood
Fibreboard, soft, latex bonded	2	Yes (1) / No (1)	Wood

Sur un échantillon de 89 matériaux biosourcés, TOTEM reprend déjà 58 matériaux, soit 65%

Il reprend également

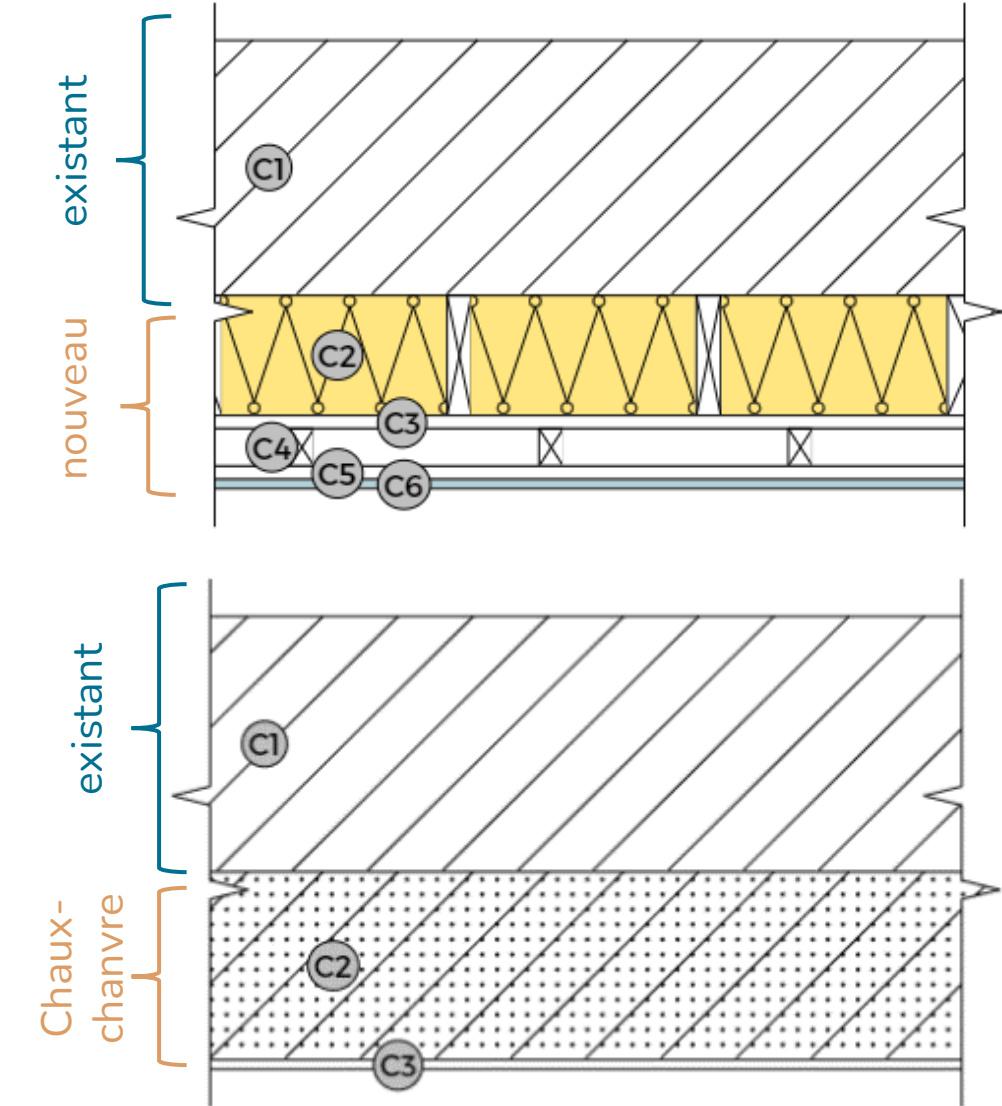
- Un grand nombre de produit bois: massif, CLT, panneaux de fibres...
- Quelques produits en terre: blocs, enduit, chape...



Bio-based materials	Versions	Used in TOTEM worksections	Material category
Folding boxboard/chipboard	2	No (2)	Paper
Furnace, pellets	1	Yes (1)	Wood
Glued laminated timber	2	Yes (1) / No (1)	Wood
Hardwood	8	Yes (7) / No (1)	Wood
Hemp cotton insulation board	1	No (1)	Hemp
Hemp insulation	1	Yes (1)	Hemp
Hempcrete blocks	1	Yes (1)	Hemp
Kraft paper	2	No (2)	Paper
Laminate plank	1	Yes (1)	Wood
Laminated timber element	1	Yes (1)	Wood
Linoleum tile	1	Yes (1)	Wood / Linen
Linseed oil	2	Yes (1) / No (1)	Linen
Medium density fibreboard	1	Yes (1)	Wood
Oriented strand board	1	Yes (1)	Wood
Paper, melamine impregnated	1	No (1)	Paper
Particle board, cement bonded	5	Yes (2) / No (3)	Wood
Plywood	2	Yes (2)	Wood
Sheep wool insulation	1	Yes (1)	Sheep wool
Softwood	7	Yes (5) / No (2)	Wood
Solid bleached/unbleached board	2	No (2)	Paper
Straw	1	Yes (1)	Straw
Thermally modified wood	2	No (2)	Wood
Three layered laminated board	1	No (1)	Wood
Wallpaper	1	Yes (1)	Paper
Window frame, wood	3	Yes (3)	Wood
Window frame, wood-cork	1	Yes (1)	Wood
Window frame, wood-metal	1	Yes (1)	Wood
Wood chips	2	No (2)	Wood
Wood cladding	1	No (1)	Wood
Wood pellet	3	No (3)	Wood
Wood wax	1	Yes (1)	Wood
Wood wool	3	Yes (1) / No (2)	Wood

VIII. ISOLANTS BIOSOURCÉS ET L'OUTIL TOTEM

Quelques analyses...



Matériau avec EPD
Matériau générique
Matériau en réemploi ex situ

Isolants	Réchauffement climatique <i>kg de CO2 équiv.</i>	Ressources abiotiques fossiles – combustibles <i>MJ</i>	Besoin en eau <i>M³ de privation équiv.</i>	Acidification <i>mPt/mole de H+ équiv.</i>
Paroi sans isolant	33	470	8,3	0,21
Flocons cellulose 16 cm, U= 0,22 W/m²K	34	484	8,7	0,22
Matelas d'herbes 16 cm, U= 0,23 W/m²K	40 37	564 480	9,8 8,7	0,23 0,22
Fibres de bois 16 cm, U= 0,21 W/m²K	38 35	558 485	14 8,6	0,26 0,22
Laine de mouton 16 cm, U= 0,22 W/m²K	54	652	4,8	0,25
Coton recyclé 16 cm, U= 0,22 W/m²K	38	558	14	0,25
Fibres de chanvre 16 cm, U= 0,22 W/m²K	44	640	67	0,27
Chaux-chanvre 25 cm, U= 0,23 W/m²K	47	500	8,5	0,33
Laine de roche 16 cm, U= 0,21 W/m²K	39	550	10	0,28
EPS 16 cm, U= 0,22 W/m²K	50	690	15	0,25
PUR 14 cm, U= 0,19 W/m²K	69	948	29	0,38

VIII. ISOLANTS BIOSOURCÉS ET L'OUTIL TOTEM

Pour favoriser les matériaux bio et géosourcés dans vos analyses, il faut reprendre les données chiffrées, en distinguant « besoin en énergie » et « matériaux »

Etapes du cycle de vie - matériaux

Total par étapes du cycle de vie - matériaux

Copier Télécharger

Indicateurs d'impact environnemental							
Indicateur de l'impact		Valeur de l'impact (par UF)	Unité de calcul	Facteur d'aggrégation		Score environnemental	
						mPt/UF	%
	Changement climatique	195	kg de CO2 équiv.	0.026	mPt/kg de CO2 équiv.	5.1	35%
	Changement climatique - combustibles fossiles	193	kg de CO2 équiv.	0.026	mPt/kg de CO2 équiv.	5	34%
	Changement climatique - biogénique	1.6	kg de CO2 équiv.	0.026	mPt/kg de CO2 équiv.	0.042	0.29%
	Changement climatique - occupation des sols et transformation de l'occupation des sols	0.17	kg de CO2 équiv.	0.026	mPt/kg de CO2 équiv.	0.0043	0.03%
	Appauvrissement de la couche d'ozone	0.000019	kg de CFC 11 équiv.	1176	mPt/kg de CFC 11 équiv.	0.023	0.16%
	Acidification	0.7	mPt/mole de H+ équiv.	1.1	mPt/mole de H+ équiv.	0.78	5.3%
	Eutrophisation					0.77	5.3%
	Eutrophisation aquatique, eaux douces	0.0038	kg de P équiv.	17	mPt/kg de P équiv.	0.067	0.46%
	Eutrophisation aquatique marine	0.18	kg de N équiv.	1.5	mPt/kg de N équiv.	0.28	1.9%
	Eutrophisation terrestre	2	mPt/mole de N équiv.	0.21	mPt/mole de N équiv.	0.43	2.9%
	Formation d'ozone photochimique	0.54	kg de COVNM équiv.	1.2	mPt/kg de COVNM	0.75	5.1%



IX. Conclusions

Ce qu'il faut retenir...
Bibliographie





CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les matériaux **biosourcés sont produits à partir des matières organiques, issues de la biomasse** et ils sont généralement **peu transformés**. La plupart peuvent être considérés comme “naturel”
- Un matériau est considéré comme “biosourcé” s’il est d’origine végétale ou animale, dérivé de la biomasse, renouvelable et généralement biodégradable, et pouvant être composté.
- **La performance réelle d’un matériau biosourcé doit être évaluée par une analyse du cycle de vie**, en tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie de l’ensemble des indicateurs environnementaux
- De nombreux secteurs d’activités se tournent vers les potentiels offerts par la biomasse et on assiste donc à un **redéploiement de la bioéconomie**. Dans le secteur de la construction, les matériaux biosourcés peuvent être considérés comme **des alternatives éco-responsables** aux matériaux conventionnels.



CE QU'IL FAUT RETENIR

- Face aux enjeux de raréfaction des ressources minérales et de réchauffement climatique, **les matériaux biosourcés apportent des réponses ou des solutions concrètes, et ce, pour différentes applications (structure, isolation, parachèvement et finition).**
- **Les filières en Belgique et en France sont en pleine expansion. Les producteurs peuvent encore augmenter leur capacité de production.** Les produits sont soutenus par des réglementations adaptées (en France) ou des labels spécifiques.
- **Les matériaux biosourcés présentent de bonnes performances de durabilité.** Il faut cependant être attentif à leur vulnérabilité à l'eau et à leur résistance au feu.
- **Ils présentent de nombreux atouts environnementaux:** ressources renouvelables et locales, puits de carbone, utilisation de sous-produits ou co-produits, peu transformés



CE QU'IL FAUT RETENIR

- **Les isolants biosourcés présentent de nombreux attraits en rénovation, tant constructifs que techniques:** diversité de matières et de conditionnement, bonne performance thermique, très bonnes performances hygrothermiques, confort estival, mise en œuvre souvent réversible.
- **Les matériaux biosourcés sont un peu plus chers que les matériaux conventionnels** (coût de production, manque de connaissances et savoir-faire). Mais il faut renforcer la demande et augmenter les compétences des entreprises dans le domaine.
- **De nombreux matériaux biosourcés sont présents dans la base de l'outil TOTEM** mais il faut aller au-delà du résultat agréé pour cerner leurs atouts environnementaux.
- Et surtout **ne pas oublier les matériaux de réemploi... qui restent d'un point de vue environnemental et circulaire, les plus compétitifs.**



OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES

- Guide Bâtiment durable – Dossier «**Problématique et enjeux d'une utilisation durable de la matière**» accessible en ligne sur <https://www.guidebatimentdurable.brussels/problematique-enjeux-dune-utilisation-durable-matiere>
- Guide Bâtiment durable – Dossier «**Choix durable des matériaux d'isolation thermique**» accessible en ligne sur <https://www.guidebatimentdurable.brussels/choix-durable-materiaux-disolation-thermique>
- EVRARD A., BIOT B., KEUTGEN G., LEBEAU F., COURARD L., et.al., (2016), aPROpaille, Vadémécum 2, La paille parois performantes, UCLouvain, ULiège, ICEDD, Pailletec <http://hdl.handle.net/2078.1/176048>
- FNR, KAISER Ch. (2020), Rapport «Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen», https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Brosch_Daemmstoffe_2020_Web_Stand_Aktualisiert.pdf



OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES

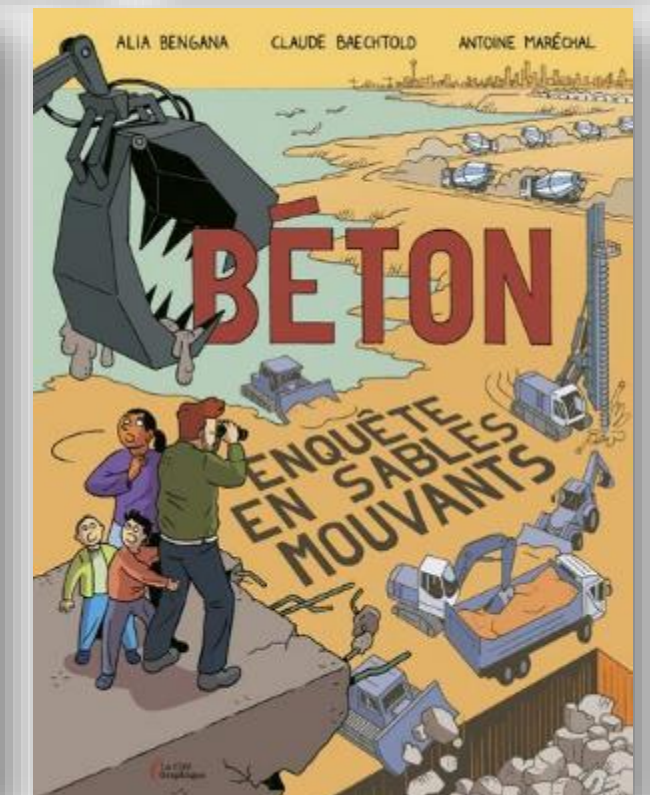
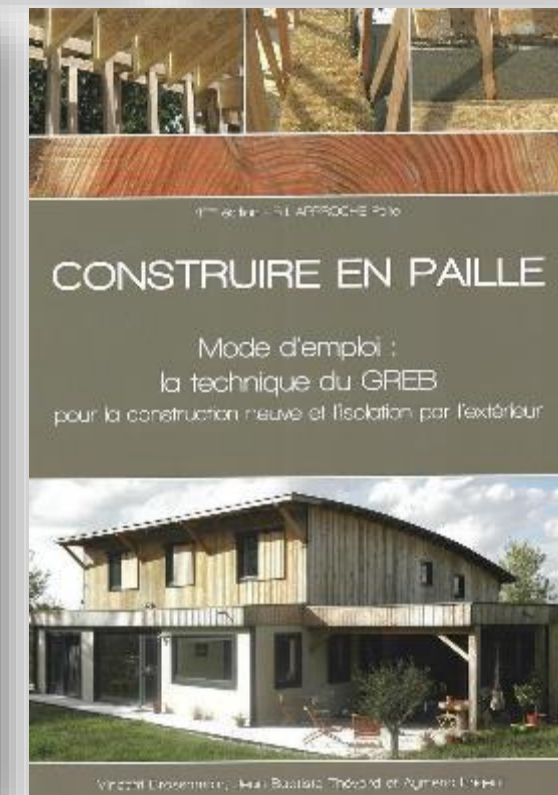
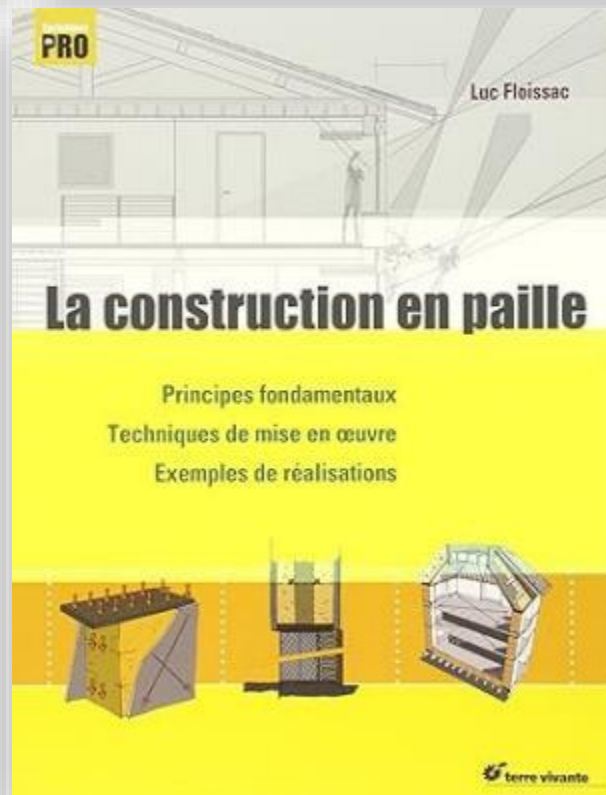
- COURGEY S. (2006), La botte de paille, matériau de construction, Dossier technique, téléchargeable sur <https://associationarcanne.files.wordpress.com/2020/04/la-botte-de-paille-matc3a9riau-de-construction.pdf>
- COURGEY S. (2020), Les matériaux biosourcés, présentation en ligne, téléchargeable sur <https://associationarcanne.files.wordpress.com/2020/04/arcanne-bs.2020.04.pdf>
- Ademe (2017), Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits biosourcés utilisés dans la construction (à l'exception du bois), Etat des lieux économique du secteur et des filières
- Découvrir les éco-matériaux – Cluster Eco-construction - https://www.youtube.com/watch?v=7T1Wshh5pgw&list=PLi7K7Zllygag4EXEPf3xm1wFo27_wBt84
- https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/les_materiaux_de_construction_biosources_geosources.pdf
- <https://www.apc-paris.com/ressources/guide-les-materiaux-durables-pour-le-batiment/>



OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES



OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES



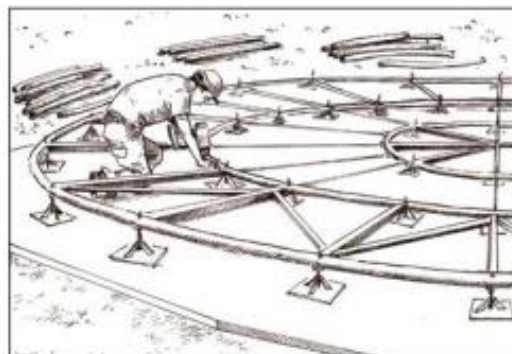
OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES



BAMBOU

Plante et filière

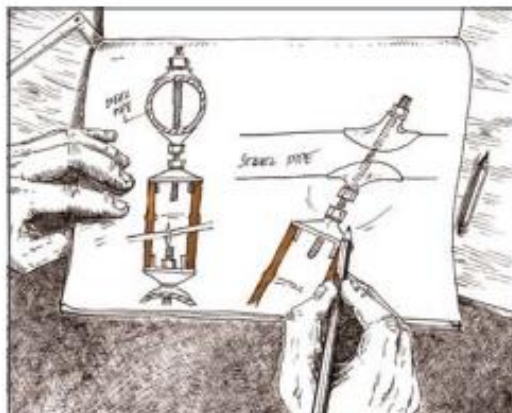
Plantes de la famille des graminées originaires des régions tropicales ou subtropicales, les bambous sont aussi adaptés aux climats tempérés. Ils sont naturellement présents en Asie, Océanie et Amérique, mais certaines espèces ont été importées en Europe. Caractérisés par une croissance rapide, les bambous se développent en touffes serrées à partir de leur rhizome et se régénèrent après la coupe, contrairement au bois. Une même surface de plantation de bambou stocke davantage de carbone qu'une forêt de feuillus.



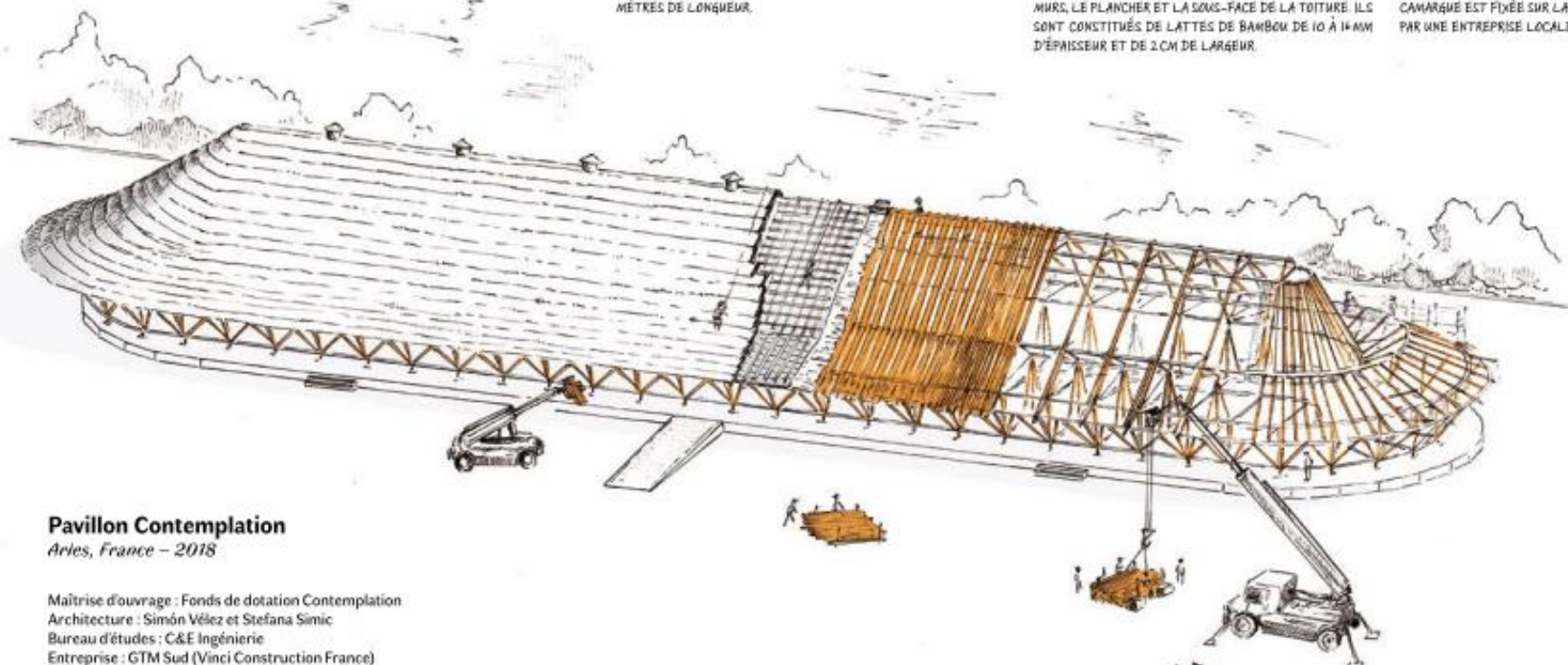
LES CERCES, LES TRAVERSES ET LES CONTREVENTEMENTS DE LA STRUCTURE PRIMAIRE EN ACIER SONT ASSEMBLÉS AU SOL, SUR LA DALLE EN BÉTON.



L'ASSEMBLAGE ENTRE LES TIGES DE BAMBOU ET LES ÉLÉMENTS EN ACIER EST ASSURÉ DANS UN PREMIER TEMPS PAR DES ÉCROUS ET DES TIGES FILETÉES, ET DANS UN DEUXIÈME PAR DES CÂBLES TENDUS ENTRE CHAQUE CERCLE.



LE PRINCIPÉ CONSTRUCTIF REPOSE SUR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE SUCCESSION DE FERMES ET DE MI-FERMES EN BAMBOU. L'ENSEMBLE EST MAINTENU PAR UNE SÉRIE DE CERCES-ARMATURES CINTRÉES HORIZONTALES EN TUBES D'ACIER DE 114,3 MM DE DIAMÈTRE QUI CEINTURENT LE PAVILLON.



Pavillon Contemplation

Aries, France - 2018

Maîtrise d'ouvrage : Fonds de dotation Contemplation
Architecture : Simón Véllez et Stefana Simic
Bureau d'études : C&E Ingénierie
Entreprise : GTM Sud (Vinci Construction France)



POUR LIMITER LA DÉTÉRIORATION DES ÉLÉMENTS LORS DU SERRAGE ET TRANSMETTRE AU MIEUX LES EFFORTS MÉCANIQUES, DES COUPELLES MOULÉES EN ALUMINIUM RÉCYCLÉ SONT INTERCALÉES DANS L'ASSEMBLAGE PAR TIGE FILETÉE.



LE PROJET EST CONSTITUÉ DE 1 400 TIGES DE BAMBOU DE 3 À 10 MÈTRES DE LONGUEUR.



DES PANNEAUX EN BAMBOU (ESTERILLAS) FORMENT LES MURS, LE PLANCHER ET LA SOUS-FACE DE LA TOITURE. ILS SONT CONSTITUÉS DE LATTES DE BAMBOU DE 10 À 14 MM D'ÉPAISSEUR ET DE 2 CM DE LARGEUR.



LA COUVERTURE EN ROSEAUX DE CAMARQUE EST FIXÉE SUR LA CHARPENTE PAR UNE ENTREPRISE LOCALE.

Outils et matériaux



Les tiges de bambou (*guadua angustifolia*) sont structurales.

Les tubes d'acier constituent les cerces de la structure principale.



Les coupelles moulées en aluminium recyclé assurent de parfaits assemblages.

Technique

Le processus de transformation de la tige de bambou en élément structurel ne demande que très peu d'étapes. Après la coupe, le séchage à l'air libre et parfois un traitement contre les insectes, les bambous sont directement assemblés entre eux, grâce à des cordes ou des tiges filetées boulonnées. La structure naturellement creuse du bambou est un atout pour ses performances mécaniques et place sa résistance entre celles du bois et de l'acier.

OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES



ROSEAU

Plante et filière

A l'origine, le mot chaume désigne la tige creuse herbacée des graminées. C'est aussi le nom donné par extension au matériau des couvertures traditionnelles en roseau, mais aussi en paille de blé ou de seigle et plus rarement en bruyère, jonc ou genêt. Si le chaume couvre encore quelques milliers de toits répartis dans l'Hexagone, la plupart sont en roseau et se situent en Bretagne, dans la grande Brière. Les roselières de la Camargue assurent les trois quarts de la production française, soit environ un million de bottes.



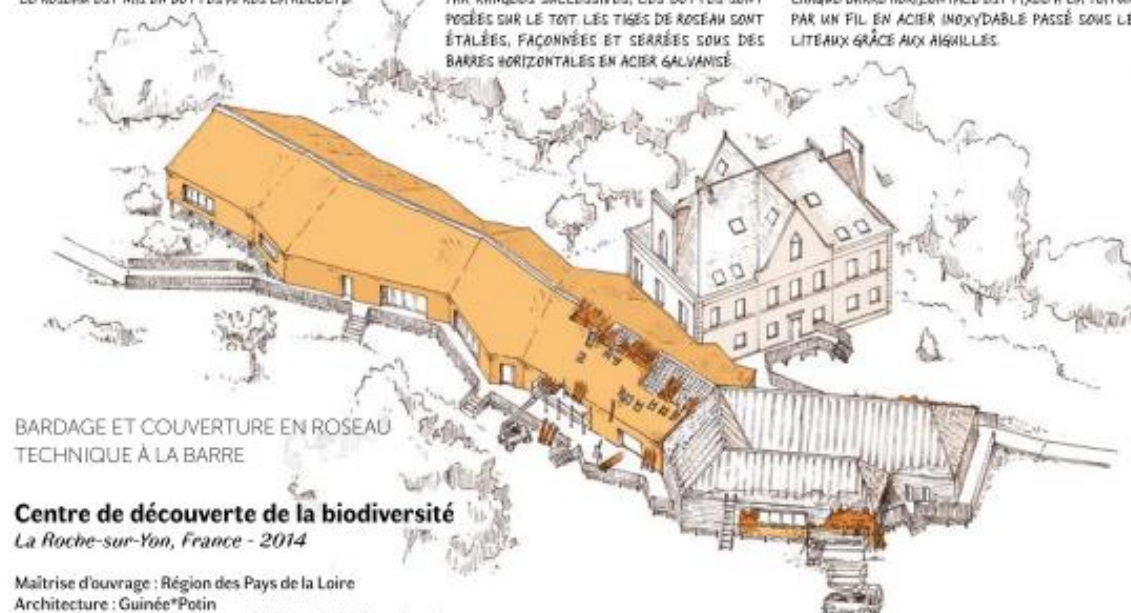
LE ROSEAU EST MIS EN BOTTES APRÈS LA RÉCOLTE.



PAR RANGÉES SUCCESSIVES, LES BOTTES SONT POSÉES SUR LE TOIT. LES TIGES DE ROSEAU SONT ÉTALÉES, FAÇONNÉES ET SERRÉES SOUS DES BARRES HORIZONTALES EN ACIER GALVANISÉ.



CHACQUE BARRE HORIZONTALE EST FIXÉE À LA TOITURE PAR UN FIL EN ACIER INOXYDABLE PASSÉ SOUS LES LITEAUX GRÂCE AUX AIGUILLES.



BARDAGE ET COUVERTURE EN ROSEAU
TECHNIQUE À LA BARRE

Centre de découverte de la biodiversité
La Roche-sur-Yon, France - 2014

Maîtrise d'ouvrage : Région des Pays de la Loire
Architecture : Guinée*Potin
Entreprises : Cruard Charpente, SARL Le Goff (chaumiers)



LES TIGES DE ROSEAU SONT SERRÉES ENTRE LA BARRE ET LES LITEAUX À L'AIDE D'UN VRIILLEUR.



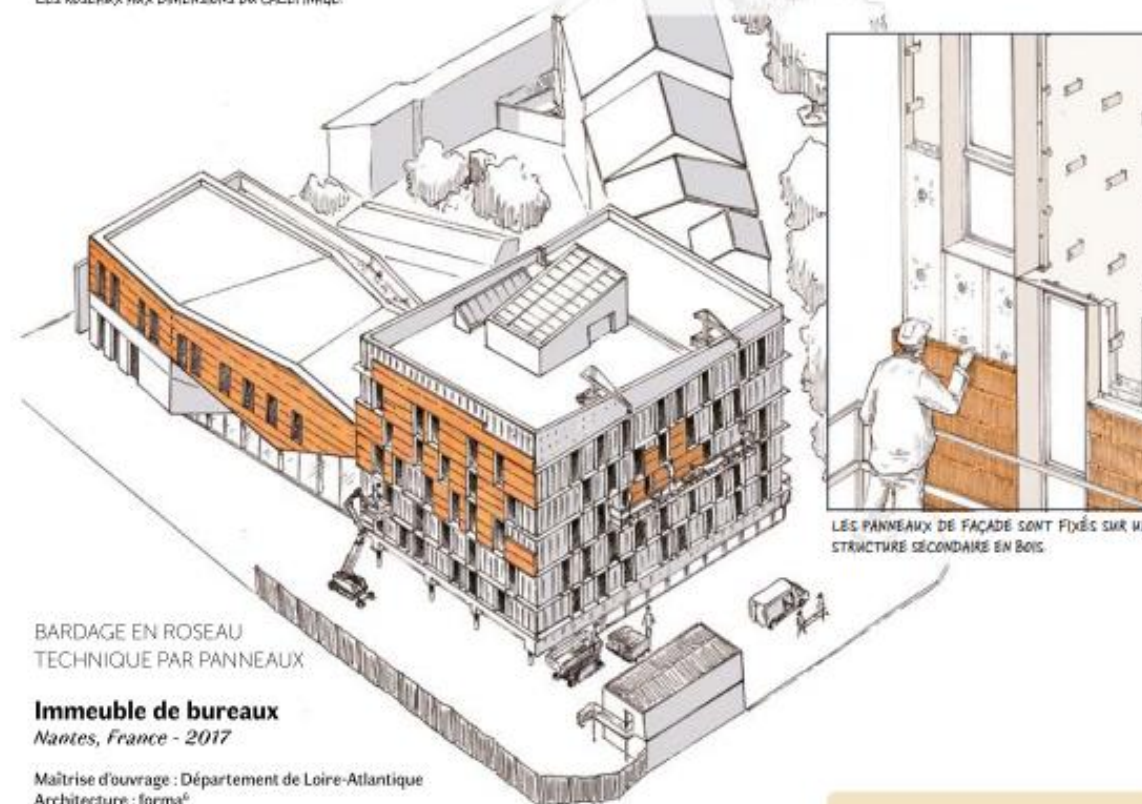
LE CHAUME EST ÉGALISÉ AVEC UN BATTOIR.



LE FAÏTAGE EST RÉALISÉ À LA CHAUX.



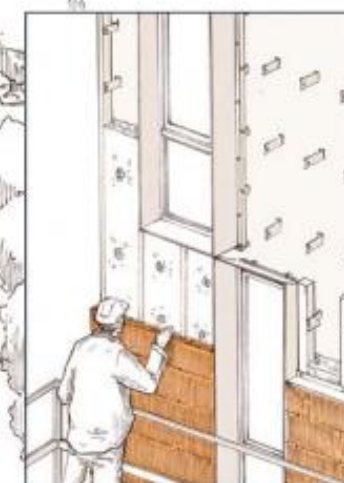
LES PANNEAUX DE BARDAGE EN ROSEAU SONT PRÉPARÉS EN ATELIER À L'AIDE D'UNE MACHINE FABRIQUÉE SPÉCIALEMENT POUR LE CHANTIER, QUI MET AU SABARIT ET COUPE LES ROSEAUX AUX DIMENSIONS DU CALEPINAGE.



BARDAGE EN ROSEAU
TECHNIQUE PAR PANNEAUX

Immeuble de bureaux
Nantes, France - 2017

Maîtrise d'ouvrage : Département de Loire-Atlantique
Architecture : forma²
Entreprises : Axima et Patrice Leray (chaumier)



LES PANNEAUX DE FAÇADE SONT FIXÉS SUR UNE STRUCTURE SECONDAIRE EN BOIS.

Technique

La technique de couverture en chaume utilise des bottes de roseaux de 1,2 à 2 m de longueur. En moyenne, 12 à 15 bottes sont nécessaires pour couvrir un mètre carré. Chaque botte est posée sur la charpente ou les murs les pieds en bas, avant d'être serrée puis fixée par un fil d'acier vissé à la structure. L'étanchéité de la toiture est garantie par la qualité du serrage et le recouvrement des tiges qui avoisine les 99 % de leur longueur pour la technique à la barre. Épaisse d'environ 30 cm, la couverture en chaume est une des plus légères.

Les outils traditionnels du chaumier



Les aiguilles sont utilisées pour faire passer la ligature autour du chaume et le presser entre la barre et le support.



Le vrilleur permet au chaumier de serrer fortement les fils d'attache.



Le battoir sert à égaliser les roseaux pour obtenir la pente souhaitée.



Les chevalets permettent au chaumier de se déplacer sur la toiture.



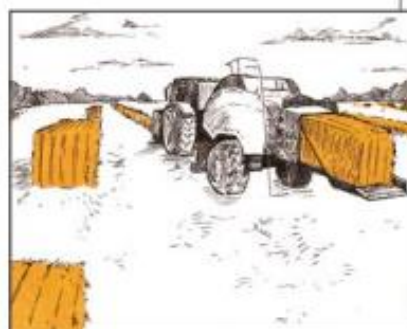
OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES



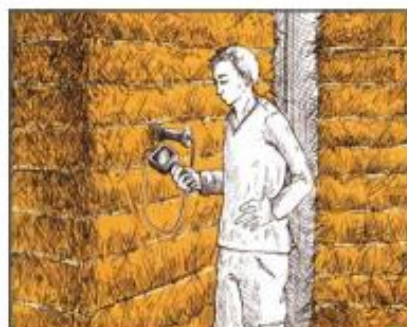
PAILLE PORTEUSE

Plante et filière

En 2017, le Réseau français de la construction en paille estimait à plus de 5 000 les bâtiments isolés en bottes de paille. En France, 5% de la paille produite chaque année suffirait pour isoler tous les nouveaux logements construits. Ressource disponible en abondance, les petites bottes de paille sont les plus couramment utilisées. La densité des grosses bottes atteignant parfois 150 kg/m³ est un atout pour la technique de la paille structurale. Plus résistantes à la compression, mais aussi bien plus lourdes, elles nécessitent un engin de levage.



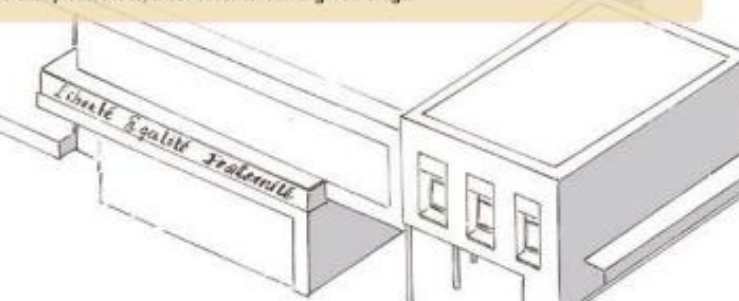
LA PAILLE EST RÉCOLTÉE À 40 KM DU SITE ET COMPRESSÉE EN BOTTES QUAND LA PAILLE EST SÈCHE.



LES BOTTES DE PAILLE SONT RETAILLÉES ET CALIBRÉES DIRECTEMENT SUR LE LIEU DE STOCKAGE. UNE DENSITÉ SUPÉRIEURE À 90 KG/M³ EST REQUISE. L'HUMIDITÉ EST CONTRÔLÉE : ELLE DOIT ÊTRE INFÉRIEURE À 20% LORS DE LA MISE EN ŒUVRE.

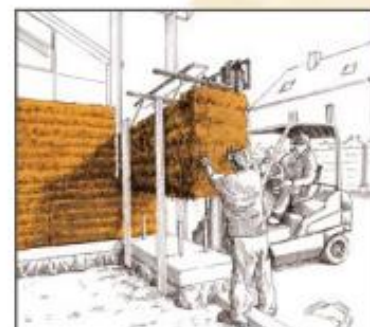


UNE LISSE BASSE EN BOIS MASSIF EST FIXÉE SUR LE SOUBASSEMENT ET LA BARRIÈRE D'ÉTANCHÉITÉ POUR RÉALISER LE DÉPART DES MURS.



École maternelle Les Boutours Rosny-sous-Bois, France - 2017

Maîtrise d'ouvrage : Ville de Rosny-sous-Bois
Architecture : Emmanuel Pezrès et Fanny Mathieu
Entreprises : APIJ Bat, Méha Charpente



LES BOTTES DE PAILLE SONT CALEPINÉES SANS MORTIER ET LIÉES ENTRE ELLES PAR DES TIGES EN CHÊNE PLANTÉES DIRECTEMENT DANS LES BOTTES.



LES BOTTES SONT MAINTENUES PAR COMPRESSION ENTRE LA LISSE HAUTE ET LA LISSE BASSE. LA TOITURE EST POSÉE DIRECTEMENT SUR LES MURS.



DE LA TERRE VÉGÉTALE EST RÉPARTIE SUR LA TOITURE AFIN DE METTRE LA PAILLE PORTEUSE EN COMPRESSION.



DES PRÉ-CADRES SONT MIS EN PLACE AVANT LA POSE DES MENUISERIES EXTÉRIEURES. LA COMPRESSION DE LA PAILLE EST CONTRÔLÉE EN DIFFÉRENTS POINTS À L'AIDE DU FIL À PLOMB.



LES MURS SONT ENDUITS À L'ARGILE À L'INTÉRIEUR ET À LA CHAUX À L'EXTÉRIEUR. CHAQUE FINITION EST EN TROIS COUCHES. LA COUCHE D'ACCROCHE (600BTIS) ENROBE TOTALEMENT LES BRINS DE PAILLE AVEC AU MINIMUM 10 MM DE PÉNÉTRATION. LE CORPS D'ENDUIT TRAMÉ, D'UNE ÉPAISSEUR DE 20 À 30 MM, VISE À RATTRAPER L'ÉPLOMB. L'ENDUIT DE FINITION A UNE ÉPAISSEUR DE 1 À 10 MM ET UN FIXATEUR À LA CASÉINE EST APPLIQUÉ À L'INTÉRIEUR.



Outils

L'hygromètre sert à contrôler le taux d'humidité.



Le fil à plomb permet de vérifier la compression de la paille.

Les aiguilles métalliques sont utiles pour retailler les bottes.



La truelle et le plateau servent à poser les enduits.

Technique

Le premier bâtiment en paille porteuse fut construit en 1886 au Nebraska. Les bottes de pailles sont posées en quinconce sur des broches en bois ou en bambou. À l'aide de sangles, de feuillets ou de poids additionnel, elles sont ensuite comprimées entre la lisse basse fixée au soubassement et la lisse haute sur laquelle repose la charpente. Une répartition uniforme des charges est primordiale pour la stabilité de ces murs dépourvus d'ossature. Les ouvertures sont dotées de pré-cadres en bois sur lesquels sont fixées les menuiseries après la mise en charge des murs.

OUTILS, SITES INTERNET, SOURCES



OSIER & ROTIN

Plantes et filières

L'osier est issu de plusieurs variétés de saule (*salix*). Il est produit en France dans les oseraies. Récoltés en hiver, les brins sont triés par tailles allant de 60 cm à 3,5 m. Conditionnés en bottes, ils sont mis à sécher (osier brut) ou stockés le pied dans l'eau pour être écorcés au printemps (osier blanc).

Le rotin est issu de palmiers grimpants (*calamus* et *daemonorops*) originaires des jungles asiatiques. Le stipe, tige des palmiers, forme de longues lanières au diamètre constant qui sont épluchées et débarrassées de leurs épines avant d'être utilisées.



LES BRINS D'OSIER ÉCORCÉS SONT TREMPÉS DANS UN BAIN D'EAU FROIDE AFIN DE LES ASSOUMPLIR.



LES MONTANTS VERTICAUX, FAITS DE BRINS D'OSIER ÉCORCÉS, SUIVENT LES ARCS EXISTANTS EN BÉTON ARMÉ.



LES BRINS D'OSIER SONT TISSÉS SUR LES MONTANTS EN SUIVANT LE GABARIT DE LA VOÛTE.



HABILLAGE EN OSIER

Chapelle funéraire Aalen, Allemagne – 2009

Maîtrise d'ouvrage : Ville de Aalen
Architecture : kaestle&ocker Architekten BDA
Entreprise : H. Peter Sturm / Kunstgeflecht Weidenwerke

Les outils du vannier



Le sécateur est l'outil de coupe.



La batte permet de dégager de l'espace entre les brins.



Le poinçon sert à dégager de l'espace dans le tressage.



La serpette permet de fendre et de biseauter les brins.



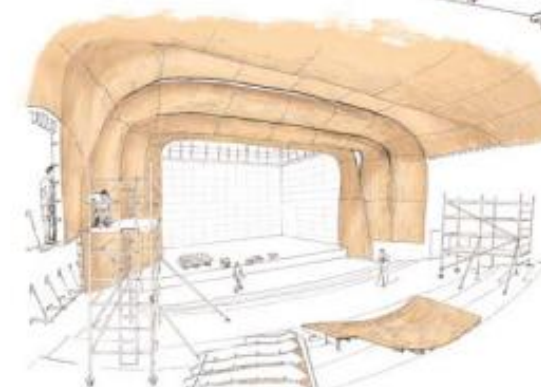
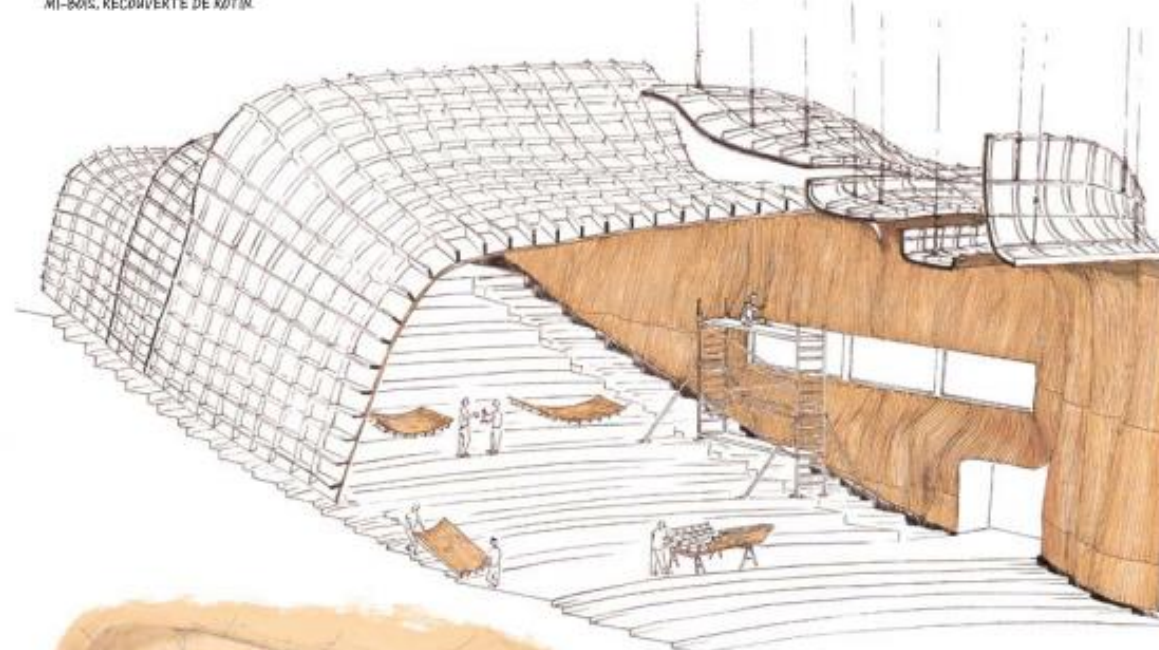
LE PLAFOND ACOUSTIQUE EST COMPOSÉ DE 135 CAISSETTES CONSTITUÉES D'UNE OSSATURE EN CONTREPLAQUÉ DE PEUPLIER IGNIFUGÉ ASSEMBLÉ À MI-BOIS, RECOUVERTE DE ROTIN.



LES BRINS DE ROTIN SONT ALIGNÉS ET CLOUÉS CÔTE À CÔTE SUR CETTE STRUCTURE.



LES CAISSETTES PRÉFABRIQUÉES EN ATELIER SONT ENSUITE TRANSPORTÉES SUR LE CHANTIER OÙ ELLES SONT ASSEMBLÉES.



HABILLAGE EN ROTIN

Auditorium du centre des congrès de Haute Saintonge Jonzac, France – 2017

Maîtrise d'ouvrage : Communauté des communes de Haute Saintonge, Ville de Jonzac
Conception : Tetrarc Architectes et Metalobil
Entreprise : Metalobil

Technique

Pour faciliter la mise en œuvre de l'osier écorcé, les brins sont mis à tremper au moins une journée, avant de ressuyer sous une bâche la veille du chantier. L'osier brut demande davantage de temps de trempage, tandis que cette étape n'est pas nécessaire pour le rotin, plus malléable. Les architectures contemporaines qui utilisent ces matières pour leurs qualités esthétiques et acoustiques s'inspirent fortement des techniques traditionnelles de vannerie tout en proposant des mises en œuvre innovantes, comme le rotin cloué de l'auditorium de Jonzac.



CONTACT

Sophie TRACHTE

Professeure Faculté d'Architecture ULiège

+32 477 89 28 80

sophie.trachte@uliege.be

Laboratoire ACTE – Faculté d'Architecture ULiège

