



GUIDE DES ÉCOMATÉRIAUX POUR L'IMMOBILIER

11 écomatériaux passés à la loupe pour vous aider dans vos choix constructifs

Mars 2021



AVANT - PROPOS

“L'importance du choix des matériaux dans la construction est mise en avant par le projet de réglementation RE2020 et les débats qu'elle suscite. L'expérimentation E+C- sur laquelle s'appuie cette réglementation a notamment fait ressortir le poids des « produits et équipements » sur le changement climatique et la nécessité de recourir à des solutions bas-carbone. Au-delà de cette préoccupation essentielle, le choix des matériaux a beaucoup d'autres conséquences environnementales mais aussi économiques, sociales et sociétales. Malgré sa complexité multicritère la « durabilité » des matériaux s'installe, lentement mais sûrement, au cœur de l'acte de construire.”

Bernard Boyeux - Directeur Biobuild Concept

“Il n'est plus temps de considérer que les écomatériaux sont une innovation. Ni qu'il est compliqué ou coûteux d'y avoir recours. La principale ressource du bâtisseur réside depuis toujours dans sa capacité à être agile et à rêver. Il devient aujourd'hui primordial de revoir nos pratiques. Au-delà des tendances et des mouvements de fond, nous devons amener notre secteur de l'immobilier à faire avec ses ressources locales et intelligentes : les connaître, les comprendre, les utiliser et les valoriser. La structuration de cette étude, à travers plusieurs typologies de livrables, va nous permettre plusieurs avancées : conforter nos connaissances, s'ouvrir à de nouvelles techniques, et nous réinterroger sur ce que nous souhaitons pour le bâtiment de demain, mais surtout d'aujourd'hui.”

Adrien Sanchez - Vice-Président de l'OID

NOTRE DÉMARCHE :

En septembre 2020, nous avons lancé, en partenariat avec le Master 2 DDMEG de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, un atelier de travail sur les matériaux biosourcés et géosourcés. Bien qu'ils offrent de multiples atouts constructifs et environnementaux, ces derniers sont peu connus et sujets aux a priori. L'objectif des fiches synthèses est de vous donner des informations claires, concrètes et accessibles (le temps de lecture d'une fiche ne dépasse pas 5 minutes) sur un panel de 11 écomatériaux afin de vous orienter dans vos futurs choix constructifs.

MÉTHODOLOGIE UTILISÉE :

Pour réaliser les différents documents produits, de nombreuses recherches ont été nécessaires. Nous avons contacté et interrogé de multiples acteurs spécialistes dans leur domaine : architecture, économie, maîtrise d'ouvrage ... qui nous ont permis de mieux comprendre les enjeux associés aux matériaux biosourcés et géosourcés. C'est en exploitant les diverses compétences de notre équipe que nous avons pu synthétiser les résultats de notre étude en un benchmark, des fiches synthèses et des vidéos. Veuillez-vous référer à la fiche pratique page suivante pour plus de détails.



FICHE PRATIQUE

Chaque fiche synthèse inclut un lien cliquable qui renvoie à un tableau contenant de plus amples informations sur le matériau en question.

LES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET GÉOSOURCÉS :

Les matériaux étudiés :

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1 - Le bois | 7 - Le liège |
| 2 - Le chanvre | 8 - La ouate de cellulose |
| 3 - La paille de colza | 9 - La laine de coton |
| 4 - La fibre de miscanthus | 10 - La laine de lin |
| 5 - La balle de riz | 11 - La terre crue |
| 6 - La paille | |

Les matériaux de référence :

- Le béton
- La laine de roche (isolant)
- La laine de verre (isolant)

LES BARÈMES :

Le coût :

€ € € = le matériau a un coût inférieur au matériau témoin

€ € € = le matériau a un coût équivalent au matériau témoin

€ € € = le matériau a un coût supérieur au matériau témoin

Afin d'être au plus proche de la réalité, le coût du matériau en lui-même ainsi que le surcoût pouvant provenir de la pose ou de la main d'œuvre sont pris en compte. Cela est détaillé au maximum dans le texte qui accompagne les symboles.

Les étoiles :

Chaque critère est noté sur 5. Voici la méthodologie selon laquelle elles sont attribuées :

Disponibilité en régions françaises

Encadrement technique

Disponibilité des Rex



0-2 régions

Aucun

- de 10 Rex identifiés



3-5 régions

Une Atex

10-14 Rex identifiés



6-8 régions

Un guide technique

15-19 Rex identifiés



9-11 régions

Une ATEC/DTA/ACERMI

20-30 Rex identifiés



12-13 régions

Un DTU

+ de 30 Rex identifiés



Professionnels de la filière :

Pour chaque filière, ont été étudiés le nombre producteurs de l'écomatériau en lui-même, le nombre de transformateurs, de concepteurs des produits et de distributeurs. Ce travail a notamment été permis grâce à un rapport de l'ADEME, du CIPALIN et du FRD. Dans le cas où l'écomatériau n'était pas pris en compte par l'étude, des entretiens avec des professionnels ont été menés et d'autres documentations analysées.

ACRONYMES :

- **ATEX** = Accordée par un comité d'experts dont le secrétariat est assuré par le CSTB, l'appréciation technique d'expérimentation (ATex) est une procédure rapide d'évaluation des procédés et produits innovants. Elle a pour but, à condition de recueillir un avis favorable du comité d'experts, de permettre leur assurabilité et constitue en cela une première étape vers l'avis technique.
- **ATEC/DTA** = L'avis technique (ATec), ou document technique d'application (DTA), désigne l'avis formulé par un groupe d'experts sur l'aptitude à l'emploi des procédés innovants de construction, pour lesquels la mise en œuvre n'est pas décrite dans un NF DTU. Lorsqu'ils sont émis par le CSTB, en cours de validité et non mis en observation par la C2P (Commission Prévention Produits de l'AQC), le suivi des dispositions qu'ils contiennent garantit, pour le professionnel du bâtiment, l'assurabilité de son ouvrage.
- **Certification ACERMI** = La certification permet d'un côté au fabricant de faire valoir les performances du ou des produits isolants qu'il propose à ses clients. De l'autre, ces derniers disposent d'un étiquetage identifiable qui leur garantit que l'isolant est certifié par un organisme fiable.
- **DTU** = Le Document technique unifié est une sorte de cahier des charges qui définit les normes françaises concernant les travaux du bâtiment, normes d'exécution et de mises en œuvre dans « les règles de l'art ».

S'il existe un document technique de certification ou des guides concernant l'utilisation des produits de construction basés sur l'écomatériau concerné, ils sont listés avec le titre correspondant (ATEX, DTU, Guide...). Ces titres sont **cliquables** pour renvoyer vers le document en question.



LE BOIS



Le bois, qu'est ce que c'est ?

Substance solide qui constitue le tronc, les racines et les branches des arbres. Ces derniers sont divisés en deux grandes catégories : les résineux et les feuillus. Les premiers ont une croissance rapide et sont disponibles en grande quantité mais plus fragiles, les seconds sont plus résistants mais à croissance plus lente.

Comment est-il utilisé ?

- **Béton de bois** : 80 % de sciure de bois (fait office de granulats) et 20 % de ciment (permet une plus grande solidité et résistance).
- **Charpentes et ossatures**
- **Isolation** : panneaux rigides ou semi-rigides.
- **Menuiserie et aménagements intérieurs**

(ci-dessous) Le collège de Bercé à Luceau (72500) livré en 2020.

SDP de la construction : 7225m²

Acteurs du projet : Groupe Gamba, Saint-Sébastien-sur-Loire

Charpentier : Charpente Cenomane Sarl, Requeil

Architecte : Architecture plurielle

Maîtrise d'ouvrage : Conseil Départemental de la Sarthe

BON À SAVOIR :



Le bois présente l'avantage d'avoir une filière d'exploitation très structurée et gérée durablement, en plus d'être un puits de carbone.



Le bois peut connaître plusieurs cycles de vie, de sa découpe en bois d'ossature à un réemploi en panneaux ou isolation pour finalement être valorisé en énergie.



© Architecture Plurielle



CHIFFRES CLÉS :

1ère

La France détient la 1ère place en matière de volume de bois sur pied.

378 000

C'est le nombre d'emplois directs en France que représente la filière forêt-bois (soit 1,4% de la population active), c'est deux fois plus que le secteur automobile.

(ci dessous) Restaurant scolaire Rou Marson (49400) livré en 2019.

SDP de la construction : 123m²
Architecte mandataire :
Scheubel+Genty Architectes,
Angers



Jean-François MOLLIÈRE

Source : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/>

LES AVANTAGES :

- Les écrans de sous-toiture en fibres de bois apportent une isolation et un déphasage supplémentaire à la paroi.
- Fabrication des panneaux mous sans liants par activation de la résine du bois (lignine).
- La laine de bois est naturellement résistante aux attaques d'insectes.

LES INCONVENIENTS :

- Nécessite parfois des liants et traitements chimiques pour renforcer et préserver la structure (bitume, résines, solvants).
- Matériau difficile d'entretien, sensible aux ultraviolets, aux insectes, aux intempéries.
- L'inertie thermique étant très faible, ce peut être un problème en été.

Quel coût ? € € €

Le matériau est 5 à 10% plus cher que les matériaux classiques, mais les coûts peuvent s'équilibrer sur la facture énergétique.

Quel encadrement technique ?

Nombreux DTU (ils n'ont pas tous valeur contraignante). Le DTU 41.2 donne les spécificités liées aux ouvrages en bois ou en matériaux dérivés du bois.

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

LA REFERENCE :

L'UNION DES INDUSTRIELS ET CONSTRUCTEURS BOIS

<http://www.uicb.pro/>

LE DÉCRYPTAGE DU BOIS PAR L'OID

NOTRE VIDÉO DÉDIÉE AU BOIS :





LE CHANVRE



Le chanvre, qu'est ce que c'est ?

Le chanvre est une plante annuelle à haute tige, cultivée pour ses fibres aux multiples débouchés. Presque l'entièreté de la plante est utilisée dans le bâtiment: la tige, ses fibres et sa paille.

Comment est-il utilisé ?

- **Béton** : Murs et cloisons (non-porteurs), remplissage (isolation). Se compose de chènevotte (paille de chanvre), d'un liant (chaux) et d'eau.
- **Laine de chanvre** : Isolation murale, toiture, combles. Les fibres sont utilisées sous forme de laine, parpaings ou panneaux compactés.
- **Enduit**: Enduits intérieurs ou extérieurs, reprises murales (avec un liant, de la chaux le plus souvent).

(ci-dessous) Projet de 15 logements sociaux à Boulogne-Billancourt (92) et premier bâtiment à atteindre 25 mètres de hauteur avec une solution béton de chanvre.

SDP de la construction : 245 m²

Artisans/Maitrise d'oeuvre : JR Bat

Recherche matériaux : BE LM ingénieur

Architecte mandataire : North by Northwest

Maîtrise d'ouvrage: Immobilière 3F

BON À SAVOIR :



Le chanvre utilisé sous forme de béton ou de laine absorbe plus de dioxyde de carbone qu'il n'en émet lors de toute son analyse de cycle de vie ce qui en fait, au moins sur 100 ans, un matériau au bilan carbone négatif (-0,35kg eq CO₂/an).



Sa culture ne nécessite aucun produit phytosanitaire et génère une forte biomasse.



Source : www.bcb-tradical.com



CHIFFRES CLÉS :

1 hectare

de culture de chanvre stocke autant de CO₂ qu'un hectare de forêt, soit 15 tonnes.

100 ans

C'est la durée de vie moyenne du béton de chanvre.

(ci dessous) Maison individuelle « Dupetit Thouars ».

SDP de la construction : 173m²
Maître d'œuvre : CAN Ingénieurs architectes, Nantes



Source : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/>

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

LES REFERENCES :

INTERCHANVRE

<https://interchanvre.org>

CONSTRUIRE EN CHANVRE

<https://www.construire-en-chanvre.fr>

NOTRE VIDÉO DÉDIÉE AUX BÉTONS VÉGÉTAUX :



LES AVANTAGES :

- Performances thermiques : déphasage thermique (ralentissement des transferts de chaleur entre intérieur et extérieur) de 10 h environ.
- Performances hygrométriques : régulation avec adsorption et désorption permettant une très bonne qualité d'air.
- Résistance au feu élevée (A2, S1, d0).
- Puits de carbone : 1 m² de mur en béton de chanvre emmagasine 35 kg d'équivalent CO₂ sur 100 ans.
- Résistance aux rongeurs : par la nature irritante de ses fibres, les rongeurs et parasites sont repoussés par l'isolation en chanvre.

LES INCONVENIENTS :

- Risque d'apparition de moisissures et de ponts thermiques dans les ouvrages si la pose des isolants est non jointive.
- Nécessite des intrants chimiques pour renforcer l'intégrité structurelle des panneaux de laine de chanvre.

Quel coût ? € € €

Le matériau est plus cher que du béton mais la variation de coût vient surtout de l'artisan (en général 5 fois plus cher que du béton classique).

Quel encadrement technique ?

Depuis 2012, les règles professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre publiées par la C2P de l'Agence qualité construction (AQC) régissent la construction en chanvre.

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★



Coproduct



LA PAILLE DE COLZA



La paille de colza, qu'est ce que c'est ?

Le colza est cultivé sur 1,5 millions d'hectares, notamment dans les Hauts de France. Si les propriétés de sa fleur sont très recherchées, la paille est encore peu valorisée. Broyée, elle peut servir de substitut aux granulats minéraux.

Comment est-elle utilisée ?

Avec quelques produits sur le marché et plusieurs en développement, l'utilisation de la paille de colza est large : enduits, isolation en vrac, béton banché et même béton porteur.

- **Enduit à base de paille de colza** : mélangée à de l'argile, il forme un torchis isolant.
- **Béton banché** : avec une structure en bois, c'est un isolant léger.
- **En vrac** : le granulats est traité à la chaux pour garantir de bonnes performances isolantes.
- **Béton porteur** : encore à l'étude.

(ci-dessous) Rénovation de l'isolation d'une ferme à Croixrout (Oise) avec du béton banché à base de paille de colza.

Acteurs du projet : Coopenergie, Tradical, ADEME, Région Picardie, CoDEM, CRDA

BON À SAVOIR :



La paille de colza est un coproduit de la culture du colza encore très peu valorisé. Son utilisation n'entre pas en concurrence avec l'alimentation animale.



Les produits de construction à base de paille de colza sont particulièrement adaptés à la rénovation du bâti ancien et à la construction de maisons individuelles.



Source : Programme Granupaille



CHIFFRES CLÉS :

450 000

C'est le nombre de tonnes de paille de colza produites en France chaque année.

659 800 €

C'est la somme investie dans le principal projet de recherche sur les applications de la paille de colza dans la construction. Il se termine en 2021.

(ci dessous) Restauration d'un bâtiment ancien à Chanceaux-près-Loches, Indre-et-Loire. (projection d'un mélange paille de colza + argile)

SDP de la construction : 300 m²

Acteurs du projet : Communauté de Communes Loches Sud Touraine, Sud Touraine Active, Agriculteurs locaux.



Source : Touraine Active

LES AVANTAGES :

- La paille de colza n'a pas de marché officiel, son prix est très abordable.
- C'est une source de granulat végétal local dans les Hauts de France où le chanvre et le bois ne sont pas produits.
- Les matériaux à base de colza sont légers et absorbent l'humidité de l'air.

LES INCONVENIENTS :

- La filière est encore très peu structurée, notamment en amont, au niveau de la production du granulat de paille de colza. Les projets en cours visent son développement.
- Il n'existe encore aucune règle professionnelle pour les produits intégrant de la paille de colza.

Quel coût ? € € €

Le coût de la paille de colza est très faible. Celui des produits est encore inconnu.

Quel encadrement technique ?

DEP (Déclaration Environnemental de Produit) pour la paille de colza et le béton banché

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

LA REFERENCE :

COOP ÉNERGIE AVEC LE PROJET GRANUPAILLE SOUTENU PAR LE CENTRE TECHNIQUE CODEM

<https://www.bioeconomie-hautsdefrance.fr>



LA FIBRE DE MISCANTHUS



Le miscanthus, qu'est ce que c'est ?

Le miscanthus est une plante herbacée importée d'Afrique et d'Asie du Sud. Elle est cultivée en France pour une grande gamme d'applications, actuellement en développement. La fibre de sa tige, broyée, peut servir de substitut aux granulats minéraux.

Comment est-il utilisé ?

Actuellement, il existe deux utilisations :

- **Béton végétal projeté isolant** : mélangé à de l'argile et de la chaux, ce béton est projeté en surcouche permettant isolation thermique et absorption de l'humidité.
- **Béton porteur (prototype)** : formulé avec 60 % de broyat de miscanthus, il est conçu pour avoir de meilleures performances thermiques et mécaniques que le béton classique. Il est conçu pour être posé comme un bloc classique.

(ci-dessous) Mur de démonstration en blocs à base de miscanthus monté lors du Sinal Exhibition à Châlons-en-Champagne, 2017.

BON À SAVOIR :

Entreprises : Alkern, Ciments Calcia



Les applications du miscanthus sont en cours d'élaboration. Le béton porteur de miscanthus doit par exemple arriver sur le marché dans 5 à 10 ans selon le seul producteur existant à ce jour.



La première filière de miscanthus s'est structurée dans le grand bassin parisien afin de développer sa culture et la promotion de programmes de recherche.



Source : www.batiactu.com



CHIFFRES CLÉS :

10%

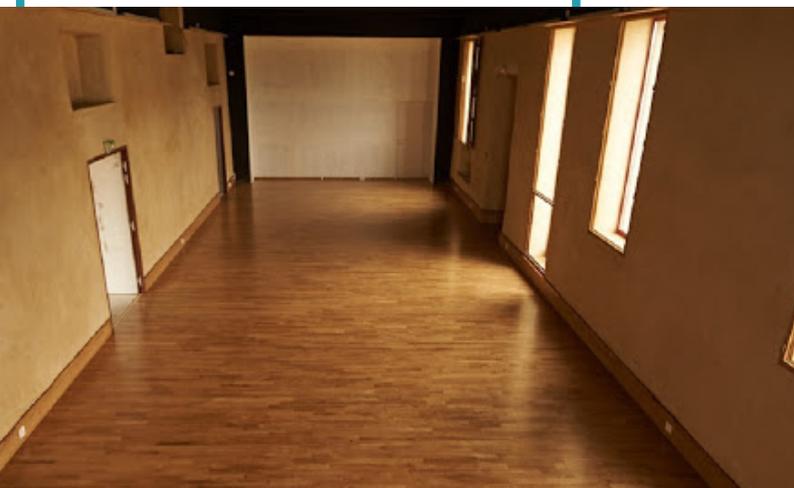
C'est le taux de croissance des surfaces de miscanthus cultivées en France entre 2018 et 2019.

800

C'est le nombre de kilos de carbone stockés dans le sol par un hectare de miscanthus par an.

(ci dessous) Béton projeté à base de broyat de miscanthus dans une salle de spectacle (Penvenan, Côtes d'Armor).

SDP de la construction : 265m²
Entreprise : Akta-bvp



Source : <http://www.akta-bvp.com/>

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

LA REFERENCE :

PROJET FILMI

NOTRE VIDÉO DÉDIÉE AUX BÉTONS VÉGÉTAUX :



LES AVANTAGES :

- Le miscanthus pousse sur des sols impropres à la culture et les dépollue par absorption dans ses fibres.
- Il a un fort rendement (13 tonnes à l'hectare par an) pendant 15 à 20 ans (culture pérenne).
- Il est actuellement le seul matériau biosourcé permettant de formuler un béton porteur. Ce béton peut être posé comme un béton classique.

LES INCONVENIENTS :

- Les multiples utilisations possibles risquent de rendre le matériau cher à l'avenir.
- La filière est encore très peu développée.

Quel coût ? € € €

Le miscanthus se vend entre 55 et 65 euros la tonne. Le béton porteur entraîne un surcoût de 2 % sur le total d'un projet.

Quel encadrement technique ?

Il n'existe pour le moment aucune norme professionnelle.

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★



LA BALLE DE RIZ



La balle de riz, qu'est ce que c'est ?

La balle de riz est l'enveloppe protectrice du grain de riz. Elle constitue un résidu de l'agro-alimentaire qui n'est pas valorisé. Dans le bâtiment, il est possible de l'utiliser en tant qu'isolant thermique. Cette technique d'isolation se développe en France depuis 2010, principalement en Camargue.

Comment est-elle utilisée ?

- **Isolant thermique** : (usage principal) conditionnée en vrac, en quantité importante, la balle de riz permet de remplir les murs et les planchers. Elle peut être appliquée avec les mêmes techniques que les autres granulats en vrac, c'est-à-dire par déversement, soufflage ou insufflation.
- **Enduits** : en mélange avec d'autres granulats végétaux comme la terre, le plâtre ou la chaux.

(ci-dessous) Remplissage avec de la balle de riz dans un module ossature bois.

Entreprise Bonnefont à Chorges dans les Hautes-Alpes (Sébastien Boileau)

Source : www.guidemaisonecologique.com

BON À SAVOIR :



Mieux vaut acheter la balle de riz dépoussiérée, qui ne contient plus de grain, pour éviter la présence d'insectes ravageurs (charançons).



La paille de riz est un autre sous produit de la culture du riz non valorisé. Elle permet également d'isoler combles, murs et planchers. (ATEX n° 2721 murs et n° 2722 en toiture)





LE CHIFFRE CLÉ :

La balle de riz est en moyenne

4 fois

moins chère que la laine de verre.

(ci dessous) Le siège de la Communauté de communes Vallée des Baux-Alpilles à Saint-Rémy-de-Provence, bâtiment de 12 313 m² SP isolé avec de la balle de riz.

Maître d'ouvrage : CCVBA

Architecte et maîtrise d'oeuvre : ATELIER APS Patrick SAUVAGE

Fournisseur de balle de riz en vrac étuvée : Balle Concept



Source : www.ingenierie84.fr/

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU
OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE
PROFESSIONNELS ?

LA RÉFÉRENCE :

L'ASSOCIATION BATIR EN BALLES

<https://www.batirenballes.fr/>

LES AVANTAGES :

- Isolant dense et imputrescible.
- Riche en silice, elle repousse les parasites et fait preuve d'une grande résistance à l'humidité.
- Aucun adjuvant n'est nécessaire. La balle de riz n'est donc pas nocive pour la santé des occupants.
- Intégralement compostable ou recyclable en fin de vie.

LES INCONVENIENTS :

- La balle de riz ne doit pas être en contact avec l'eau. Il faut donc être précautionneux lors du stockage et du transport.
- La balle de riz, en raison de sa fluidité, demande une mise en oeuvre soignée. Une fente de quelques millimètres dans un mur par exemple peut conduire à son écoulement.

Quel coût ? € € €

La balle de riz est l'isolant écologique le moins cher. Son coût est même inférieur à celui de la paille. Toutefois, la France produit peu de riz donc il est difficile de faire du local à grande échelle avec ce matériau.

Quel encadrement technique ?

La balle de riz ne fait pour l'instant l'objet d'aucun encadrement technique.

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★



LA PAILLE



La paille, qu'est ce que c'est ?

La paille est la tige de certaines céréales graminées cultivées notamment dans un but alimentaire (paille de blé ou de riz par exemple). Une fois débarrassée du grain, des bottes de paille sont formées par une moissonneuse-batteuse.

Comment est-elle utilisée ?

Différentes utilisations de la paille existent dans le bâtiment.

- **Torchis** (enduit intérieur) : une ossature bois est utilisée avec un remplissage à base de paille et d'argile.
- **Isolant (en vrac, en bloc, en botte)** : avec une ossature bois ou sans, la paille peut directement être utilisée comme isolant thermique et sonore.
- **Technique de Nebraska** : les bottes de paille sont porteuses et forment les murs.

BON À SAVOIR :

(ci-dessous) Le Collège Mauboussin à Mamers isolé en paille (2019)

SDP : 6029m²

Maîtrise d'ouvrage : Conseil général de la Sarthe & Région des Pays-de-la-Loire

Maîtrise d'oeuvre : Forma6 (Architecte mandataire et économistes), Atelier Philippe Rousseau (architecte associé)



La paille est notamment intéressante dans le cadre de la rénovation car elle permet les transferts d'humidité des anciens matériaux.



En France, la paille n'est pas utilisée de manière porteuse (technique de Nebraska non normalisée).



Source : www.forma6.net



CHIFFRES CLÉS :

Entre 60 et 100 ans

C'est la durée de vie d'une isolation en paille.

500

C'est le nombre moyen de nouvelles constructions par an en France qui intègrent de la paille.

(ci dessous) Le magasin Biocoop à Saint-Hilaire-de-Riez (2012, agrandissement en 2017)

SDP : 340 m²

Architecte : Atelier Hamelin

Maîtrise d'oeuvre : Jean-Louis Lefebvre et Martine Penot

Maîtrise d'ouvrage : Christophe Benoit



Source : www.toute-la-franchise.com

LES AVANTAGES :

- La qualité de l'air intérieur est très bonne lorsqu'un bâtiment est isolé avec des bottes de paille. La paille ne dégage aucune substance nocive et permet de faire respirer les murs. On observe moins d'humidité et de moisissures dans les vieux bâtiments.

- Isolant économique (dimensions : 37*47*80 à 120 cm : jusqu'à 4€ la botte).

- Pas de concurrence avec le marché de l'alimentation : la tige des graminées n'est pas utilisée dans ce cadre.

LES INCONVENIENTS :

- Bien que le matériau soit abordable, la main d'œuvre qualifiée permettant de réaliser un chantier contenant de la paille est plus rare et les techniques de pose demandent plus de temps.

- Des contrôles d'humidité doivent être réalisés lors de la pose de la paille. Au-delà de 20 % d'humidité lors de la pose ou du stockage, l'imputrescibilité n'est plus garantie.

Quel coût ? € € €

Le matériau est peu cher, le surcoût provient du manque de main d'œuvre formée.

Quel encadrement technique ?

Règles professionnelles de la construction en paille (rédigées par le RFCP, approuvées par C2P) : cadre de référence pour l'utilisation de la paille comme support d'enduit et isolant.

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

LA REFERENCE :

RFCP : LE RÉSEAU FRANÇAIS DE LA CONSTRUCTION PAILLE

www.rfcp.fr

NOTRE VIDÉO DÉDIÉE À LA PAILLE :





LE LIÈGE



Le liège, qu'est ce que c'est ?

Le liège est un matériau fourni par l'écorce de certains arbres (notamment le chêne-liège). Il existe deux types de liège : le liège femelle, utilisé dans la fabrication des bouchons, et le liège mâle, utilisé comme matériau d'isolation.

Comment est-il utilisé ?

Différentes utilisations du liège existent dans le bâtiment.

- **En vrac** : utilisé entre parements, pour les combles ou la dalle.
- **Béton autoporteur isolant** : le liège est un substitut au granulats, rendant le béton léger et isolant.
- **Revêtement de sol** : il est possible de poser du parquet en liège.

(ci-dessous) Isolation en plaques de liège chez un particulier.

Entreprise : Ecobati

BON À SAVOIR :



Un chêne liège exploité capte deux fois plus de CO₂ que n'importe quel arbre.



L'air emprisonné dans les microcellules du liège constitue 90% de son volume et environ 50% de son poids, en faisant un matériau très léger.



Source : www.ecobati.com



CHIFFRES CLÉS :

50 ans

C'est la durée de vie moyenne du liège dans la construction.

300 000

C'est le nombre de tonnes de liège extraites tous les ans dans le monde.

(ci dessous) Ecorkhotel au Portugal

Architecte : José Carlos Cruz



Source : www.pbs.twimg.com

LES AVANTAGES :

- Biodégradable et recyclable à 100 %.
- 1,5 hectare de chênes lièges permet d'absorber l'équivalent des émissions annuelles de CO₂ d'une voiture moyenne.
- Excellent isolant acoustique (-30 dB pour 3 cm d'épaisseur) et propriétés anti-vibration.

LES INCONVENIENTS :

- L'exposition professionnelle, lors de la pose, à des poussières de fibres peut provoquer une irritation des parties supérieures des voies respiratoires.
- Le chêne-liège se trouve surtout sur le pourtour méditerranéen et une grande partie des arbres sont dans des propriétés privées.

Quel coût ? € € €

Le matériau est relativement plus cher que les isolants classiques (un panneau de 100*100*10 cm coûte environ 25€), le surcoût provient du manque de main d'œuvre formée.

Quel encadrement technique ?

DTU ACERMI

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

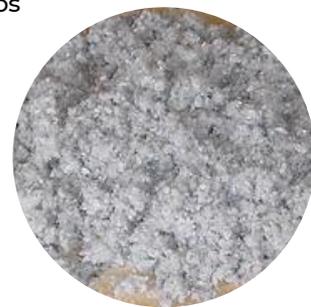
Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

IL N'EXISTE POUR L'INSTANT PAS D'ASSOCIATION DE RÉFÉRENCE POUR CETTE FILIÈRE.



LA OUATE DE CELLULOSE



La ouate de cellulose, qu'est ce que c'est ?

La ouate de cellulose fait partie de la famille des isolants d'origine végétale. Elle est très utilisée dans le domaine de l'écoconstruction. La ouate de cellulose est fabriquée à partir de journaux ou cartons recyclés défibrés. À ces matières s'ajoutent les adjuvants pour 5 à 10% de la constitution finale du produit.

Comment est-elle utilisée ?

La ouate de cellulose est actuellement utilisée dans la construction de deux manières : en vrac et sous forme de panneaux semi-rigides isolants. Elle est idéale pour une pose en toiture, combles, sous-pentes et murs.

- **Projection humide** : La ouate de cellulose est fabriquée à partir de papier ou de carton, lesquels sont eux-mêmes fabriqués à partir de bois. Ce dernier a pour principal composant la lignine qui contient beaucoup d'amidon. L'amidon, combiné avec de l'eau, constitue une colle. C'est grâce à ce principe que la ouate colle et qu'on l'utilise par projection humide.
- **Insufflation sous pression** : La ouate de cellulose peut être insufflée sous pression, à sec, dans des caissons fermés. Ces caissons sont généralement constitués d'un fond, de côtés qui seront les futurs supports du pare-vapeur, du parement et, enfin, d'un pare-vapeur.
- **Soufflage à l'air libre** : C'est l'utilisation la plus simple et la plus courante de la ouate de cellulose (plus de 80% des quantités commercialisées en France).

BON À SAVOIR :

 **Aucun risque pour la santé connu ou prévisible (dans les conditions normales d'utilisation).**

 **Durée de vie supérieure à 40 ans.**



Soufflage de la ouate de cellulose dans les combles Source : www.ouate.info



CHIFFRES CLÉS :

7

C'est le nombre d'usines de production de ouate de cellulose en France.

30 ans

C'est la durée de vie moyenne d'une isolation en ouate de cellulose.

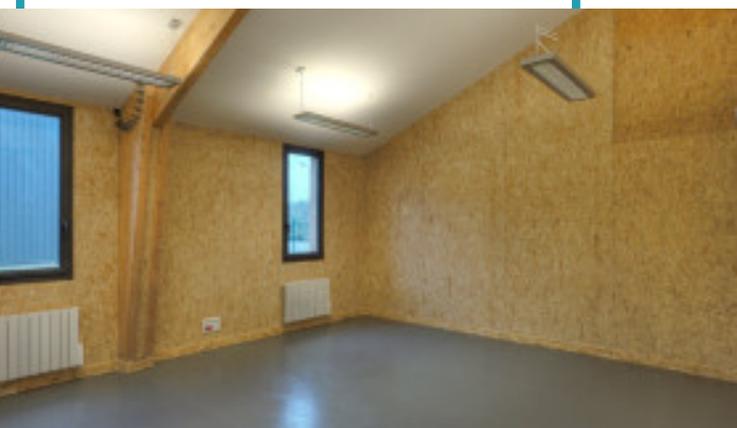
(ci dessous) Isolation par insufflation de ouate de cellulose dans les murs ossature bois du bâtiment « Woodmass » dans les Yvelines (78).

Surface d'isolation : 500 m²

Architectes : Alcméa Architectes

Conception solutions d'isolation :

Planète isolation



Source : www.planete-isolation.com/

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU
OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE
PROFESSIONNELS ?

LA REFERENCE :

ECIMA : ASSOCIATION EUROPÉENNE
DES FABRICANTS DE OUATE DE
CELLULOSE

<https://www.ecima.net/>

LES AVANTAGES :

- Hautes performances thermiques (capacité thermique 6 fois supérieure aux isolants classiques) : 0.039-0.04 W/mK pour 27 cm.

- Excellentes performances acoustiques : masse volumique 2 à 3 fois plus élevée que celle de la laine de verre.

- Régulation hygrométrique : la ouate de cellulose peut capter jusqu'à 30% d'humidité par rapport à son poids sans se dégrader ni pourrir. Elle a une perméance à la vapeur d'eau supérieure à la laine de verre.

- Étanchéité à l'air : un bâtiment étanche à l'air est un bâtiment qui consomme moins d'énergie.

LES INCONVENIENTS :

- Présence de sel de bore, un adjuvant potentiellement dangereux (mais pas d'émissions de composants organiques volatils).

- Disponibilité de la ressource en papier menacée sur le long terme.

Quel coût ? € € €

Isolant peu cher et très polyvalent. La laine de verre reste moins onéreuse (à partir de 2,50€/m² en 100mm contre 6,00€/m² pour la ouate).

Quel encadrement technique ?

Guide des bonnes pratiques

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★



LA LAINE DE COTON



La laine de coton, qu'est ce que c'est ?

La laine de coton est fabriquée à partir de textiles en laine de coton recyclés issus de déchets de coupes industrielles et de chaussures et vêtements usagés professionnels et particuliers. Ces fibres sont thermoliées avec jusqu'à 25% de polyester.

Comment est-elle utilisée ?

La laine de coton est un matériau isolant disponible en :

- **Panneaux semi-rigides et rouleaux** : pour isoler les murs, les rampants, les planchers et réduire de 20% la consommation d'énergie.
- **En Vrac** : à souffler dans les combles perdus et inaccessibles pour réduire de 30% la consommation d'énergie.

(ci-dessous) Coton Soufflé dans les combles perdus d'une maison individuelle (Royat, 63 130).

SDP de la construction : 90 m²

BON À SAVOIR :



Contrairement à la laine de verre ou la laine de roche, la laine de coton n'est pas irritante pour le poseur. Un atout pour les travailleurs asthmatiques.



Contrairement à la laine de verre, la laine de coton a une grande durée de vie estimée à plus de 50 ans sans perte flagrante de ses performances isolantes.



Source : www.cotonwool.com



CHIFFRES CLÉS :

10 heures

C'est le temps moyen minimal de déphasage thermique de la laine de coton, offrant ainsi un vrai confort thermique autant en été qu'en hiver.

50 ans

C'est la durée de vie minimale d'une isolation en laine de coton.

(ci dessous) Isolation thermique par l'extérieur avec des panneaux de laine de coton semi-rigides (Parole Errant, Montreuil, 93)

SDP de la construction : 150 m²
 Entreprise : Xavier Préchac,
 charpentier Fontenay-sous-bois (94)



Source : www.assets.locomotivehosting.com

LES AVANTAGES :

- La laine de coton offre une atmosphère saine puisque le matériau repousse les acariens, moisissures, champignons et autres insectes et rongeurs.
- La laine de coton est un matériau très léger pouvant être utilisé comme isolant au plafond.
- Sa texture souple lui permet de s'infiltrer dans chaque interstice et ainsi réduire les ponts thermiques.
- Contrairement à la laine de verre, la laine de coton n'est pas sensible à l'humidité. Le matériau est respirant et assure la régulation hygrométrique de l'habitat.

LES INCONVENIENTS :

- Certains isolants en cotons recyclés sont traités avec des produits polluants réduisant ses avantages écologiques.
- Risque de tassement en pose verticale.
- La culture de la fibre de coton vierge, en amont, est la plus produite au monde et aussi la plus polluante.

Quel coût ? € € €

Le prix de vente final des panneaux et rouleaux à base de textiles recyclés est compris entre 13 et 17 € pour une épaisseur de 120 mm. Les flocons en vrac sont vendus entre 2,60 et 3,70 € TTC/kg.

Quel encadrement technique ?

ACERMI ATEC DTA

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU
 OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS
 DE PROFESSIONNELS ?

IL N'EXISTE POUR L'INSTANT PAS
 D'ASSOCIATION DE RÉFÉRENCE DE
 LA FILIÈRE.



LA LAINE DE LIN



La laine de lin, qu'est ce que c'est ?

La laine de lin est un matériau isolant élaboré à partir des fibres non utilisées de l'industrie textile et qui a ensuite subi un traitement fongicide et pesticide. La laine de lin permet de réaliser l'isolation thermique et phonique des bâtiments.

Comment est-elle utilisée ?

La laine de lin est disponible en rouleaux ou en panneaux (semi-rigides ou de feutre). Elle permet d'isoler facilement tous les espaces accessibles, comme les combles, les cloisons ou encore les faux plafonds.

- **Rouleaux de laine de lin :** Ils s'utilisent comme la laine et chanvre. Ils isolent les combles, les planchers ou se déposent sous la toiture.
- **Panneaux de laine de lin :** Les panneaux isolent les murs par l'intérieur ou sont utilisés sous les planchers pour isoler des bruits d'impact.

(ci-dessous) Isolation thermo-phonique d'un plancher avec du lin en rouleaux de 100 mm d'épaisseur.

Source : Natur'lin via www.futura-sciences.com

BON À SAVOIR :



Ressource naturellement imputrescible et renouvelable sans trop d'exigences culturelles



Énergie grise laine de lin : 48 kWh/m³

À titre comparatif,

Laine de verre : 250 kWh/m³

Laine de roche : 150 kWh/m³





CHIFFRES CLÉS :

115 000

C'est le nombre de tonnes de lin produit chaque année en France. La France est le premier producteur mondial.

3, 5 millions €

C'est le chiffre d'affaires annuel moyen relatif à la fabrication des laines isolantes à base de lin.

(ci dessous) Pose de lin isolant en panneaux souples.

Source : www.eco-logis.com



LES AVANTAGES :

- Impact très limité sur l'environnement : pas d'usage abusif d'engrais chimiques, composition majoritairement naturelle, production locale du lin.
- Isolation saine : non irritante pour la peau, sans dégagement de poussières.
- Bon coefficient de conductivité thermique : entre 0.037W/mK et 0.042W/mK.
- Recyclable

LES INCONVENIENTS :

- Risque de tassement avec le temps en isolation verticale pour les rouleaux.
- Certains traitements, comme le silicate de sodium, ne sont pas écologiques.

Quel coût ? € € €

Plus coûteuse que les isolants les plus courants.

Panneaux souples ou rouleaux : 15 à 17 euros l'unité (contre 3,50 euros pour des panneaux de laine de verre).

Quel encadrement technique ?

Il n'existe actuellement aucune réglementation concernant la laine de lin pure.

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

IL N'EXISTE POUR L'INSTANT PAS D'ASSOCIATION DE RÉFÉRENCE DE LA FILIÈRE.



LA TERRE CRUE



La terre crue, qu'est ce que c'est ?

La terre crue désigne la terre utilisée avec peu ou pas de transformations. Dans le bâtiment, il est possible d'utiliser une terre disponible localement, parfois sur le site même de la construction.

Comment est-elle utilisée ?

Différentes techniques/utilisations existent en fonction des sols et des régions.

- **Adobe** (briques en terre crue) : les briques de terres sont séchées au soleil puis compactées.
- **Bauge** : des mottes composées d'un mélange plastique de terre et de fibres végétales sont empilées. A la différence du pisé, il n'y a pas de coffrage.
- **Pisé** (murs en pisé) : la terre humide est compactée dans des coffrages.
- **Torchis** (enduit intérieur) : une ossature bois est utilisée avec un remplissage à base de paille et d'argile.

(ci-dessous) La technique du pisé a été utilisée pour "L'Orangerie" ce bâtiment de 1000 m² accueillant des bureaux à Lyon Confluence. La terre utilisée a été récupérée sur un chantier à moins de 30km du lieu de la construction.

Artisan piseur : Nicolas Meunier (Entreprise Le Pisé)
Architectes : Clément Vergély Architectes
Promoteur : OGIC

BON À SAVOIR :



La terre crue ne consomme pratiquement aucune énergie, que ce soit pour sa production ou son transport (si elle est prélevée sur place).



Si elle n'est pas stabilisée (adjonction d'un composant), la terre crue peut être réutilisée directement et à l'infini.



Source : www.vergelyarchitectes.com



CHIFFRES CLÉS :

50 à 100 ans

C'est la durée de vie moyenne d'une construction en terre crue.

300 à 400

C'est le nombre de réalisations de logements en terre crue que vise le projet "Cycle terre", lancé en 2018, qui a pour but la réutilisation des terres excavées du Grand Paris.

(ci dessous) L'INRA d'Orléans , construction dans laquelle la technique du pisé a été utilisée (2014).

SDP : 5000 m²

Architectes : Design & Architecture, NAMA Architecture



Source : www.batiserf.com

LES AVANTAGES :

- Régulateur thermique et hygrométrique naturel : cela permet de réduire les factures énergétiques et assure un confort de vie non négligeable à l'intérieur des bâtiments.
- Bonne isolation phonique (50 dB pour un mur de 20 cm en briques de terre crue).
- Ne craint pas les moisissures ni les termites.
- Grande variété d'aspects de surface possible et large gamme de couleurs.

LES INCONVENIENTS :

- Les professionnels de la filière sont encore peu nombreux en France. Ils sont principalement regroupés dans 4 régions : Rhône-Alpes (pisé), Sud-Ouest, Nord-Pas-De-Calais (torchis) et Bretagne (bauge).
- La mise en oeuvre de la terre crue demande 2 à 3 fois plus de temps que les autres matériaux. Le coût en main d'oeuvre sera donc plus conséquent pour un projet en terre crue.

Quel coût ? € € €

Le coût de la terre en elle-même est très faible. Toutefois, un projet en terre crue peut s'avérer très onéreux en raison du développement encore timide de la filière.

Quel encadrement technique ?

Guide des bonnes pratiques de la construction en terre crue (2018)

Atex - briques de terre crue comprimées

Maturité de la filière :

Disponibilité en régions françaises : ★★★★★

Encadrement technique : ★★★★★

Professionnels de la filière : ★★★★★

Disponibilité de retours d'expérience : ★★★★★

VOUS VOULEZ VOUS LANCER OU OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS DE PROFESSIONNELS ?

LES REFERENCES :

ASTERRE, L'ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS DE LA TERRE CRUE

<https://www.asterre.org/>

CRATERRE, CENTRE INTERNATIONAL DE LA CONSTRUCTION EN TERRE

<http://www.craterre.org/>

NOTRE VIDÉO DÉDIÉE A LA TERRE CRUE :



REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé par **Willy CHEVALIER**, **Céline TOUSSAINT**, **Maud GALVALISI**, **Théo FARGE**, **Valentin CABEDOCHÉ** et **Clémence GRENON**.

Nous tenions ici à remercier toutes les parties prenantes de ce projet étudiant.

Tout d'abord, nous souhaitons remercier l'équipe de l'Observatoire de l'Immobilier Durable qui nous a encadré tout au long du projet, à savoir **Adrien SANCHEZ** – Responsable des corps d'état secondaires – Bouygues Bâtiment Ile-de-France et Vice-Président - OID ; **Laura GEORGELIN** – Responsable de Programme Gouvernance et Société - OID et **Loïs MOULAS** - Directeur Général - OID. Leur aide précieuse, leurs contacts et leur disponibilité ont rendu possible la publication de ces travaux.

Nous adressons également de chaleureux remerciements aux membres du comité de pilotage qui nous a suivi tout au long de cet atelier : **Violaine JACOLIN-DUBREUX** et **Rémi BUTAYE** - ICF Habitat, **Nathalie RENOUARD** - OGIC et **Daniel Jose PENA RAMOS** - Carrefour Property. Leurs retours précis ont contribué à améliorer ces productions afin qu'elles répondent au mieux aux attentes des acteurs de l'immobilier.

Nous remercions également toutes les personnes contactées dans le cadre de l'atelier afin de collecter des informations et de réaliser les vidéos. Ainsi, nous adressons tous nos remerciements à **Guillaume DELANNOY** - CODEM ; **André BOURASSA** - BGA Architectes ; **Jordan MUSSET** - Architecte Indépendant ; **Claire ROY** - Club des bioéconomistes ; **Bernard COURTIN** - Biomis G3 ; **Bernard BOYEUX** - BioBuild Concept ; **Matthieu GLACHANT** - Mines ParisTech ; **Laetitia FONTAINE** - Amaco ; **Cédric NICARD** - Cap Terre ; **Jean-Michel PASCAL SUISSE** - OGIC ; **Théophile HUTHWOHL** - OID ; **Laurent ARNAUD** - Cerema ; **Laurent GOUDET** - Akta ; **Benoît ROUGELOT** - RFCP ; **Rémi BOSCHER** - Réseau breton bâtiment durable.

A PROPOS DE L'OID

L'Observatoire de l'Immobilier Durable – OID – est l'espace d'échange indépendant du secteur immobilier sur le développement durable et l'innovation. Penser l'immobilier responsable est la raison d'être de l'OID qui rassemble une soixantaine de membres et partenaires parmi lesquels les leaders de l'immobilier tertiaire en France sur toute sa chaîne de valeur. Acteur indépendant, au service de l'intérêt général, l'OID est une association qui participe activement à la montée en puissance des thématiques ESG en France et à l'international, par un programme d'actions sur le terrain et auprès des pouvoirs publics.

MEMBRES



PARTENAIRES



A PROPOS DES FICHES SYNTHÈSE

Ces fiches synthèses présentent une analyse des freins, leviers et applications possibles des écomatériaux pour le secteur de l'immobilier.

L'OID n'est pas responsable des applications qui dépassent le cadre des tâches décrites dans l'objet de l'association. Aucune obligation ne peut être imputée à l'OID, notamment par des parties tierces dans le cadre de la réutilisation de ces données.