



# La lettre d'information pour les professionnels du bâtiment septembre 2023

## Au sommaire ce mois-ci :

- Les nouveaux critères de certification des diagnostiqueurs intervenant dans le domaine des diagnostics de performance en énergie (DPE)
- La gestion des eaux de pluie dans un bâtiment et ses dépendances
- Les différentes familles d'isolants

## ÉDITO

*Le bâtiment est encore une fois au cœur de l'actualité au regard de la conjoncture économique, des hausses importantes du coût de l'énergie mais aussi avec les fortes chaleurs, dues au changement climatique, dont il faut se protéger et qui obligent entre autres à économiser l'eau.*

*Dans cette dix-septième infolettre, nous vous proposons trois articles susceptibles de vous aider dans les choix à faire face à ces enjeux.*

*Un premier article présente le cadre définissant la formation des diagnostiqueurs habilités à réaliser les diagnostics de performance énergétique (DPE). L'objectif est de renforcer la qualité de leur travail pour aboutir à un diagnostic le plus précis possible. Grâce à la qualité de ces DPE, offrant un état des lieux fiable, la rénovation des bâtiments, devant permettre d'accéder à des économies d'énergies substantielles, en sera grandement facilitée.*

*Un deuxième article présente, à travers le cadre réglementaire, de quelle manière l'eau pluviale peut être utilisée dans un habitat. Moins l'on consomme d'eau potable et moins on risque de pénuries lors de fortes sécheresses.*

*Enfin, un dernier article propose une classification de l'ensemble des isolants existant sur le marché. La liste n'est pas exhaustive mais l'ensemble des familles d'isolants est présent avec leurs origines, leurs particularités voire leurs avantages et inconvénients au regard notamment de leur capacité à améliorer le confort d'été dans un bâtiment.*

*Bonne lecture à toutes et tous.*



## **LES NOUVEAUX CRITÈRES DE CERTIFICATION DES DIAGNOSTIQUEURS INTERVENANT DANS LE DOMAINE DES DIAGNOSTICS DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE (DPE)**

Le Diagnostic de performance énergétique (DPE) est un document réglementaire de référence, en vigueur depuis septembre 2006, qui renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment destiné à la vente ou à la location mais aussi lors de sa construction ou d'une extension. Plus précisément, il permet d'évaluer sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

Après une entrée en application en juillet 2021, le nouveau DPE a connu plusieurs améliorations dans le mode de calcul suivi par le logiciel, baptisé 3CL-2021. Alors que le DPE était devenu opposable et non plus simplement informatif (seuls les conseils et les estimations du diagnostiqueur demeurent informatifs), les bâtiments antérieurs à l'année 1975 étaient mal pris en compte et donnaient des résultats sujets à caution.

Un nouvel arrêté a été publié cet été et complète la panoplie du nouvel arsenal réglementaire dévolu au nouveau DPE. Il précise notamment les conditions de formation et les critères de certification des diagnostiqueurs intervenant dans le domaine des DPE :

*arrêté du [20 juillet 2023](#) paru au journal officiel de la République française du 3 août 2023 définissant les critères de certification des diagnostiqueurs intervenant dans le domaine du DPE, de leurs organismes de formation et les exigences applicables aux organismes de certification et modifiant l'arrêté du 24 décembre 2021 définissant les critères de certification des opérateurs de diagnostic technique et des organismes de formation et d'accréditation des organismes de certification technique et des organismes de formation et d'accréditation des organismes de certification.*

Cet arrêté du 20 juillet 2023 définit donc les critères de certification :

- des diagnostiqueurs de DPE ;
- de leurs organismes de formation ;
- et les exigences applicables aux organismes de certification.

Cet arrêté renforce les exigences de compétences et les critères de certifications des diagnostiqueurs intervenant dans le domaine des DPE.

Pour être diagnostiqueur, il y a 2 types de certifications :

- sans mention ;
- avec mention (en complément de la certification sans mention).

### **UN DIAGNOSTIQUEUR SANS MENTION POURRA RÉALISER DES DPE SUR :**

- de l'habitat individuel ;
- des lots à usage d'habitation ;
- des lots à usage autre que d'habitation et dans des bâtiments à usage principal d'habitation soumis aux règles de performance énergétique environnementale du Code de la construction et de l'habitation (Livre 1er, Titre 7).

### **UN DIAGNOSTIQUEUR AVEC MENTION POURRA RÉALISER DES DPE SUR :**

- chaque logement à partir des données du bâtiment collectif ;
- les bâtiments d'habitation collectifs ;
- les bâtiments à usage principal autres que d'habitation ;
- les lots à usage autre que l'habitation et dans des bâtiments à usage principal autre que d'habitation.

### **CONCERNANT LA FORMATION DES DIAGNOSTIQUEURS :**

Elle est assurée par un organisme accrédité Cofrac ou équivalent de niveau européen. L'organisme de formation doit lui-même être accrédité par



un organisme de certification répondant à la norme NF EN ISO/CEI 17065 : 2012.

La durée de validité de la certification est valable 5 ans.

La formation des diagnostiqueurs est composée d'au moins 56 heures auxquelles il faut rajouter 21 heures pour obtenir la certification avec mention.

Cette formation comprend :

- une formation théorique et une formation pratique (28 heures chacune) ;
- pour la formation pratique il y a obligatoirement une visite de bâtiments permettant la manipulation des outils professionnels ;
- à minima 8 typologies de bâtiments doivent être abordées comme une maison individuelle, un logement d'avant 1948 ou encore un bâtiment à usage principal autre que d'habitation.

#### **POUR OBTENIR LEUR CERTIFICATION :**

Les diagnostiqueurs sont contrôlés au niveau de leurs compétences par un organisme de certification lequel doit répondre à la norme NF EN ISO/CEI 17024 : 2012 ainsi qu'à des exigences définies par l'arrêté en question (voir annexe I). La certification est valable 7 ans pour le diagnostiqueur.

La liste des diagnostiqueurs est consultable sur : <https://diagnostiqueurs.din.developpement-durable.gouv.fr/index.action>



#### **PENDANT LE CYCLE DE CERTIFICATION, L'ORGANISME DE CERTIFICATION PROCÈDE À :**

- 3 contrôles documentaires sur la durée des 7 ans de la certification ;
- 1 contrôle sur ouvrage en cours de diagnostic ;
- 2 contrôles sur ouvrage après élaboration du diagnostic sur la durée des 7 ans de la certification ;

De plus les organismes de certification peuvent déclencher tout type de contrôles en cas de résultats potentiellement anormaux dans les DPE réalisés par un diagnostiqueur.

Une suspension ou un retrait de la certification peut être prononcée à l'encontre du diagnostiqueur.

**Cet arrêté entre en vigueur à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2024.**

**Le diagnostiqueur, après le 1<sup>er</sup> janvier 2026, devra être capable d'élaborer un DPE avec des résultats ayant une marge d'erreur de 5 % sur l'estimation de la consommation et de 10 % sur le nombre de valeurs par défaut saisies. Outre interpréter les résultats, il devra savoir restituer les données à un non-spécialiste.**





## LA GESTION DES EAUX DE PLUIE DANS UN BÂTIMENT ET SES DÉPENDANCES.

*C'est un arrêté du 21 août 2008, relatif à la récupération des eaux de pluies et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, qui précise ce qu'il est possible de faire.*

### L'ARRÊTÉ DU 21 AOÛT 2008 PRÉCISE :

- les conditions d'usage de l'eau de pluie récupérée en aval des toitures inaccessibles ;
- les conditions d'installation, d'entretien et de surveillance des équipements nécessaires à leur récupération et utilisation.

### LES CONDITIONS D'USAGE DE L'EAU DE PLUIE DANS UN BÂTIMENT :

- à l'extérieur d'un bâtiment, l'eau de pluie collectée peut être utilisée pour des usages domestiques extérieurs au bâtiment. L'arrosage des espaces verts accessibles au public doit être effectué en dehors des périodes de fréquentation du public ;
- à l'intérieur d'un bâtiment, l'eau de pluie collectée, hors toiture en amiante-ciment ou en plomb, peut être utilisée pour évacuer les excréta et pour le lavage des sols ;
- à titre expérimental, l'eau de pluie peut être utilisée pour le lavage du linge sous réserve de mise en place d'un dispositif de traitement de l'eau adapté. Le dispositif de traitement de l'eau choisi doit être déclaré auprès du ministère de la Santé. L'installateur doit tenir à disposition du ministère de la Santé la liste des installations. Cette expérimentation est interdite pour les établissements de santé, sociaux, médico-sociaux, d'hébergement de personnes âgées, des cabinets médicaux, dentaires, des laboratoires d'analyse de transfusion sanguine, les crèches et les écoles.

### LES CONDITIONS TECHNIQUES D'INSTALLATION À RESPECTER :

Tout d'abord, tout raccordement, temporaire ou non, avec le réseau de distribution d'eau destinée à la consommation humaine, est interdit.

Toutefois, l'appoint en eau, du système d'eau

de pluie depuis le réseau de distribution en eau destinée à la consommation humaine, est assuré par un système de disconnexion par surverse totale avec garde d'air visible, complète et libre. Un plombier devra installer un clapet anti-retour pour ne pas polluer l'eau provenant du réseau public d'eau potable.

D'autres règles techniques sont à respecter. Ainsi, lorsque l'eau de pluie est utilisée dans le domicile, grâce à des robinets dédiés, il est interdit de posséder à la fois des robinets d'eau potable et d'eau de pluie dans une même pièce. Ces derniers doivent être verrouillables et signalés par un écriteau ainsi qu'une couleur de canalisation différente.

### LES CONDITIONS D'ENTRETIEN À RESPECTER PAR LE PROPRIÉTAIRE :

- tous les six mois, le propriétaire ou personne physique ou morale doit vérifier la propreté des réservoirs, la présence de la signalétique et le bon fonctionnement du système de disconnexion ;
- chaque année, ce même propriétaire doit procéder au nettoyage des filtres, à la vidange, au nettoyage et à la désinfection de la cuve de stockage et à la manœuvre des vannes et robinets de soutirage ;
- le propriétaire doit tenir à jour un carnet sanitaire avec notamment le nom de l'entreprise qui a assuré l'entretien, le plan d'entretien ou encore le relevé mensuel des index des systèmes d'évaluation des volumes d'eau de pluie utilisé à l'intérieur du bâtiment ;
- une déclaration d'usage doit être réalisée auprès de la mairie du lieu où se trouve le bâtiment concerné. Une évaluation des volumes utilisés est à faire à l'intérieur du bâtiment.



En annexe de l'arrêté du 31 août 2008, figure un modèle de fiche d'attestation de conformité à établir lors de la mise en service des équipements de distribution des eaux de pluie à l'intérieur du bâtiment.

Pour en savoir davantage concernant le contenu de l'arrêté du 21 août 2008 :

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000019386409/2023-08-07/>



#### **LES AUTRES POINTS RÉGLEMENTAIRES ET L'ÉVOLUTION DU CADRE RÉGLEMENTAIRE :**

L'article L2224-10 du Code général des collectivités territoriales prévoit qu'une collectivité puisse promouvoir la récupération des eaux pluviales en faveur des bâtiments et habitats neufs en l'annexant au Plan local d'urbanisme.

Dans ce cadre, la collectivité peut imposer des dispositifs de gestion à la parcelle des eaux de pluie dans le zonage pluvial.

Cela est possible dans les zones où il est nécessaire de prévoir des installations assurant la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.

La loi Agec (Loi anti gaspillage pour une économie circulaire) du 10 février 2020 prévoit la réutilisation des eaux traitées et l'utilisation des eaux de pluie en remplacement de l'eau potable (Article L211-1 et L211-9 du Code de l'environnement).

A ce jour, moins de 1 % des eaux sont réutilisées en France contre 10 % en Italie et 20 % en Espagne.

Trois décrets vont permettre de préciser l'application de cette loi visant à mieux faire face aux pénuries d'eau à venir dans les prochaines décennies en France, lesquelles sont estimées entre 10 et 40 % selon le dernier plan Eau du gouvernement.

Le décret concernant les usages domestiques dans le bâtiment est annoncé pour la fin de cette année.

Un autre décret devrait préciser les règles d'arrosage et d'irrigation des terres agricoles avec des eaux assainies.

Enfin un décret vient d'être publié, lequel simplifie la procédure d'autorisation pour la réutilisation des eaux usées traitées et définit les conditions d'utilisation des eaux de pluie pour les usages non domestiques ([décret n°2023-835 du 29 août 2023](#)), sans toutefois abroger l'arrêté du 21 août 2008.





## LES DIFFÉRENTES FAMILLES D'ISOLANTS

### ON PEUT DÉNOMBRER SIX FAMILLES D'ISOLANTS :

#### 1. LES ISOLANTS SYNTHÉTIQUES

- le polystyrène expansé ;
- le polystyrène extrudé ;
- le polyuréthane ;
- le polyisocyanurate ;
- les isolants à base de mousse phénolique.

#### 2. LES ISOLANTS MINÉRAUX

- la laine de verre ;
- la laine de roche ;
- le verre cellulaire ;
- la perlite ;
- la vermiculite ;
- l'argile expansée.

#### 3. LES ISOLANTS D'ORIGINE VÉGÉTALE

- le chanvre ;
- la chènevotte ;
- le liège ;
- la laine de coton ;
- la ouate de cellulose ;
- la laine de bois ou fibre de bois ;
- les fibragglos.

#### 4. LES ISOLANTS D'ORIGINE ANIMALE

- la laine de mouton.

#### 5. LES ISOLANTS RÉFLECTEURS

#### 6. LES ISOLANTS DE NOUVELLE GÉNÉRATION

## 1 - LES ISOLANTS SYNTHÉTIQUES

### LE POLYSTYRÈNE EXPANSÉ (PSE)

#### Sa conception :

Le polystyrène est un matériau essentiellement composé d'air à 98 %. Cela en fait un matériau très léger (sa masse volumique est entre 10 et 30 kg/m<sup>3</sup>).

Le PSE est issu d'un dérivé de raffinage du pétrole : le naphta.

Il est à ce moment-là sous la forme de petites billes d'à peine 3 mm. Une opération dite de polymérisation réalisée avec un mélange de gaz (le pentane qui fait office d'agent d'expansion), d'eau et de styrène, est effectuée pour « élargir » le PSE grâce à la vapeur d'eau qui va dilater les petites billes jusqu'à 50 fois leur volume initial.

#### Ses principaux avantages :

Il présente peu de risques pour la santé lors de sa mise en œuvre ou dans le temps. En revanche, il n'est pas écologique puisqu'il est issu de la pétrochimie.

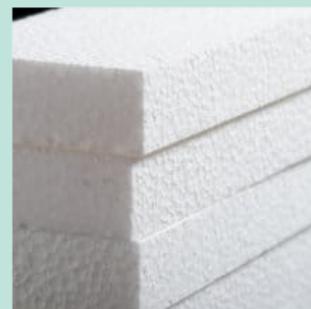
Le PSE est néanmoins recyclable de plusieurs façons :

- par broyage, il peut produire à nouveau du PSE ;
- par fusion, il sera mélangé avec d'autres polymères et servira à créer d'autres produits en plastique.

Le PSE offre de bonnes performances thermiques :  $\lambda = 0,032$  à  $0,038$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

#### Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :

Le PSE a un mauvais bilan carbone. Le pentane est nuisible pour l'ozone, mais il est libéré en faible quantité et il n'est pas toxique. Il existe néanmoins des PSE fabriqués à partir de





bio-naphta et de bio-gaz issus de la valorisation de ressources renouvelables de la biomasse.

Le bio-naphta est réalisé à partir d'un mélange d'huiles et de matières grasses d'origine naturelle et un traitement de raffinage.

Le PSE est assez instable dans le temps : avec la chaleur, il peut s'opérer une perte de volume après plusieurs années.

En cas d'incendie, le matériau libère du gaz carbonique, de la vapeur d'eau, du monoxyde carbone et des suies. Il est sensible aux produits corrosifs et aux rongeurs.

Ses performances acoustiques sont médiocres, sauf si on choisit un PSE argenté (PSE dB ou PSE ultra ThA). Il offre une inertie faible et un confort d'été insuffisant ( $\approx 4$  heures). Par ailleurs, il est peu perméable à la vapeur d'eau ; il n'est donc pas adapté aux parois à fort enjeu hygroscopique.

### LE POLYSTYRÈNE EXTRUDÉ (PSX)

#### Sa conception :

Il est issu du naphta comme le PSE.

La différence s'opère au niveau de la polymérisation où il y a une extrusion sous pression. Cela consiste à faire fondre ensemble le PSE, les additifs et l'agent d'expansion, et à extruder le liquide chaud dans une matrice. Il se produit alors une mousse couverte d'une peau étanche à l'air, plus homogène et plus dense que par le procédé d'expansion. Les cellules sont très fines et fermées.

Cela donne un produit très résistant à l'eau et à la compression. Un agent retardateur de flamme est également souvent incorporé.

#### Ses principaux avantages :

Le PSX offre de bonnes performances thermiques :  $\lambda = 0,029$  à  $0,037$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique) avec une masse volumique de  $30$  à  $40$  kg/m<sup>3</sup>

Le PSX a une meilleure résistance à l'humidité que le PSE.



Sa résistance mécanique lui confère une bonne tenue dans le temps sans tassement. Il résiste aussi aux cycles de gel et dégel. Avec les années, il a une meilleure résistance à la déformation que le PSE.

#### Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :

Le PSX a un mauvais bilan carbone même s'il existe des PSX fabriqués à partir de bio-naphta et de bio-gaz issus de la valorisation de ressources renouvelables biomasse.

Le bio-naphta est réalisé à partir d'un mélange d'huiles et de matières grasses d'origine naturelle et un traitement de raffinage.

Ses performances acoustiques sont médiocres tout en satisfaisant potentiellement à la nouvelle réglementation acoustique.

Le PSX est très étanche à l'eau et à la vapeur d'eau et en conséquence pas adapté sur des parois à fort enjeu hygroscopique.

### LE POLYURÉTHANE (PUR)

#### Sa conception :

Le PUR est obtenu par le mélange de trois composants : le polyol, un isocyanate et un agent d'expansion (gaz HFC ou CO<sub>2</sub>).

Un panneau de PUR se présente sous la forme de panneaux moussés entre deux feuilles de divers matériaux (kraft, aluminium, polyéthylène, toile de verre, etc) qui assurent l'étanchéité à l'air.

#### Ses principaux avantages :

Le PUR offre de très bonnes performances thermiques :  $\lambda = 0,022$  à  $0,025$  w/m.K (panneaux) ou  $\lambda = 0,028$  à  $0,030$  w/m.K (mousses) (coefficient de conductivité thermique) avec une masse volumique de  $40$  kg/m<sup>3</sup>

Les isolants PUR sont recyclables par broyage ou traitement chimique.

Il est insensible à l'humidité.





**Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :**

Le produit fini présente peu de toxicité par contre en cas d'incendie, il devient très dangereux avec le dégagement de vapeurs et de gaz très toxiques. Un retardateur de flamme est incorporé dans l'isolant.

Les performances acoustiques sont médiocres.

Le confort d'été avec un déphasage thermique est insuffisant (≈6 heures).

Il n'a pas de capacités hygroscopiques.

**LE POLYISOCYANURATE (PIR)**

**Sa conception :**

C'est un dérivé du PUR. Dans les deux cas, il y a un composant à base d'isocyanate mais en quantité beaucoup plus importante pour fabriquer le PIR.

Les performances sont similaires entre les deux produits ; toutefois le PIR a besoin d'une épaisseur moindre pour atteindre des performances équivalentes.

**Ses principaux avantages :**

Le PIR a un meilleur comportement au feu que le PUR du fait de sa composition, en majorité faite d'isocyanate. Cela lui confère aussi une meilleure stabilité et une performance thermique supérieure au PUR.

Le PIR est non seulement un matériau très isolant et très résistant dans le temps, mais il offre une étanchéité à l'air et à l'eau optimale de part sa densité.

$\lambda = 0,022$  à  $0,027$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

**Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :**

Le produit fini présente peu de toxicité par contre en cas d'incendie, il devient très dangereux avec le dégagement de vapeurs et de gaz très toxiques. Un retardateur de flamme est incorporé dans l'isolant.

Les performances acoustiques sont médiocres.

Le confort d'été avec un déphasage thermique est insuffisant (≈6 heures).

Il n'a pas de capacités hygroscopiques.

**LES ISOLANTS À BASE DE MOUSSES PHÉNOLIQUES (PF : PHENOLFORMALDÉHYDE) ET DE MOUSSES URÉE-FORMOL**

Ce sont des produits qui sont sensibles à l'eau, aussi il faut recourir à une protection hydrofuge ou mettre une plaque de plâtre de type BA13 hydrofuge.

Ils sont ignifugés et dégagent peu de fumées lors de leur combustion. Ce sont de très bons isolants phoniques.

$\lambda = 0,022$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

Avec ces matériaux, il faut une épaisseur moindre pour obtenir une performance thermique réglementaire.

Par exemple, avec un peu plus de 8 cm en isolation thermique par l'extérieur, on peut avoir un coefficient de résistance thermique (R) de  $3,7$  m<sup>2</sup>.K/W en utilisant un tel isolant.

Par exemple, en plancher bas, avec un peu plus de 7 cm d'épaisseur, on peut avoir un R de  $3$  m<sup>2</sup>.K/W

**2 - LES ISOLANTS MINÉRAUX**

**LA LAINE DE VERRE**

**Sa conception :**

Élaborée à partir de silice (sable), de verre de récupération (ou calcin), par fusion, fibrage et polymérisation, le mélange est chauffé et fondu entre  $1\ 050^{\circ}\text{C}$  et  $1\ 500^{\circ}\text{C}$  puis étiré pour obtenir une structure de fibres très fines par procédé rotatif.

Au final, le matériau contient 90 % de fibres de verre et moins de 5 % de liants (résine phénolique, polymères ou liant à base végétale) et 1 % d'huile pour limiter les poussières et l'absorption de l'eau.

**Ses principaux avantages :**

Le comportement au feu est excellent : classement au feu A1 ou A2, c'est-à-dire non combustible.





Elle peut résister à une chaleur pouvant atteindre 800°C sauf les liants qu'elle contient, lesquels peuvent se dégrader à partir de 200°C.

La laine de verre offre des performances acoustiques élevées et elle ne craint pas les rongeurs.

Si la laine de verre prend l'eau, il suffit de la laisser sécher pour qu'elle retrouve ses performances thermiques initiales. Elle est imputrescible et ne développe pas de moisissures.

$\lambda = 0,030$  à  $0,040$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

#### **Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :**

Les laines minérales sont déclassifiées de la catégorie cancérigènes depuis 1997 mais doivent être certifiées par un organisme indépendant : l'EUCB (European certification board of mineral wool). Seules les fibres inférieures à  $3\mu\text{m}$  peuvent pénétrer profondément dans les poumons. Les fibres de laine verre ont un diamètre entre 2 et  $8\mu\text{m}$  et se coupent transversalement, ce qui permet leur élimination rapide par l'organisme (l'amiante a des fibres inférieures à  $1\mu\text{m}$  et ne se coupe que longitudinalement, soit impossibilité pour l'organisme de l'éliminer naturellement).

Par contre, les fibres supérieures à  $4\mu\text{m}$  en suspension dans l'air peuvent entraîner des irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires supérieures. Elles peuvent s'incruster dans l'épiderme.

Il existe aussi des laines de verre enveloppées par un voile de polypropylène pour éviter les désagréments dus aux poussières.

La radioactivité de ces matériaux est naturellement peu élevée. Les émissions de composés organiques volatils sont très faibles.

Même si le bilan carbone de la laine de verre demeure moins favorable que celui d'autres isolants, il n'en demeure pas moins qu'avec l'usage de plus en plus important d'anciennes laines de verre recyclées ou de méthodes de cuisson moins émettrices de gaz à effet de serre, son empreinte carbone s'améliore.

## **LA LAINE DE ROCHE**

#### **Sa conception :**

Elle est fabriquée à partir du basalte, une roche volcanique, de matières recyclées et de coke.

La laine de roche est fondue à environ 1 500°C puis traitée comme la laine de verre.



#### **Ses principaux avantages :**

La laine de roche a un pouvoir acoustique de qualité contre les bruits aériens et d'impact. Sa perméabilité à la vapeur d'eau est élevée. Il suffit de la laisser sécher si elle est exposée à l'eau pour qu'elle retrouve ses performances thermiques initiales.

Elle est recyclable, incombustible, résistante à la chaleur et ne dégage pas de gaz toxiques.  $\lambda = 0,032$  à  $0,040$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

#### **Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :**

Les risques potentiels pour la santé sont les mêmes que pour la laine de verre.

Même si le bilan carbone de la laine de roche demeure moins favorable que celui d'autres isolants, il n'en demeure pas moins qu'avec l'usage de plus en plus important d'anciennes laines de roche recyclées ou de méthodes de cuisson moins émettrices de gaz à effet de serre, son empreinte carbone s'améliore.

## **LE VERRE CELLULAIRE**

#### **Sa conception :**

Fabriquée à partir de sable ou de calcin (verre recyclé), l'ensemble est fondu, étiré sous forme de tubes puis refroidi pour être broyé.



Par ajout de poudre de carbone, le mélange est chauffé aux alentours de 850°C pour être gonflé. Aucun agent chimique n'est ajouté.



### Ses principaux avantages :

Le verre cellulaire est inerte, il n'émet aucun gaz, aucune substance ni fibre, ne développe pas de micro-organismes et il est incombustible, ne dégageant aucune fumée en cas d'incendie.

Le verre cellulaire offre une grande stabilité dimensionnelle dans le temps notamment en cas de contraintes de compression. Il a de bonnes performances acoustiques.

Le verre cellulaire sous forme de panneaux est totalement étanche à l'eau et à la vapeur, et il est imputrescible. Sous la forme de granulats de mousse de verre, les performances et l'étanchéité à l'eau ne sont pas aussi élevées.

$\lambda = 0,038$  à  $0,055$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

Sa masse volumique est de  $120$  à  $175$  kg/m<sup>3</sup>. Le matériau est assez léger.

### Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :

Son inertie thermique n'est guère meilleure que celles des laines minérales.

Outre son coût financier qui peut sembler élevé, sa résistance au feu n'est pas classée parmi les meilleurs isolants.

Dans la mesure où le verre cellulaire peut aussi être conçu à partir de verre recyclé, son bilan carbone peut s'avérer intéressant. Il convient de consulter les fiches FDES (Fiches de déclarations environnementales et sanitaires) des fabricants concernés.

## LA PERLITE

### Sa conception :

c'est une roche volcanique siliceuse.

Le minerai est concassé, chauffé à  $1200^{\circ}\text{C}$  puis expansé grâce à la vapeur d'eau. Les cellules sont fermées d'air offrant ainsi un fort pouvoir isolant.



### Ses principaux avantages :

Aucun additif ni aucun agent chimique ne sont ajoutés.

La perlite est hydrophile, aussi des produits hydrofuges sont ajoutés sans que cela n'engendre un risque pour la santé des êtres vivants.

La perlite est incombustible, résiste à la chaleur, ne dégage aucun gaz en cas d'incendie sauf de part certains additifs utilisés.

La perlite a une bonne stabilité dimensionnelle et une bonne résistance à la compression.

Elle est insensible aux bactéries, aux champignons et aux rongeurs. C'est un bon isolant acoustique. Son inertie thermique peut être de qualité si l'on tient compte de la densité du matériau choisi et des autres critères satisfaisant aux conditions d'une bonne inertie.

Sa masse volumique est de  $90$  à  $165$  kg/m<sup>3</sup>.

$\lambda = 0,05$  à  $0,06$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

### Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :

La perlite est sensible à l'eau si elle n'a pas subi un traitement approprié.

Son coût financier peut paraître élevé.

## LA VERMICULITE

### Sa conception :

Fabriquée à partir de silicate de magnésie (sorte de mica), elle peut être associée à de l'amiante. Un bulletin d'analyse est effectué par le fabricant afin d'éviter la présence de cette dernière.



### Ses principaux avantages :

La vermiculite est incombustible, résiste bien au feu, aux insectes et aux rongeurs.

Elle est imputrescible.

La vermiculite a un bon pouvoir acoustique aux bruits aériens et d'impact.

Elle offre une bonne perméabilité à la vapeur d'eau.

Sa masse volumique est de  $65$  à  $160$  kg/m<sup>3</sup>.

$\lambda = 0,06$  à  $0,08$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).



**Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :**

Elle est très hydrophile. Du bitume ou autre enrobage sont rajoutés risquant de provoquer un dégagement gazeux en cas d'incendie.

La poussière qui peut se dégager au moment de sa mise en œuvre nécessite de protéger les yeux et les voies respiratoires.

**L'ARGILE EXPANSÉE**

**Sa conception :**

Fabriquée à partir d'argile naturelle, elle est chauffée à plusieurs reprises à environ 1200°C. Ensuite il y a une extraction du gaz présent dans la matière, ce qui crée une expansion, jusqu'à cinq fois supérieure à la taille d'origine.



**Ses particularités :**

L'argile ne dégage pas de gaz. Il n'y a aucune substance dangereuse pour la santé et l'environnement.

L'argile est incombustible, imputrescible et résiste au feu.

Elle est perméable à la vapeur d'eau et son pouvoir acoustique est bon au niveau des bruits aériens et d'impact.

Sa masse volumique est de 350 à 700 kg/m<sup>3</sup>.

Son inertie thermique peut être de qualité si l'on tient compte de la densité du matériau choisi et des autres critères satisfaisant aux conditions d'une bonne inertie.

$\lambda = 0,10$  à  $0,16$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

**3 - LES ISOLANTS D'ORIGINE VÉGÉTALE**

**LE CHANVRE**

**Ses origines :**

Quand on parle du chanvre, on fait référence au chanvre agricole, lequel ne contient que 0,2 %



de THC (agent psychotrope). D'ailleurs, il est le seul autorisé en Europe.

La chènevis (graine) est récoltée à la moissonneuse-batteuse. Les pailles sont fauchées et stockées. Ensuite, on procède au défibrage : opération qui consiste à séparer l'écorce de la plante (fibres) et le cœur de la plante (chènevotte).

Les graines sont utilisées pour faire du pain ou de la nourriture pour animaux. Pressées en huile, les graines servent aussi pour le secteur de la cosmétique ou de la peinture.

Les fibres peuvent servir pour concevoir des cordes, du papier, de la laine ou de la filasse pour la plomberie.

La plante est capable de produire plus de 10 tonnes de matières sèches par hectare en trois ou quatre mois.

**Ses principaux avantages :**

Il n'y a pas ou peu de produits phytosanitaires utilisés pour cette culture car quand elle se développe, elle couvre vite le sol empêchant les mauvaises herbes de se développer. De plus, la plante est peu consommatrice en eau et elle régénère les sols en utilisant les nitrates.

Le chanvre est aussi un excellent puits de carbone en absorbant une grande quantité de CO<sub>2</sub>. Il est sans danger pour la santé humaine et pour l'environnement.

Le chanvre n'attire pas les rongeurs et autres mites, car la fibre n'a pas de protéines. Il est imputrescible par nature, perméable à la vapeur d'eau. Il absorbe l'humidité et la rejette quand le temps est sec.

Des produits ignifugés sont rajoutés comme le phosphate d'ammonium ou certains autres produits susceptibles de provoquer des émanations de gaz en cas d'incendie, car il est inflammable.

$\lambda = 0,039$  à  $0,042$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

**Ses inconvénients (sous réserve de nouveaux procédés de fabrication) :**

Il est sensible à l'humidité.

Des liants synthétiques (polyester, polyoléfines)



ou naturels (coton) sont rajoutés au chanvre pour lui apporter une meilleure stabilité dans le temps.

Sa masse volumique est de 30 à 40 kg/m<sup>3</sup>.

L'inertie thermique est entre 7h et 9h (un déphasage satisfaisant est d'au moins 10 à 12h).

### LA CHÈNEVOTTE

#### Ses origines :

Il s'agit du cœur de la tige du chanvre.

Elle peut être utilisée comme isolant en vrac ou être mélangée avec de la chaux naturelle et pure pour former un mélange léger et isolant (nommé aussi Anas ou Grette).

Elle est légère et structurée en de nombreux canaux formant des cavités permettant une bonne régulation de l'humidité et de bonnes performances thermiques et acoustiques.

Non traitée et associée à de la chaux, elle est utilisée pour la fabrication de mortiers, de béton ou de blocs de construction allégés isolants.

Les fibres les plus fines sont utilisées pour la fabrication d'enduits isolants



#### Ses particularités :

La chènevotte est hydrophile. C'est pourquoi, pour la réalisation de mortier, on utilise uniquement de la chaux aérienne qui permet de durcir grâce au carbone de l'air, au lieu de l'eau.

Les mortiers de chaux sont utilisables pour réaliser le remplissage des constructions à colombages ou des murs à structure bois par banchage, de chapes isolantes sur planchers légers ou lourds, pour l'isolation des toitures inclinées augmentant l'inertie thermique.

Les bétons de chanvre ont de bonnes performances thermiques et acoustiques. Ils sont perméables à la vapeur d'eau et ont une masse volumique faible.

Mortiers, bétons ou blocs de chanvre :  
( $\lambda$  : coefficient de conductivité thermique)

$\lambda = 0,5 \text{ w/M.K}$

Sa masse volumique est de 100 à 115 kg/m<sup>3</sup>.

Enduits isolants :  $\lambda = 0,11 \text{ à } 0,13 \text{ w/m.K}$

Mortiers de chaux :  $\lambda = 0,09 \text{ à } 0,13 \text{ w/m.K}$

### LE LIÈGE

#### Ses origines :

Il est issu du chêne liège.

Sa croissance est lente.

La première récolte commence après 30 à

40 ans, mais elle est de mauvaise qualité. C'est ce que l'on appelle le liège mâle, lequel sert à la fabrication d'isolants thermo-acoustiques.

Une nouvelle écorce va apparaître 10 à 15 ans après avec 30 mm d'épaisseur. C'est le liège femelle, lequel sert à la fabrication de bouchons, de panneaux d'affichage, etc.

Un chêne liège donne en moyenne 12 récoltes sur ses 200 ans de vie, soit environ une récolte tous les dix ans.

Actuellement, les pays producteurs de liège sont le Portugal, l'Espagne, le Maroc ou encore l'Algérie.

Le liège naturel cuit à haute température se dilate, s'expande et s'agglomère avec sa propre résine, la subérine.

Le chauffage est à 300°C avec de la vapeur d'eau pour faciliter l'expansion.

#### On distingue :

- le liège expansé où les morceaux sont plus gros mais le matériau est léger : il est un très bon isolant thermique et contre les bruits aériens.

$\lambda = 0,035 \text{ à } 0,045 \text{ w/m.K}$  (plaques)

$\lambda = 0,043 \text{ à } 0,055 \text{ w/m.K}$  (granulés)

Sa masse volumique est de 65 à 75 kg/m<sup>3</sup>.

- le liège aggloméré où les morceaux sont plus compacts : il est un très bon isolant phonique (bruits aériens et solidiens), meilleur que le liège expansé.

$\lambda = 0,044 \text{ à } 0,049 \text{ w/m.K}$

Sa masse volumique est de 200 à 210 kg/m<sup>3</sup>.

- le liège en granulés : il offre les mêmes qualités que le liège expansé. En revanche :  $\lambda = 0,043 \text{ à } 0,055 \text{ w/m.K}$  (coefficient de conductivité thermique).

#### Ses particularités :

Le liège, quel qu'il soit, est faiblement combustible. Il ne propage pas la flamme et





ne provoque pas de vapeur nocive en cas d'incendie.

Le liège expansé peut supporter des températures de 120°C sauf s'il y a des additifs ayant servi à sa fabrication.

Le liège est imputrescible. Il ne se désagrège pas dans le temps.

Il n'est pas attaqué par les rongeurs et les insectes. Il est stable face aux changements de température et d'humidité. Le liège a des millions de cellules microscopiques remplies d'air immobile.

Enfin, le liège est performant sur le plan acoustique tant pour les bruits aériens et solidiens (d'impact) surtout le liège aggloméré.

Par contre, le liège offre une perméabilité à la vapeur d'eau moyenne.

### LA LAINE DE COTON

#### Ses origines :

Les isolants à base de coton sont essentiellement réalisés à partir de laines recyclées.

Cet isolant peut être de couleur blanche s'il y a recours uniquement à des tissus blancs, ou alors bleue si ce sont des vêtements de couleur qui ont été utilisés.

Cet isolant peut avoir des liants naturels ou à base de polyester, mais il peut aussi comporter d'autres fibres.

#### Ses particularités :

La laine de coton ne dégage pas de composés organiques volatils ou de vapeurs toxiques. Le coton doit être traité contre les moisissures, champignons, autres insectes et contre le feu. Il faut se renseigner au sujet des produits utilisés et leur innocuité.

La laine de coton est très perméable à la vapeur d'eau et elle est hygroscopique. Elle offre de bonnes performances acoustiques contre les bruits aériens.

$\lambda = 0,037$  à  $0,042$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique) selon qu'il s'agisse d'un isolant sous la forme de rouleaux ou en vrac.



Sa masse volumique est de 20 à 25 kg/m<sup>3</sup> sous la forme de panneaux ou en rouleaux. L'inertie thermique est faible (environ 5h).

### LA OUATE DE CELLULOSE

#### Ses origines :

Cet isolant est issu du recyclage du papier et des déchets de coupe de papier neuf d'imprimerie.

La ouate de cellulose est composée d'un produit de traitement pour résister au feu, aux insectes, aux rongeurs et aux moisissures (sels de bore, acide borique, borax, hydrate d'alumine, phosphate d'ammonium ou de tanin fongicide extrait d'écorces).

Même s'il y a un retardateur de flamme, il ne faut pas mettre le matériau en contact avec un conduit de fumée.

Les panneaux sont thermoliés avec des fibres polyoléfiniques (polyéthylène ou polypropylène) chimiquement inertes.

#### Ses principaux avantages :

La ouate de cellulose offre une très bonne inertie thermique avec un déphasage compris entre 10 et plus de 12 heures.

Sa légèreté lui permet de se répandre dans les moindres recoins. Elle est efficace contre les bruits aériens.

#### Ses particularités :

La ouate de cellulose est sensible au tassement. Celui-ci est d'environ 20 % en cas de soufflage ou épandage manuel dans les combles. Aussi, il faut en tenir compte dans le calcul des performances thermiques.

Mais ce tassement est d'environ 8 à 10 % dans les autres applications.

Il est dû essentiellement aux variations climatiques.

Sa masse volumique est de 30 à 100 kg/m<sup>3</sup> selon qu'il s'agisse d'une insufflation à sec, de projection avec apport d'eau, de remplissage de caissons ou de panneaux.

$\lambda = 0,038$  à  $0,043$  w/m.K (coefficient de





conductivité thermique) selon qu'il s'agisse d'isolant en vrac ou sous la forme de panneaux.

### **LES ISOLANTS EN LAINE OU FIBRE DE BOIS**

Un panneau en fibre de bois est rigide avec différentes densités.

Un panneau en laine de bois est semi-rigide.



Les isolants en fibre de bois correspondent à des produits assemblés par adhésion à partir de fibres de bois et constitués d'au moins 80 % en masse de fibre de bois. Ils sont généralement fabriqués par voie sèche, c'est-à-dire sans eau, et sont soumis à la norme NF EN 13171.

La laine de bois est un produit fabriqué à partir de longs copeaux de bois issus d'un processus de rabotage de chutes de bois. On ajoute à ces copeaux un liant minéral (ciment) pour obtenir de la laine de bois en panneaux. Cette laine aux propriétés acoustiques absorbantes se distingue des laines végétales (laine de chanvre ou laine de coton) qui ont, quant à elles, des propriétés similaires aux isolants en fibre de bois. La laine de bois répond également à une autre norme produit (NF EN 13168).

#### **Leurs origines :**

Les principales essences utilisées sont les résineux comme le sapin, l'épicéa, le mélèze ou le pin.

Il est opéré un défibrage du bois. Ensuite, il y a un mélange avec de l'eau, puis c'est pressé et mis sous la forme de panneaux.

#### **Leurs spécificités :**

Les panneaux de fibre de bois passent dans des séchoirs sous des températures élevées. Aucune colle n'est utilisée.

Il existe une méthode de fabrication dite à sec où l'on ajoute un liant à base de polyuréthane.

Dans certains cas, du bitume ou de la résine sont ajoutés.

Les fibres de bois en vrac sont traitées avec du phosphate d'ammonium et de l'acide borique. Un traitement au bitume (peut dégager des composés organiques volatils quand l'isolant est exposé à la chaleur de la toiture), à la paraffine ou à base de produits naturels (silicate ou latex), peut être utilisé dans des panneaux de fibre de bois utilisés pour de l'isolation en surtoiture afin de rendre le produit hydrophobe.

Le sulfate d'ammonium peut aussi être utilisé contre les moisissures et il est sans danger pour la santé humaine.

Pour les laines de bois, les fibres sont thermoliées avec des fibres de polyoléfinés et traitées avec du phosphate d'ammonium contre l'incendie. Des liants naturels peuvent être utilisés.

Ces isolants subissent un traitement au feu par ignifugation afin d'empêcher la propagation rapide du feu et aussi le dégagement rapide de fumées toxiques.

#### **Leurs principaux avantages :**

Que ce soit la laine de bois ou la fibre de bois, ces isolants sont hygroscopiques ; ils diffusent la vapeur d'eau et peuvent stocker l'humidité. Ils permettent une bonne hygrométrie dans le bâtiment et facilitent l'assainissement de l'air ambiant. Mais les laines de bois sont un peu plus performantes à ce sujet que les fibres de bois ayant une forte densité.

Elles offrent une très bonne performance acoustique contre les bruits aériens et solidiens.

$\lambda = 0,038$  à  $0,049$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique) selon qu'il s'agisse de panneaux, laine de bois ou fibre de bois ou en vrac.

La masse volumique de la laine de bois est d'environ  $50 \text{ kg/m}^3$  et le déphasage d'environ 6 à 7 heures.

La masse volumique d'une fibre de bois est d'environ  $110$  à  $250 \text{ kg/m}^3$  et le déphasage peut atteindre 15 heures.

Le bilan carbone est très favorable aussi bien pour la laine de bois que pour la fibre de bois (les processus de chauffage sont assurés par des chaudières biomasse).



## LES FIBRAGGLOS

### Ses origines :

Les fibragglos sont fabriqués à partir de fibres longues de bois de résineux qui ont été minéralisées et enrobées de ciment, de chaux, de plâtre ou de magnésie.



### Ses principaux avantages :

Cela peut être un bon choix pour améliorer l'acoustique dans les locaux bruyants, car ses performances acoustiques sont bonnes contre des bruits aériens et même solidiens.

Ce matériau ne craint pas les rongeurs, les termites ni l'humidité. Il est très perméable à la vapeur d'eau et résistant à la compression.

Le fibragglo ne présente pas de risque pour la santé humaine ou l'environnement.

$\lambda = 0,08 \text{ w/m.K}$  (coefficient de conductivité thermique).

Sa masse volumique est de  $340 \text{ à } 390 \text{ kg/m}^3$ .

Le fibragglo offre une bonne inertie thermique.

Ce matériau peut être utilisé en complément d'un autre isolant : par exemple, avec une laine minérale sur une face ou en sandwich entre deux panneaux de fibragglos.

## 4 - LES ISOLANTS D'ORIGINE ANIMALE (EXEMPLE DU MOUTON)

### LA LAINE DE MOUTON

#### Ses origines :

Deux procédés sont utilisés pour que la laine de mouton devienne un panneau ou un rouleau isolant :



- l'aiguilletage : la laine va passer entre deux rangs d'aiguilles qui vont enchevêtrer les fibres. On obtient ainsi une grande densité, bien supérieure au deuxième procédé.
- la thermoliation : dans ce cas, la laine de

mouton est mélangée avec des fibres de polyester ou du polypropylène pour donner de la tenue à la laine. Il faut pour cela chauffer à environ  $130^\circ\text{C}$ .

### Ses particularités :

La laine de mouton subit un traitement au sel de bore contre le feu et les moisissures, mais aussi un traitement possiblement non toxique contre les mites.

Sa perméabilité à la vapeur d'eau est favorable et elle dispose d'une grande capacité hygroscopique. Elle est en conséquence à éviter dans les pièces ayant une humidité importante car ses pouvoirs thermiques seront amoindris.

$\lambda = 0,035 \text{ à } 0,044 \text{ w/m.K}$  (coefficient de conductivité thermique).

Sa masse volumique est de  $12 \text{ à } 35 \text{ kg/m}^3$ .

Elle offre donc une faible inertie thermique avec un déphasage vraiment insuffisant.

La laine de mouton a une bonne qualité acoustique.

Elle peut se tasser en position verticale.

## 5 - LES ISOLANTS RÉFLECTEURS

Ils sont aussi dénommés :

- produits minces réfléchissants ;
- films minces réfléchissants ;
- isolants minces multicouches réfléchissants ;
- isolants par thermoreflexion.

Ce type d'isolants réfléchissants se présentent comme un mille feuille. Sur la face extérieure, il y a une couche d'aluminium ou un produit aluminisé.



Les couches intermédiaires sont pourvues de laine minérale ou d'autres produits synthétiques voire de produits d'origine animale ou végétale.

Ces différentes couches sont collées, soudées ou cousues entre elles.

Il convient de se renseigner sur leur capacité à ralentir les flux thermiques par conduction et par convection, et certains de ces isolants



peuvent aussi être inflammables.  
De plus, avec le temps, les parties extérieures réfléchissantes peuvent se ternir et perdre de leur pouvoir réfléchissant.

Ils ont une inertie faible et donc un confort d'été potentiellement insuffisant.

Ils sont imperméables à la vapeur d'eau et ne permettent pas la régulation de l'hygrométrie intérieure.

Ils peuvent être utilisés avec le recours d'une lame d'air. Il convient de s'assurer de leur résistance thermique et si cette performance garantie répond aux exigences réglementaires.

Pour certains spécialistes, ces produits sont surtout des compléments d'isolation.

## 6 - LES ISOLANTS NOUVELLE GÉNÉRATION

Ces isolants emprisonnent non pas de l'air en leur sein, mais du vide : cela empêche la chaleur de se diffuser.

L'enveloppe de l'isolant doit en conséquence être étanche. De cette façon, les flux thermiques ne pourront presque pas traverser l'isolant.



Une autre solution consiste à avoir entre les enveloppes de l'isolant, de l'air ou un gaz inerte, c'est-à-dire totalement immobile empêchant là aussi la transmission de chaleur. Cela est possible grâce aux matériaux nanostructurés comme les aérogels.

Les aérogels sont des matériaux nanoporeux composés de bulles d'air à l'état nanométrique. Cela commence par un gel de silice en phase aqueuse ou du carbone ou encore de l'alumine. L'aérogel est très léger, de couleur bleue translucide pouvant supporter un poids important (un morceau d'aérogel de quelques millimètres d'épaisseur pesant deux grammes peut supporter un poids de deux kilogrammes). De plus, un aérogel peut supporter de très fortes chaleurs jusqu'à +600 °C et un froid à -200°C.

$\lambda = 0,011$  à  $0,013$  w/m.K (coefficient de conductivité thermique).

Très bonne performance acoustique.

Grande perméance à la vapeur d'eau mais absorbe moins de 1 % de son poids en eau.

***Avertissement** : face aux produits mis actuellement sur le marché et aux incertitudes scientifiques, et alors que le marché des nanomatériaux/nanoparticules est en progression constante, le législateur français a décidé depuis 2013 de mettre en place un dispositif de déclaration obligatoire de ces substances par les fabricants. Cette démarche permet de collecter les informations sur leurs propriétés toxicologiques et écotoxicologiques.*

### RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES :

<https://www.envirobatgrandest.fr/wp-content/uploads/bibliographie-biosources-envirobat-v2-08.2023.pdf>

Et aussi :

