Le Guide des Éco-matériaux Normands

Mis à jour par l'ARPE Normandie
Septembre 2019

ARPE NORMANDIE

Association Régionale pour la Promotion de l'Éco-construction en Normandie

Financé par :

RÉGION NORMANDIE

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Crédits photos : Charpentes Thiery, Jim Carfrae, Ludovic Rubin, ARPE Normandie

Avant-propos

Tout commence en 2012, lorsque l'ARPE Normandie co-écrit avec ARCENE*, les 7 Vents du Cotentin, l'ADEME, la Région Normandie et un groupe d'experts, le premier guide «les écomatériaux bio-sourcés produits et/ou utilisés en Basse-Normandie».

L'objectif de ce guide n'est pas de remplacer le premier mais de faire une mise à jour des données déjà collectées, de retirer celles qui ne concernent plus le territoire normand et d'ajouter les nouveaux éco-matériaux produits en Normandie.

Concernant la liste des professionnel·le·s, l'ARPE a fait le choix de ne plus l'intégrer au sein du Guide pour une raison simple : les acteur·rice·s de l'éco-construction en Normandie évoluent constamment. En contrepartie, nous avons mis en place une cartographie mise à jour sur notre site internet à laquelle nous ferons régulièrement référence. Vous y trouverez tous les renseignements nécessaires pour contacter un·e professionnel·le membre de notre réseau.

En vous souhaitant une bonne lecture.

Sommaire

	P.
Introduction	4
Les éco-matériaux normands	19
I - Les essences de bois normands	20
II - Le matériau chanvre	22
III - Le matériau liège	28
IV - Le matériau lin	30
V - Le matériau ouate de cellulose	32
VI - Le matériau paille	36
VII - Le matériau terre	44
Glossaire	51
Liste des abréviations	55
Bibliographie/Webographie	57

Introduction

Contexte

La Région Normandie, dès 2006, a souhaité prendre ses responsabilités face aux enjeux environnementaux majeurs pour l'avenir et participer à la mise en œuvre des engagements internationaux pris par la France pour la réduction des gaz à effet de serre, la gestion de l'eau et la sauvegarde de la biodiversité*. Elle a ainsi l'ambition de devenir une véritable Éco-Région en anticipant les changements à venir, grâce notamment à l'éducation au développement durable et à la concertation.

Dans le cadre de l'Agenda 21* régional lancé en 2006, la Région Normandie s'engage, au coté de l'ADEME à travers le programme Défi'NeRGIE à œuvrer pour réduire les émissions régionales de gaz à effet de serre, prendre en compte l'augmentation du coût de l'énergie, tout en réduisant les factures énergétiques des Normands. En parallèle, ce programme soutient la structuration et le développement de la filière éco-construction locale, en :

• Acquérant des références

Pour permettre la diffusion des compétences vers les artisans de la filière du bâtiment et leur permettre d'acquérir l'expérience nécessaire à la mise en œuvre d'éco-matériaux et de matériels spécifiques, la Région accompagne financièrement des réalisations et des rénovations exemplaires.

• Mobilisant les professionnels

La Région a renforcé son investissement en participant à la création de BEN BTP (anciennement nommé ARCENE), afin de valoriser les actions et initiatives mises en œuvre sur le territoire bas-normand et à favoriser la mutualisation des ressources, le partage des bonnes pratiques et la mise en synergie de tous les acteurs.

• Formant les artisans

Par la formation professionnelle et en partenariat avec les organisations professionnelles et les associations de l'éco-construction, la Région a favorisé, dans le cadre du dispositif **« Chèque Eco-énergie Normandie »** impliquant des obligations liées au conventionnement, la montée en compétence de 2000 professionnels dans les domaines des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

• Développant l'utilisation des éco-matériaux

La Région soutien l'ARPE pour son action de valorisation des filières locales de production de matériaux à partir de ressources naturelles (fibre de chanvre, bois matériaux, cellulose, …) à faible impact environnemental. Cette association travaille également sur une proposition de garantie participative qui permet de définir de nouveaux critères pour identifier les matériaux utilisés en circuits courts et garantir leur pose.

Les travaux engagés par la Région :

Une première étude en 2008, qui visait à définir un éco-matériau, a permis de créer la base de données « Ophélie » disponible sur le site des 7 vents du cotentin (www.ophelie.7vents.fr).

Cette base de données actualisée régulièrement recense l'ensemble des matériaux d'isolation et leurs principales caractéristiques. Cet outil a été mis à disposition des artisans pour favoriser la pose d'éco-matériaux dans le cadre du dispositif **« chèque éco-énergie Normandie »**. Les résultats sont probants : 50 % des travaux d'isolation en toiture et 10 % des travaux d'isolation des murs se sont faits avec des éco-matériaux. Ce dispositif a également permis de repérer le nombre assez faible de certifications d'éco-matériaux et l'inadéquation de la certification dans le cas des produits locaux utilisés en circuit court.

Aujourd'hui c'est la rédaction de fiches par éco-matériaux qui est proposée. Elles ont pour objectif de faire connaitre les productions locales de matière première, les unités de transformation ainsi que les professionnels du bâtiment utilisant ces matériaux.

Dans les fiches suivantes, nous avons décliné, par matériaux, les caractéristiques des différents produits, afin de mettre en avant les avantages de chacun. Pour cela, l'utilisation d'un vocabulaire technique s'est avérée indispensable, d'où la présence de ces définitions, afin d'aborder les fiches dans leur intégralité.

Conductivité thermique, (λ)

La conductivité (ou conductibilité) thermique est une propriété intrinsèque au matériau. Elle caractérise sa capacité à transmettre la chaleur par conduction. Elle s'exprime par le coefficient λ (lambda). Plus λ est grand, plus le matériau est conducteur, plus le λ est petit, plus le matériau est isolant. La conductivité thermique des matériaux s'exprime en [W/m. °K].

Résistance thermique, (R)

Plus l'épaisseur « e » d'un matériau est importante, plus le flux de chaleur qui cherche à le traverser rencontre de résistance. Cette résistance se définit comme suit : $R = e / \lambda$ Plus le matériau est isolant, plus la résistance thermique est élevée. L'épaisseur « e » est exprimée en mètre, et le « R » en [m². °K/W].

Coefficient de transmission thermique, (U)

R caractérise la résistance de la paroi au passage de la chaleur. Pour caractériser la performance thermique d'une paroi, on utilise son inverse U, également appelé déperdition thermique : **U = 1 / R**. Ce coefficient U exprime la conductance de la paroi, c'est-à-dire l'intensité du flux de chaleur qui traverse un mètre carré de paroi pour une différence de température d'un degré entre les deux ambiances que sépare cette paroi. Plus la paroi est isolante, moins sa conductance est élevée. U est exprimé en [W/m². °K]

Le coefficient (ou facteur) de résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)

Grandeur sans unité, symbolisé μ, elle indique dans quelle mesure un matériau (pris sous son aspect « matière » : le béton, le bois...) s'oppose à la migration de la vapeur d'eau. Il est établi par convention que l'étalon pour exprimer la progression de la vapeur d'eau est l'air immobile (μair = 1)

Un matériau ayant un μ de 30, signifie qu'il résiste 30 fois plus à la diffusion de vapeur d'eau que l'air.

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (Sd)

Symbolisée Sd, elle indique dans quelle mesure un matériau (pris sous son aspect produit : brique de 20 cm, plaque de plâtre de 13 mm...) s'oppose à la migration de la vapeur d'eau. On l'obtient en multipliant le coefficient μ (du matériau) par l'épaisseur (du produit) en mètre : **Sd = μ x e** Sd s'exprime en mètres (m). Un matériau ayant un Sd de 5,00m exerce la même résistance à la vapeur d'eau qu'une lame d'air immobile de 5 mètres de largeur.

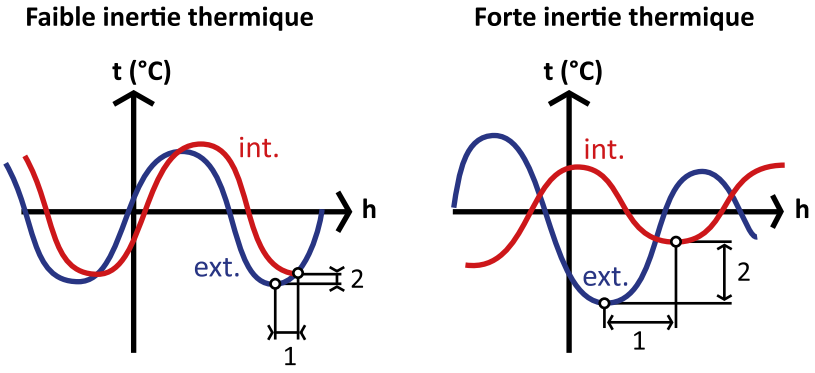
Plus le μ et le Sd d'un matériau sont grands, plus ce dernier s'oppose à la migration de la vapeur d'eau.

Inertie

L'inertie thermique traduit la propriété des matériaux à stocker et à restituer de l'énergie dans le temps. Elle dépend de leur conductivité et de leur capacité thermique, ainsi que de leur masse volumique. Elle caractérise finalement un temps de réponse du matériau soumis à une modification des sollicitations extérieures. Plus le temps mis pour atteindre un nouvel équilibre thermique est long, plus le matériau est inerte. Le chauffage et/ou le refroidissement d'un local à faible inertie thermique seront rapides, tandis que dans le cas d'un local à forte inertie thermique, ils seront plus lents. Le premier cas de figure peut être intéressant pour les locaux à utilisation intermittente (pas de temps d'attente pour la mise en chauffe), le second cas est très intéressant pour les locaux à utilisation permanente (les variations de températures étant amorties et la régulation étant plus stable).

Définitions

Pour bien utiliser l'inertie d'un bâtiment, il faut considérer la vitesse de réponse des matériaux pour transmettre une variation de température, traduite par la diffusivité thermique. En effet, l'inertie permet de tempérer les amplitudes journalières de températures intérieures face aux variations de températures extérieures, ce qui est générateur de confort et d'économie pour les locaux chauffés en permanence. Sur le schéma ci contre, on constate qu'un bâtiment à forte inertie thermique (schéma de droite) présente des capacités d'amortissement plus importantes qu'un bâtiment à faible inertie thermique (schéma de gauche). En thermique du bâtiment, l'amortissement (2), mais aussi le déphasage thermique* (1), sont recherchés dans le but d'obtenir plus de confort.



1 :déphasage
2 : amortissement

Effusivité thermique (E)

L'effusivité thermique d'un matériau, parfois dénommée chaleur subjective, caractérise la capacité d'un matériau à échanger de la chaleur lors de sa mise en contact avec un autre matériau. Cela représente la vitesse avec laquelle le matériau gagne ou perd de l'énergie sous forme de chaleur. Plus l'effusivité thermique d'un matériau est faible, et plus celui-ci se réchauffe ou se refroidi vite, et inversement.

Par exemple, en hiver, dans une salle de bain où le temps d'occupation est assez court, les revêtements à faible effusivité thermique, comme le bois augmenteront le confort thermique de la pièce. Notée E, l'effusivité thermique s'exprime en (J/°K/m3).√(m²/s) ou J/ (°K.m².√s).

$$E = \sqrt{\lambda . \rho . c}$$

λ : conductivité thermique
ρ : masse volumique
c : chaleur spécifique

Diffusivité thermique (D)

La diffusivité thermique, à ne pas confondre avec l'effusivité thermique, exprime la vitesse de pénétration et d'atténuation d'une onde thermique dans un milieu. Celle-ci est souvent désignée par les lettres a, D ou la lettre grecque α (alfa), et s'exprime en m²/s.

$$D = \frac{\lambda}{\rho c}$$

λ : conductivité thermique
ρ : masse volumique
c : chaleur spécifique

Chaleur spécifique (C)

Également appelée capacité thermique massique ou chaleur massique, c'est la quantité d'énergie nécessaire pour élever d'un degré centigrade (°C) ou kelvin (°K), un kilogramme de matériau donné. Symbolisée « C », elle s'exprime en [J/kg.°K]. Plus « C » est grand, plus le matériau, pour un poids donné, peut stocker de chaleur. La chaleur spécifique d'un matériau est complémentaire de sa masse volumique, car un matériau ayant une densité faible se réchauffera plus facilement.

Classement au feu

En France, il existe un classement, composé de 6 catégories, qui définit la réaction au feu des matériaux. Ce classement est reconnaissable par la lettre M, suivi d'un chiffre indiquant les performances du produit.

- M0 « incombustible » ;
- M1 « non inflammable » ;
- M2 « difficilement inflammable » ;
- M3 « moyennement inflammable » ;
- M4 « facilement inflammable » ;
- M5 « très facilement inflammable ».

Pour les produits marqués CE, qui doivent répondre aux normes harmonisées européennes, le classement Euroclasse remplace le précédent. Pour les produits de construction, les classements sont :

- A1, A2, B, C, D, E, F ;
- s1, s2, s3 (pour les fumées) ;
- d0, d1, d2 (gouttelettes et débris enflammés).

Tableau des correspondances

<table>
<tr><th colspan="3">Euroclasses
Classes selon NF EN 13501-1+A1</th><th>Classement M
Exigence</th></tr>
<tr><td>A1</td><td>-</td><td>-</td><td>Incombustible</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>s1</td><td>d0</td><td>M0</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>s1</td><td>d1</td><td rowspan="6">M1</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>s2</td><td>d0</td></tr>
<tr><td></td><td>s3</td><td>d1</td></tr>
<tr><td>B</td><td>s1</td><td>d0</td></tr>
<tr><td></td><td>s2</td><td>d1</td></tr>
<tr><td></td><td>s3</td><td></td></tr>
<tr><td>C</td><td>s1</td><td>d0</td><td rowspan="3">M2</td></tr>
<tr><td></td><td>s2</td><td>d1</td></tr>
<tr><td></td><td>s3</td><td></td></tr>
<tr><td>D</td><td>s1</td><td>d0</td><td>M3</td></tr>
<tr><td></td><td>s2</td><td>d1</td><td rowspan="2">M4 (non gouttant)</td></tr>
<tr><td></td><td>s3</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Toutes classes autres que E-d2 et F</td><td>M4</td></tr>
</table>

Les certifications

Vous trouverez ci-dessous les principaux dispositifs de caractérisation et d'emploi des produits de construction. Nous tenons à signaler que cela ne veut pas dire que le recours à des produits normalisés ou caractérisés est obligatoire dans la construction.

Marquage CE

La conformité des produits aux spécifications techniques harmonisées se manifeste par l'apposition du marquage CE sur le produit, sur son emballage ou sur les documents d'accompagnement du produit. C'est au producteur qu'il revient d'apposer le marquage CE. Pour les produits visés par la Directive Produits de Construction, le marquage CE doit donc être apposé sur les produits pour leur mise sur le marché et leur permet ensuite de circuler librement au sein de l'Union Européenne. Actuellement, et de façon pratique, 6 systèmes sont distingués, pour obtenir un marquage CE, comme l'indique le tableau ci-contre.

Ainsi, deux catégories de systèmes sont prévues :

- Les certifications de conformité du produit par un organisme agréé de certification (systèmes 1+ et 1).
- Les déclarations de conformité du produit par le fabricant (systèmes 2+, 2, 3 et 4).

	Systèmes d'attestation de la conformité et responsabilité des tâches à réaliser					
	1+	**1**	**2+**	**2**	**3**	**4**
	Certification par un organisme agréé de certification		Déclaration de conformité du produit par le fabricant			
Contrôles sur produits						
a) essai de type initial	Orga. cert. (*)	Orga. cert. (*)	fabricant	fabricant	org. essai (**)	fabricant
Essais d'échantillons b) selon un plan d'essai c) ou par sondage de produits prélevés en usine d) ou par sondage de produits prêts à être livrés	b) ou c) ou d) par un org. cert. (*)	b) éventuel par le fabricant	b) éventuel par le fabricant	non exigé	non exigé	non exigé
Contrôle sur production						
e) contrôle de production en usine (FPC)	fabricant	fabricant	fabricant	fabricant	fabricant	fabricant
f) inspection initiale de l'usine et du FPC (***)	org. certif. (*)	org. certif. (*)	org. d'inspection (**)	org. d'inspection (**)	non exigé	non exigé
g) surveillance continue du FPC (***)	g) org. certif. (*)	g) org. certif. (*)	org. d'inspection (**)	non exigé	non exigé	non exigé

(*) organisme agrée de certification, notifié par les États Membres à la commission.
(**) organisme agrée pour les inspections ou organisme agrée pour les essais, notifié par les États Membres à la commission.
(***) Contrôle de Production en Usine (Factory Production Control = FPC).

Marquage NF

Le marquage NF certifie la conformité des produits aux normes européennes, mais aussi aux exigences complémentaires des normes françaises. Elle garantit également que les caractéristiques du produit ont été vérifiées et validées par des auditeurs et laboratoires indépendants, et qu'elles sont vérifiées régulièrement par le fabricant. Elle fournit également à l'acheteur, l'assurance que ce produit est apte à être mis en œuvre selon les règles de l'art.

Agrément Technique Européen (ATE)

L'Agrément Technique Européen est une spécification technique harmonisée au sens de la Directive Produits de Construction, alternative aux normes harmonisées. Cette démarche analogue à celle de l'Avis Technique français, mais limitée aux aspects liés aux exigences essentielles de la Directive, et hors évaluation de la mise en œuvre, s'applique à un produit pour un usage déterminé, pour un site de fabrication et pour une durée de cinq ans. Elle n'est utilisée que lorsqu'il a été estimé qu'il n'était pas possible ou pas encore possible d'élaborer des normes européennes harmonisées pour cette catégorie de produits.

L'ATE est délivré en France par le CSTB*, et a une validité de 5 ans.

Avis Technique (ATec) : L'Avis Technique est destiné à fournir, à tous les participants à l'acte de construire, une opinion autorisée sur les produits, procédés et équipements nouveaux, pour un emploi défini. Il indique notamment dans quelles mesures le procédé ou produit satisfait à la réglementation en vigueur, est apte à l'emploi en œuvre et dispose d'une durabilité en service. L'Avis Technique est délivré par le CSTB*, et a une validité de 2 ans.

Appréciation Technique d'expérimentation (ATex)

La procédure de l'ATex*, a pour but de contribuer au développement des innovations dans le bâtiment, en leur facilitant l'accès à des applications expérimentales par l'obtention rapide d'une appréciation technique formulée par des experts. Cette appréciation peut porter sur un produit, un matériau, un composant, un équipement, ou un procédé nouveau et innovant pour lequel il n'est pas possible, ou pas encore possible d'instruire un avis technique. On observe trois catégories d'ATex :

- ATex de type « a » est destinée aux produits, matériaux, composants, équipements ou procédé pour lesquels il n'existe pas d'Avis Technique portant sur un système similaire.
- ATex de type « b » concerne un projet de réalisation identifié et mettant en œuvre, à titre expérimental, une ou plusieurs techniques non traditionnelles pouvant relever de l'Avis Technique mais n'ayant pas encore fait l'objet de cette procédure.
- ATex de type « c » s'applique à de nouvelles réalisations expérimentales d'une ou plusieurs techniques ayant préalablement fait l'objet d'une ATex de type «b».

L'ATex est délivré pour un chantier spécifique, ou pour une durée et un nombre d'applications limités. Il y a aussi possibilité de dupliquer une ATex pour des chantiers similaires. Les différents acteurs de l'évaluation sont regroupés en un comité d'expert, réunissant le CSTB, l'AIMCC*, le COPREC*, l'UNFSA* et la FFB*.

Règles professionnelles

Les règles professionnelles, sont catégorielles et traitent d'ouvrages traditionnels non couverts par un DTU. Elles peuvent servir de base à l'élaboration d'un futur DTU.

Elles sont éditées par des organismes professionnels du bâtiment, entourés d'experts, et sont ensuite soumises à la commission de prévention des produits mis en œuvre (C2P*), afin que celle-ci puisse éventuellement identifier les techniques susceptibles d'engendrer des risques et sinistres, et cela pour une durée indéfinie, jusqu'à révision.

Document Technique d'Application (DTA)

Le Document Technique d'Application est une forme particulière de l'Avis Technique. Il désigne l'avis formulé pour l'emploi d'un produit ou composant relevant du marquage CE. Lorsque ce n'est pas le cas, le terme Avis Technique est employé.

Le DTA* est délivré par la commission chargée de formuler les ATec du CSTB.

Documents Techniques Unifiés (DTU)

Les DTU* sont des cahiers des charges types pour les travaux, utilisables comme référence pour l'établissement des clauses contractuelles de chaque marché de travaux pour la réalisation d'un ouvrage donné. Ils ont le statut de norme (NF DTU) et sont élaborés par des commissions de normalisation sous le contrôle général de l'AFNOR*. À ce titre, ils demeurent strictement optionnels et contractuels, même s'ils jouissent d'une forte reconnaissance comme représentatifs des bonnes pratiques capables d'assurer aux ouvrages réalisés les résultats attendus en termes de qualité, de comportement à l'usage et de durabilité.

Ils sont délivrés par la Commission Générale de Normalisation du Bâtiment, dont le CSTB assure le certificat.

ACERMI (Association pour la CERtification des Matériaux Isolants)

La certification ACERMI* est le résultat d'un double engagement entre le fabricant, qui s'engage à mettre en place un système qualité et les moyens nécessaires pour contrôler la qualité de ses produits et le maintien de cette qualité dans le temps, et le certificateur, organisme indépendant, compétent et reconnu, dont le rôle est de garantir la véracité des caractéristiques annoncées et de les réévaluer périodiquement. Le contrôle des produits se fait deux fois par an, avec un prélèvement en usine, qui sera analysé par les laboratoires du certificateur (CSTB et LNE*).

Ce certificat est délivré par l'Association de Certification des Matériaux Isolant manufacturés, regroupant le CSTB et le LNE, et a une durée de validité de 2 ans.

Keymark

La Keymark, également appelée certification Européenne CEN/CENELEC*, est une marque de certification volontaire, par tierce partie, qui donne l'assurance qu'un produit répond aux exigences spécifiées dans les normes européennes qui le concerne. Cette certification apporte l'assurance au consommateur que le produit est conforme à la norme européenne et qu'il est contrôlé par un organisme indépendant.

La Keymark est délivrée par l'association ACERMI, soit le CSTB et le LNE, ou par un organisme Européen accrédité par le CEN, et a une durée de validité de 5 ans.

DIBt

L'institut Allemand pour la technologie du bâtiment (DIBt*) est une institution conjointe du gouvernement fédéral et l'état Allemand. C'est l'organisme d'agrément Allemand, pour les produits de construction et les systèmes constructifs. Son domaine de compétence est le suivant :

- Octroi de l'agrément technique Européen (ETA) pour les produits et systèmes de construction.
- Fourniture de l'ensemble des agréments techniques pour les produits de construction et du bâtiment.
- Octroi du marquage CE.
- Réalisation d'essais et d'inspections normalisés.

Oko test

Cette marque n'est ni un label, ni un organisme certificateur, mais une revue allemande de consommateurs, qui teste les produits de consommation courants. Le magazine ÖKOTEST est connu outre Rhin pour son sérieux, son exigence et intègre toujours à ses évaluations les aspects sanitaires et environnementaux. La vignette ÖKOTEST, sans être un label, ni une certification est un gage de qualité.

VTT

Le Centre National de la Recherche Technique Finlandais (VTT*) est un organisme de recherche sous contrat, qui dépend du ministère du commerce et de l'industrie finlandais. Ses objectifs sont l'innovation, le développement des nouvelles technologies et la création de valeur ajoutée pour améliorer la compétitivité de l'industrie nationale dans un grand nombre de secteurs.

Le VTT est agréé pour délivrer des avis agréments techniques européens, le marquage CE, des avis techniques et l'appréciation techniques d'expérimentation finlandais.

CSTB

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment exerce quatre activités clé – recherche, expertise, évaluation, diffusion des connaissances – qui lui permettent de répondre aux objectifs du développement durable* pour les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Le CSTB est agréé pour délivrer les avis techniques (ATec), agréments techniques européens (ATE), appréciation technique d'expérimentation (ATex), les documents techniques d'application (DTA) et ACERMI.

LNE

Le Laboratoire National de métrologie et d'Essais, assure la fonction d'organisme de certification soit pour ses propres certificats, soit par délégation de l'AFNOR (marque NF), soit pour d'autres organismes (ACERMI, Keymark...).

FCBA

Créé à la suite de la fusion du CTBA* et de l'AFOCEL* en 2007, l'institut technologique FCBA*, Forêt Cellulose, Bois-construction Ameublement, assure la fonction d'organisme de certification soit pour ses propres certificats, soit par délégation de l'AFNOR (marque NF), soit pour d'autres organismes (FSC*, PEFC*...), mais uniquement sur des produits autour du matériau bois.

Les labels

FSC

Le label FSC (Forest Stewardship Council) est un label environnemental qui assure que la production d'un produit à base de bois a suivi le cahier des charges d'une gestion durable des forêts, tout en tenant compte des aspects sociaux, économiques et écologiques. Ce label est adapté aux forêts de grandes étendues, type tropicales.

PEFC

Le label PEFC (Program for the Endorsement of Forest Certification schemes) est un label environnemental qui assure que la production d'un produit à base de bois a suivi un cahier des charges d'une gestion durable des forêts, basé sur les préconisations des conférences d'Helsinki (1993), Lisbonne (1998) et Vienne (2003). Ce label a été créé pour pallier le fait que le FSC n'est pas adapté au morcellement des forêts européennes.

AB (Agriculture Biologique)

La marque AB est une marque collective, d'usage volontaire, et propriété du ministère de l'agriculture. Elle identifie les produits d'origine agricole qui respectent, depuis le producteur jusqu'au consommateur, la règlementation et le contrôle bio tels qu'ils sont appliqués en France, ainsi que de fortes exigences de traçabilité.

ECO CERT

ECO CERT est un organisme de contrôle et de certification, dont l'activité est encadrée par les pouvoirs publics et la législation (agréé par le ministère de l'agriculture et de la pèche, et par le ministère des finances et de l'industrie). En termes de structure et de procédure, ECO CERT est accrédité par le COFRAC*, et s'appuie sur les normes européennes en vigueur pour délivrer le label.

Natureplus

Ce label est celui de la qualité internationale pour les produits de construction et de l'habitat qui oriente tous les acteurs de la construction vers la durabilité. Les produits ayant reçu le label de qualité natureplus® sont des produits haut de gamme du point de vue de la santé, de l'environnement et de la fonctionnalité, tant au niveau de leur composition, qu'au niveau des énergies utilisées pour leur production. De plus, Natureplus s'engage ensuite à promouvoir le produit labellisé auprès des clients.

Ecolabel Européen

Créé en 1992, l'Ecolabel Européen est le seul label écologique officiel européen utilisable dans tous les pays membres de l'Union Européenne. En France, le Ministère de l'environnement a confié l'accompagnement de la politique française en matière de déploiement de l'Ecolabel Européen à l'ADEME et sa délivrance à AFNOR Certification.

NF Environnement

Créée en 1991, NF Environnement est un écolabel délivré par AFNOR Certification, organisme certificateur indépendant. Elle a pour objet d'attester la conformité de produits ou services aux exigences définies dans des cahiers des charges (ou référentiels) basés sur des normes et qui portent sur la qualité d'usage et la qualité environnementale des produits.

Effinergie

Depuis 2006, des acteurs d'horizons différents se sont rassemblés au sein de l'association EFFINERGIE pour impulser un niveau inédit d'efficacité énergétique* des bâtiments en construction et en rénovation. Grâce à ses labels, EFFINERGIE a permis de généraliser les bâtiments neufs à basse consommation (BBC) en France et travaille à la massification de la rénovation BBC. En parallèle, elle porte la définition nationale des bâtiments à énergie positive. En mars 2017, 3 nouveaux labels basés sur le référentiel E+C- ont été créés : BBC effinergie 2017, BEPOS effinergie 2017 et BEPOS+ effinergie 2017. En 2019, un label expérimental sur la réhabilitation des bâtiments du patrimoine voit le jour.

Effinergie BBC

Pour obtenir le label BBC effinergie 2017, le projet doit au préalable être conforme à la Réglementation thermique 2012 et aux exigences minimales liées au référentiel E+C- définies ci-dessous :

- Un niveau Énergie a minima égal à 2.
- Un niveau Carbone, a minima égal à 1.

Le label BBC effinergie 2017 intègre des exigences complémentaires absentes d'E+C-:

- La sobriété et l'efficacité énergétique dans le bâtiment avec des exigences renforcées sur la conception bioclimatique* et les consommations énergétiques
- La qualité et le confort : depuis la conception (qualification/certification des bureaux d'étude), jusqu'à la réception (mesure de la perméabilité du bâti, mesure de l'étanchéité des réseaux, commissionnement), ...
- L'appropriation du bien et la sensibilisation des futurs habitants aux enjeux de la transition énergétique (bâtiment et écomobilité, guide à destination de la maitrise d'ouvrage et des habitants, ...).

Effinergie BEPOS

Pour obtenir le label BEPOS effinergie 2017, le projet doit au préalable être conforme à la Réglementation thermique 2012 et aux exigences minimales liées au référentiel E+C- définies ci-dessous :

- Un niveau Énergie a minima égal à 3.
- Un niveau Carbone, a minima égal à 1.

De même pour le label BEPOS+ effinergie 2017, avec le référentiel E+C- définies ci-dessous :

- Un niveau Énergie a minima égal à 4
- Un niveau Carbone, a minima égal à 1

Le label BBC effinergie 2017 intègre des exigences complémentaires absentes d'E+C-:

- La sobriété et l'efficacité énergétique dans le bâtiment avec des exigences renforcées sur la conception bioclimatique et les consommations énergétiques
- La qualité et le confort : depuis la conception (qualification/certification des bureaux d'étude), jusqu'à la réception (mesure de la perméabilité du bâti, mesure de l'étanchéité des réseaux, commissionnement), ...
- L'appropriation du bien et la sensibilisation des futurs habitants aux enjeux de la transition énergétique (bâtiment et écomobilité, guide à destination de la maitrise d'ouvrage et des habitants, ...).
- Le projet doit également être producteur d'énergies renouvelables (photovoltaïque, éolien, cogénération renouvelable...).

Les assurances

«En pratique les DTU Document Technique Unifié régissent la construction neuve en France depuis 1948. Mais c'est la loi Spinetta de 1978, avec l'assurance professionnelle obligatoire qui fait du DTU le document de référence. Le préambule général commun à tous les DTU précise que la notion des « règles de l'art » s'applique uniquement aux bâtiments construits avant 1948. Intervenir sur ces bâtiments édifiés avec des matériaux non industrialisés ou normalisés se fait donc dans le respect des « règles de l'art » dans un cadre hors DTU. Mais en pratique, les experts en assurance et contrôleurs du bâtiment n'y sont pas favorables du fait, justement, de l'absence de texte de référence.»

- Guide des bonnes pratiques terre crue

Dans le tableau ci-dessous représentant la classification que les assureurs ont élaboré pour distinguer les techniques de construction, on peut remarquer que pour chacune des techniques constructives, ceux-ci requièrent une certification sur le produit ainsi que sur sa mise en œuvre.

De plus, les matériaux et leur pose sont classés en techniques courantes ou non courantes, selon les risques de sinistres qui augmentent, lorsque le produit ou sa mise en œuvre ne dispose pas de certification fiable (produit mis en observation par la C2P, Atex...).

Technique courante				Technique non courante				
Norme NF Produit + DTU	Constat de traditionnalité + Règles Pro	Marquage CE + DTA sur liste verte C2P	Atec sur liste verte C2P	Atec en observation	Marquage CE + DTA en observation	Atex	Cahier des charges + Enquête de technique nouvelle	Techniques ancestrales

Afin de réduire au maximum les risques de dommages, les certifications sur les produits de construction ont été mises en place, ainsi que les règles de mises en œuvre. Pour un produit disposant de ces deux types de certifications, les risques sont largement diminués pour les assureurs. Cependant, il existe des produits dont les caractéristiques ne sont pas certifiées, et dont la pose relève de techniques nouvelles, ou trop artisanales pour être prises en compte dans ces textes normatifs.

Le manque de certifications sur les caractéristiques ou la mise en œuvre de ces produits ne signifie pas que ceux-ci ne sont pas capables de remplir la tâche pour laquelle ils ont été conçus. Pour preuve, tous les bâtiments avant 1948 ont été édifiés sans certification.. beaucoup sont toujours sur pied et de grande qualité constructive !

Les matériaux bio-sourcés et la certification

La spécificité des matériaux bio-sourcés, produits localement (cycle court) ou en faible quantité rend difficile et parfois impossible la certification. Il faut donc décliner des référentiels tels que les règles professionnelles de la paille ou du chanvre, afin de permettre une utilisation normée, mais il reste encore à développer d'autres outils pour faciliter l'emploi et l'assurabilité de ces matériaux. Les maîtres d'ouvrages responsables ouvrent également des pistes pour dépasser l'approche des produits certifiés qui enferme les pratiques dans une uniformisation, au lieu de développer les savoir-faire.

En région, l'ARPE travaille sur le développement d'un système de garantie participative, afin de répondre au mieux à cette lacune. L'ARPE est notamment impliqué en tant que membre de la Confédération de la construction en terre crue (CCTC*) au pilotage des **guides de bonnes pratiques de la construction terre crue**.

La RT2012

D'après le décret du 26 octobre 2010 relatif à la réglementation thermique 2012, il est stipulé que les valeurs des coefficients de conduction thermique (λ) qui seront insérés dans les moteurs de calculs, doivent être justifiées par la certification du produit. Le cas échéant, il faudra utiliser la méthode de calcul Th-BCE 2012, ou dans le cas des matériaux isolants bio-sourcés, le tableau définissant les valeurs par défaut, à l'annexe IX du décret.

Une étude a été menée afin de déterminer l'impact de la non certification des isolants, en termes de calculs de déperdition thermique, et il est apparu clairement que dans certains cas, la majoration appliquée était surprenante.

Dans le graphique ci-contre, synthétisant les résultats de cette étude, on peut remarquer que la majorité des matériaux bio-sourcés n'étant pas certifiés, disposent d'un coefficient de conduction thermique majoré de 20% à 25%.

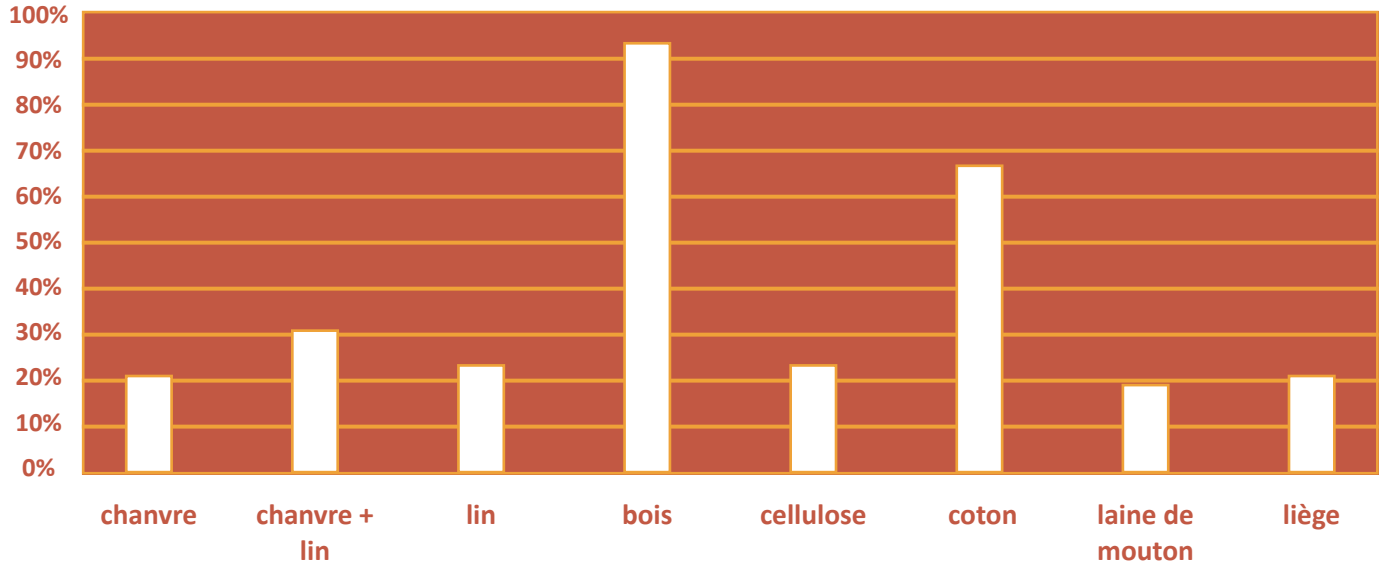
Cependant, on peut également observer que pour deux matériaux isolants, les majorations sont largement supérieures. Les isolants non certifiés, à base de bois, sont majorés à 93% et ceux à base de coton à 67%.

Ainsi, pour obtenir un niveau de performance identique, il faudra mettre en oeuvre une épaisseur d'isolant plus conséquente, proportionnelle à la majoration sur le lambda.

Enfin, cette majoration a un impact supplémentaire sur le coût des travaux, car qui dit plus d'isolant à mettre en œuvre, dit plus de matériaux à acheter, et plus de main d'oeuvre.

Une seconde étude a permis de déterminer que le surcoût engendré par ce manque de certification serait de l'ordre de 0,6% à 4,2%, selon les matériaux utilisés.

Majoration moyenne du coefficent de transmission thermique



La RE2020 et le label E+C-

Le label E+C- est un label expérimental – une première en France – afin de préfigurer la prochaine réglementation environnementale RE 2020, qui remplacera l'actuelle réglementation thermique RT 2012.

Ce nouveau label - comme la prochaine RE 2020 - a pour objectif de contribuer à la lutte contre le changement climatique pour la construction neuve et de généraliser les bâtiments à énergie positive (dit BEPOS) et à faible empreinte carbone. Le gouvernement français a donc lancé un label volontaire dédié à la valorisation de ces deux objectifs : Énergie positive (E+), Carbone moins (C-), soit le label E+C-.

Les éco-matériaux normands

Sources & crédits photos : Projet Paha, La Maison Écologique

Pourquoi ce matériau ?

La région est l'héritière d'une longue tradition de charpente et pans de bois issus des forets locales. Avec l'essor de nouveaux systèmes constructifs, le bois en Normandie connaît un regain d'intérêt.

La région Normandie bénéficie d'un peuplement forestier **riche et varié**. L'entretien et la bonne vie de nos forêts passe par la valorisation du bois d'œuvre qu'elles produisent.

Le bois s'emploie aussi bien en système porteur, qu'en toiture, essentage et bardage, ou ameublement et décoration.

La **durabilité naturelle** des bois correspond à la résistance naturelle vis-à-vis des agents biologiques. L'aubier (partie périphérique de l'arbre) n'est pas durable. La durabilité du duramen (bois de coeur) est variable selon les essences.

Le saviez-vous ?

Il est possible de modifier la durabilité d'une essence par imprégnation d'un produit de préservation ou par **traitement thermique***. Les bois modifiés thermiquement sont des bois auxquels on a fait subir une cuisson où l'on contrôle un ensemble de paramètres (température, apport en oxygène, taux d'humidité, pression...). On réalise une modification en profondeur du bois qui le rend **plus stable mécaniquement** et **insensible aux attaques de champignons** ce qui augmente considérablement sa durabilité.

La cuisson se fait à coeur. **Ce procédé élimine le recours aux produits chimiques**. Les bois modifiés thermiquement sont particulièrement bien adaptés à une utilisation en bardage.

Le bois brûlé a une longue durée de vie. Il stock du carbone pendant un bon nombre d'années, ce qui à court terme, contribue positivement au bilan de CO2. À sa fin de vie utile, lorsque le revêtement va se décomposer, il va relâcher du **carbone biogénique***. Cette technique de bois brûlé vient du Japon et se nomme «shou sugi ban». Elle est uniquement employé en bardage extérieur.

Découvrez
les acteurs Normands
du matériau bois sur :

www.arpenormandie.org

COÛT DU MATÉRIAU :

€ € € € €

Cèdre rouge (Thuya géant)

Les qualités intrinsèques du cèdre rouge en font une essence très intéressante pour le bardage. Il dispose de qualités mécaniques intéressantes et d'une odeur caractéristique qui éloigne les insectes. **La ressource régionale est très marginale.**

Châtaignier

Que ce soit sous forme de piquets ou de bardeaux*, le châtaigner habille depuis toujours les campagnes et villes normandes. De nos jours, son utilisation se développe sur les façades. À claire-voie ou en bardage, on trouve de nombreux profils différents. **Son excellente durabilité (équivalente au chêne) lui permet d'être utilisé en vêture* sans traitement préalable.** Cependant, comme pour le chêne, les coulures de tanin* devront être anticipées. En termes de disponibilité, le châtaigner est la troisième essence feuillue de la région après le chêne et le hêtre.

Chêne

Très connu pour ses qualités polyvalente, (de la charpente à ameublement) on peut utiliser le chêne en quasiment toute situation. Il pourra être utilisé en bardage sans traitement préalable s'il est purgé d'aubier. Le chêne est un bois tannique : si après séchage il perd une part significative de tanin, celui- ci continuera tout de même à s'écouler quelque temps si le chêne est lessivé par les eaux de pluie. **C'est la première essence de la région en termes de disponibilité.**

Douglas

Le Douglas est aujourd'hui la première essence résineuse de la région. Plantée à partir des années 60, cette ressource arrive peu à peu à maturité et constitue un gisement en progression pour le bois construction. Ses qualités sont telles qu'on le considère comme le "chêne des résineux". Il peut être utilisé en bardage avec ou sans traitement s'il est purgé d'aubier (aubier toléré mais non exposé aux intempéries). Cependant, le douglas est une **catastrophe écologique majeure** : il n'a pas la même durabilité que le douglas du Jura, acidifie les sols de façon irrémédiable et sa production se fait en monoculture.

Mélèze

Le mélèze de Normandie est très concurrencé par le mélèze de Sibérie. **Ces deux essences ne sont pas semblables.** Le mélèze local est plus nerveux et dispose de cernes d'accroissements plus importants. Il présente également des petits nœuds et des poches de résines qui peuvent suinter. Cet inconvénient disparait grâce à un séchage artificiel préalable. Sous le climat normand, lorsqu'il est laissé brut, le mélèze évolue vers une couleur gris sombre.

Pin sylvestre

Le pin sylvestre et le pin maritime ont une durabilité naturelle moins importante que le douglas. Le pin sylvestre présente une disponibilité en bois d'œuvre importante dans la région et peut être utilisé dans presque toutes les situations.

Robinier (faux acacia)

De tous les bois que l'on trouve dans notre région, **le robinier est celui qui présente la meilleure durabilité naturelle mais il est particulièrement instable face à l'humidité**.

bardage en douglas, projet Paha (14)

Sources & crédits photos : Eco-Pertica

Pourquoi ce matériau ?

Le chanvre est un matériau **disponible localement**, renouvelable, recyclable et **compostable**.

La culture du chanvre est **propre** et **peu exigeante** : elle ne nécessite pas de traitement phytosanitaire lors de sa culture car le caractère étouffant de la plante ne laisse pas la possibilité aux adventices* de se développer. De plus, l'action de ses racines profondes et pivotantes lui donne le pouvoir d'**améliorer la structure du sol** et d'être **peu gourmande en eau**.

Comme toutes les fibres végétales, le chanvre est un matériau **peu énergivore** depuis sa production jusqu'à sa fin de vie dans le bâtiment. Il ne demande pas de cuisson ni d'extraction contrairement aux matériaux les plus courants, qui sont minéraux et fossiles. Il stocke plus de CO_2 qu'il n'en émet grâce au phénomène de **photosynthèse**.

On peut noter que la chènevotte a de meilleures caractériques mécaniques et qu'elle est plus poreuse que d'autres fibres (anas de lin, paille de blé), ce qui lui donne un avantage pour préparer les mélanges les plus légers possibles, ainsi que pour la performance thermique finale.

Le saviez-vous ?

Le chanvre n'est pas porteur
En effet, il nécessite une ossature bois.

Le chanvre craint le feu
Mais il n'est jamais utilisé seul en parement. peut être protégé par des enduits. Dans le mélange terre-chanvre, la terre enrobe la fibre, ce qui confère une bonne réaction au feu (classement au feu B-s1-d0 certifié COFRAC*). Généralement on le recouvre d'un enduit (à base de terre ou de chaux) qui renforce la résistance au feu.

La laine de chanvre se tasse avec le temps
Oui, comme tous les isolants sous forme de laine. C'est pourquoi il est nécessaire d'être particulièrement attentif à la mise en œuvre.

Le chanvre coûte cher
Oui, mais en s'adressant directement aux producteurs locaux, il est possible d'établir des prix justes en limitant les intermédiaires.

Découvrez
les acteurs Normands
du matériau chanvre sur :

www.arpenormandie.org

COÛT DU MATÉRIAU :
€ € € € €

La projection terre-chanvre/chaux-chanvre

Le terre-chanvre projeté est adapté pour l'isolation par l'intérieur ou par l'extérieur, ainsi que pour la réalisation de cloisons distributives.

Les performances thermiques sont 2 à 3 fois plus efficaces par rapport aux enduits correcteurs thermiques appliqués à la truelle. La projeteuse permet de travailler avec les terres locales, issues par exemple des fondations, ou d'un ancien plancher en torchis… Il n'y a pas d'épaisseur minimum et Eco-Pertica a déjà validé pour un chantier ce type de mise en œuvre sur une épaisseur de 32 cm.

Un des gros avantages de la projection mécanisée est que le séchage est beaucoup plus rapide car il y a moins d'eau incorporée au mélange.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Chaux-Chanvre = 10 à 13
Terre-chanvre = 3 à 4

Conductivité thermique (λ)
Chaux-chanvre = 0,056 à 0,09 W/(m.K)
Terre-chanvre = 0,07 à 0,09 W/(m.K)

Densité (p)
Chaux-chanvre = 250 à 800 kg/m3
Terre-chanvre = 250 à 700 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Chaux-chanvre = 1500 à 1700 J/(kg.K)

Classement au feu
Chaux-chanvre = B
Terre-chanvre = B-S1-DO

Le terre-chanvre : grand gagnant écologique

Par rapport au chaux-chanvre, le terre-chanvre divise par 5 son impact en CO^2. Plusieurs finitions sont possibles : le terre-chanvre projeté est adapté pour des rénovations du bâti ancien ou pour du bâti contemporain. En isolation par l'intérieur, le terre-chanvre permet de nombreuses finitions, un enduit en terre crue ou chaux-sable, des plaques de Fermacell* ou un lambris* en installant une ossature bois secondaire.

Pour aller plus loin :

Depuis 2011, Eco Pertica est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC), reconnue d'utilité sociale dans le département de l'Orne et spécialisée dans le chanvre. Elle a notamment développé une expertise dans la projection terre-chanvre et le soufflage de laine de chanvre.

Eco-Pertica
Vivre et construire écologique

Bilan environnemental

Chaux-chanvre	Terre-chanvre
Émissions de GES : 196 kg CO^2 eq/kg Énergie grise : 1166 MJ/m^3	Émissions de GES : -35 kg CO^2 eq/kg Énergie grise : 49 MJ/m^3

2) Les enduits chanvre correcteurs thermiques

Les enduits terre-chanvre/chaux-chanvre

Le mélange de chènevotte et de chaux/terre peut jouer le rôle de correcteur thermique sur un parement intérieur. Il corrige ainsi la sensation de paroi froide tout en permettant au mur de respirer. Le correcteur thermique se définit comme une faible épaisseur qui ne vaut pas réelle isolation mais améliore la température de paroi, la régulation hygrothermique, et joue un petit rôle d'isolation, soit au global un gain de confort thermique significatif.

Cette technique convient particulièrement à la rénovation mais également à la construction neuve car elle peut s'appliquer sur tout type de support, elle évite la stagnation d'humidité et combine à la fois un rôle thermique et esthétique. Une couche de 4 à 6 cm au minimum est nécessaire pour être correcteur thermique, à appliquer en plusieurs couches : gobetis*, corps d'enduits* et finition.

Un point de vigilance doit être apporté aux temps de séchages qui dépendra de l'exposition au soleil, de la température ambiante, de la ventilation et du taux d'humidité.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Chaux-Chanvre = 10 à 13
Terre-chanvre = 3 à 4

Conductivité thermique (λ)
Chaux-chanvre = 0,056 à 0,09 W/(m.K)
Terre-chanvre = 0,07 à 0,09 W/(m.K)

Densité (p)
Chaux-chanvre = 250 à 800 kg/m3
Terre-chanvre = 250 à 700 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Chaux-chanvre = 1500 à 1700 J/(kg.K)

Classement au feu
Chaux-chanvre = B
Terre-chanvre = B-S1-DO

La mise en œuvre

Plusieurs façons permettent de fixer les enduits au mur. **L'application à la truelle** est adaptée pour les petites surfaces et chantiers aux moyens réduits, mais la performance thermique est réduite et plus l'enduit est allégé (faible part de terre ou chaux), plus il peut être difficile de le faire adhérer au mur. **La projection** nécessite une logistique adaptée mais offre des performances significativement meilleures : 2 à 3 fois plus isolant pour la même épaisseur. **La technique du banchage**, plus simple, consiste à remplir un mur ou une cloison entre des planches de bois pour permettre au béton de se maintenir jusqu'à ce qu'il durcisse et se tienne seul. Après 12 à 24h d'attente, Il faut retirer les banches en les faisant glisser et non en les tirant vers l'arrière. Il reste préférable d'être au moins deux personnes pour réaliser ces travaux.

Pour aller plus loin :

Depuis 2011, Eco Pertica est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC), reconnue d'utilité sociale dans le département de l'Orne et spécialisée dans le chanvre. Elle a notamment développé une expertise dans la projection terre-chanvre et le soufflage de laine de chanvre.

Bilan environnemental

Chaux-chanvre	Terre-chanvre
Émissions de GES : 196 kg CO^2 eq/kg Énergie grise : 1166 MJ/m^3	Émissions de GES : -35 kg CO^2 eq/kg Énergie grise : 49 MJ/m^3

Eco-Pertica a développé une souffleuse facilitant la mise en œuvre de la laine de chanvre en vrac. Elle est disponible à la location et l'association peut accompagner la mise en œuvre.

Les avantages du soufflage de laine de chanvre

La laine livrée en ballot est décompactée : cela permet une meilleur homogénéité de l'isolation. La laine peut être posée à l'étage sans avoir à monter les ballots de laine : la souffleuse le fait pour vous.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Laine de chanvre en vrac (30 à 50 kg/m^3) = 1

Conductivité thermique (λ)
Laine de chanvre en vrac = 0,046 à 0,051 W/(m.K)

Densité (p)
Laine de chanvre en vrac = ~40 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Laine de chanvre en vrac = 1200 à 1700 J/(kg.K)

Classement au feu
Laine de chanvre en vrac = E

Accompagnement à la mise en œuvre

Eco-Pertica ont experimenté les deux solutions ci-dessous :

- La mise en relation avec un artisan local qui pourra vous proposer une prestation de soufflage de laine de chanvre clé en main (avec ou sans votre participation).

- Eco-Pertica intervient à vos côtés avec deux options :

– Assistance toute une journée pour vous former à l'utilisation de la machine (on parle de lancement de chantier).
– Assistance durant toute la durée du chantier.

Pour aller plus loin :

Depuis 2011, Eco Pertica est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif (SCIC), reconnue d'utilité sociale dans le département de l'Orne et spécialisée dans le chanvre. Elle a notamment développé une expertise dans la projection terre-chanvre et le soufflage de laine de chanvre.

Eco-Pertica
Vivre et construire écologique

Bilan environnemental

Émissions de GES : -7 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 15 MJ/m^3

4) La brique de chanvre-chaux

Présentation

Les briques de chanvre-chaux sont un mélange de chènevotte* et de chaux naturelle, malaxé, moulé et pressé à froid. Elles sèchent ensuite naturellement à l'air libre pendant plusieurs semaines.

Avantages :

- Le chaux-chanvre est facile à utiliser, sec et prêt à l'emploi
- Sans additif, ni adjuvant
- La culture de chanvre se fait sans produit phytosanitaire
- Compatible avec les variations hygrothermiques du bâtiment

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Brique chanvre-chaux (260 à 340 kg/m^3) = 1 à 5

Conductivité thermique (λ)
Brique chanvre-chaux = 0,063 à 0,071 W/(m.K)

Densité (p)
Brique chanvre-chaux = 300 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Brique chanvre-chaux = 1700 J/(kg.K)

Classement au feu
Brique chanvre-chaux = B

Utilisations :

- Réalisation de murs isolants non porteurs
- Isolation de bâtiments déjà existant par l'intérieur et/ou extérieur avec une recommandation particulière pour l'intérieur grâce à leur bonne isolation acoustique.

Pour aller plus loin :

L'entreprise Agrochanvre créée en 2008 dans la Manche possède deux axes principaux de développement : la plasturgie et l'éco-construction. Leur spécialité est la chènevotte, la chènevotte fibrée, la chènevotte fine, la laine de chanvre et les blocs de chaux-chanvre.

Bilan environnemental

Émissions de GES : 3 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 88 MJ/m^3

III - Le matériau liège

Sources & crédits photos : La Chaîne du liège & 6 pieds sur terre

Pourquoi ce matériau ?

Le liège **résiste très bien à la compression**. Il est **quasi imperméable** aux liquides et aux gaz. Il est résistant aux parasites et **imputrescible***.

Essentiellement produit au Portugal, le **liège noir** est broyé en granulés, puis chauffé pour **l'expanser.** Les granulés s'agglomèrent avec leur **résine naturelle** pour former des panneaux. Le vrac provient souvent des résiduts de fabrication.

Le **liège blanc** est lui issu du **recyclage** de bouchons auxquels il faut ajouter un liant.

Le vrac peut servir à alléger des bétons ou enduits (chaux, terre, plâtre).

Certains panneaux sont utilisés comme supports d'enduits.

Le saviez-vous ?

Le liège n'est pas produit localement

En effet, le liège provient essentiellement du Portugal. Cependant, 90% de la production de liège est destiné aux bouchons qui peuvent être récupérés auprès des restaurateurs, bars, caves et associations le collectant en Normandie.

Le liège coûte cher

Oui, sauf dans le cas d'une récupération collective. C'est le seul isolant d'origine renouvelable qui n'est pas, ou très peu, touché par les remontées capillaires.

Le liège est un matériau rare

Oui, mais il est renouvelable. Pour cette raison, il est fortement conseillé de le réserver aux seuls emplois où les autres isolants biosourcés ne peuvent convenir, c'est-à-dire au contact récurrent d'humidité, par exemple :

- Isolation en dalle ou sous dalle.
- Isolation en pied de mur connu ou susceptible de connaître des remontées capillaires importantes.
- Bande périphérique sous l'isolant principal, par exemple sous une botte de paille dans l'épaisseur de la lisse basse d'une ossature bois.

Découvrez
les acteurs Normands
du matériau liège sur :

www.arpenormandie.org

COÛT DU MATÉRIAU :

€ € € € €

Choix du mélange

Le béton allégé à base de liège a pour utilisation principale de réaliser une dalle ayant pour qualité une isolation thermique et phonique. Un des avantages non négligeable à utiliser le liège est que sa faible densité* permet de réaliser des dalles légères, principalement pour la réhabilitation d'un espace dans un grenier ou au sol. Réaliser une dalle isolante permet de réduire fortement les ponts thermiques* au niveau des soubassements. Dans le cas d'une finition carrelage/tomettes, le sol est plus chaud donc le confort thermique est bien meilleur.

Le dosage donné par la plupart des fabricants, formulent le liège de granulométrie 4/8 mm. Le liège a le rôle des graviers d'un béton classique. Le sable est préconisé par les fournisseurs de chaux et de liège en vrac, car il renforce la résistance mécanique de la dalle. Lorsque les dalles sont soumises à des contraintes réduites dans l'habitat individuel, certains artisans proposent des mélanges sans sable pour améliorer la performance thermique.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Liège expansé en vrac (60 à 100 kg/m³) = 1 à 5

Conductivité thermique (λ)
Liège expansé en vrac = 0,040 à 0,043 W/(m.K)
Chaux-liège = 0,16 à 0,33 W/(m.K)

Densité (p)
Liège expansé en vrac = 70 kg/m3 pour 250 litres
Chaux-liège = 580 à 920 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Liège expansé en vrac = 1700 à 2000 J/(kg.K)

Classement au feu
Liège expansé en vrac = E

Mise en œuvre

Pour un bon mélange homogène de votre béton, utilisez une bétonnière.

Le dosage retenu par Monique Cerro, spécialiste du chaux-liège, est le suivant : un mélange constitué d'1/3 de chaux NHL 5, 1/3 de sable 0/5 mm et 1/3 de liège en vrac. Il a été testé sur plus de 250 dalles.

Pour aller plus loin :

Une équipe de bénévoles à Tôtes et Imbleville (76) se mobilise pour récupérer les bouchons de liège, afin de les valoriser en granulat de liège recyclé destiné à l'isolation des combles et des planchers.

La chaîne du Liège

Bilan environnemental

Émissions de GES : -22 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 29 MJ/m³

IV - Le matériau lin

Sources & crédits photos : comptoir des bois, vegetal-e, AGPL

Pourquoi ce matériau ?

Utilisé depuis des milliers d'années dans la création de textiles, et avec **56% de la production mondiale**, la France est de loin le plus gros pays producteur de lin.

La Normandie est la première région française pour la culture du lin, dont la qualité des fibres est reconnue dans le monde entier. C'est en Seine-Maritime, dans l'Eure et dans le Calvados, que cette culture est principalement basée. Ces départements disposent de **terres riches** (présence abondante de limons des plateaux, dans l'Eure), propices aux grandes cultures. La plante y est transformée par plusieurs **coopératives de teillage***.

Dans le bâtiment, on retrouve son utilisation en tant que matériaux d'isolation, sous forme plus ou moins transformée (panneaux et rouleaux de laine de lin, laine et paillettes de lin en vrac).

Le saviez-vous ?

Le lin est putrescible*
Oui, mais résilient* en cas d'humidité accidentelle.

Les panneaux possèdent des additifs synthétiques
Oui, ce qui réduit le caractère écologique du produit.

Il y a un risque de tassement pour les rouleaux
Oui, mais c'est une contrainte inhérente à toutes les laines. Il faut être vigilant lors de la mise en œuvre et être attentif à la densité du produit. Plus il est dense, plus il sera stable et apportera de l'inertie mais plus son coefficient de performance d'isolation sera réduit.

Découvrez
les acteurs Normands
du matériau lin sur :

www.arpenormandie.org

COÛT DU MATÉRIAU :
€ € € € €

Les enduits terre-lin/chaux-lin

Le mélange d'anas* de lin et de chaux/terre peut jouer le rôle de correcteur thermique sur une façade intérieure. Il corrige ainsi la sensation de paroi froide tout en permettant au mur de respirer.

Cette technique convient particulièrement à la rénovation mais également à la construction neuve car elle peut s'appliquer sur tout type de support. Une couche de 4 à 6 cm au minimum est nécessaire pour être correcteur thermique, à appliquer en plusieurs couches : gobetis, corps d'enduits et finition.

Un point de vigilance doit être apporté aux temps de séchages qui dépendra de l'exposition au soleil, de la température ambiante, de la ventilation et du taux d'humidité.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Anas de lin = 1 à 2

Conductivité thermique (λ)
Anas de lin = 0,065 W/(m.K)

Densité (p)
Anas de lin = 100 kg/m^3

Capacité thermique massive (c)
Anas de lin = 1500 J/(kg.K)

Classement au feu
Anas de lin = E

**données indisponibles pour terre-lin et chaux-lin*

La mise en œuvre

Plusieurs façons permettent de fixer les enduits au mur. À la truelle, l'enduit ne sera pas simple à faire tenir du fait de sa forte composition en fibre et nécessitera un artisan expérimenté.

La technique du banchage, plus simple et plus efficace thermiquement, consiste à remplir un mur ou une cloison entre des planches de bois pour permettre au mélange de se maintenir jusqu'à ce qu'il durcisse et se tienne seul. Il faut généralement attendre entre 12 et 24 heures pour retirer les banches en les faisant glisser et non en les tirant vers l'arrière. Il reste préférable d'être au moins deux personnes pour réaliser ces travaux.

Pour aller plus loin :

L'Association Générale des Producteurs de Lin (AGPL) vise à représenter et défendre les liniculteurs français, dans un but de pérennisation de la culture du lin. Elle participe aux négociations économiques pour assurer de bonnes conditions pour les liniculteurs et promeut le lin au grand public.

Bilan environnemental

Émissions de GES : 2 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 59 MJ/m^3

V - Le matériau ouate de cellulose

Sources & crédits photos : Aviso76, Logis Nature, Eco Bâti

Pourquoi ce matériau ?

La ouate de cellulose est arrivée en Europe au début des années 1990 et est connue au Canada et aux États-Unis depuis 1930. La grande réussite de ce produit tient dans sa composition, **issue du papier recyclé**, à laquelle sont incorporés différents adjuvants naturels comme le sel de bore*, qui rend les produits plus résistants au feu (**classe M1 : non inflammable**), fongicide et repoussant les insectes.

Par sa fabrication, la ouate de cellulose est un isolant écologique*, nécessitant **peu d'énergie** et générant **qu'une faible pollution** lors de sa fabrication : 6 kWh/m3 d'énergie utilisée contre 280kWh/m3 pour la laine de verre et jusqu'à 850 kWh/m3 pour les mousses de synthèse. De plus, la ouate est **recyclable** en fin de vie et non irritant.

Avec près de 80 ans d'expérience dans les chantiers outre-Atlantique et en Allemagne depuis 20 ans, ce produit garanti une isolation avec **une très bonne tenue dans le temps**, sans dégradation, contrairement aux laines minérales.

Le saviez-vous ?

La mise en œuvre nécessite une machine spécifique

Oui, sauf pour l'application en panneaux, il est nécessaire de faire appel à un professionnel.

Il y a un risque de tassement de l'isolant

Oui, mais uniquement pour le soufflage si la densité de pose n'est pas respectée. L'épaisseur au soufflage doit tenir compte du tassement pour obtenir l'épaisseur voulue après tassement, indiqué dans la fiche produit et le certificat ACERMI.

Le temps de séchage est très long

Oui, dans le cas de la projection humide qui nécessite 1 à 3 mois de séchage (selon l'épaisseur et les conditions ambiantes) avant de pouvoir poser le parement.

Découvrez
les acteurs Normands
du matériau ouate sur :

www.arpenormandie.org

COÛT DU MATÉRIAU :

€ € € € €

1) La ouate de cellulose soufflée en comble perdu

Domaine d'emploi

Les combles et la toiture sont une des plus grande sources de déperdition d'énergie dans une maison, allant jusqu'à 30% des déperditions d'énergie. Isoler ou refaire bien l'isolation de ses combles perdus, est l'opération la plus économique pour faire des économies d'énergie. Attention cependant à le faire avec la bonne technique !

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Vrac soufflé (23 à 45 kg/m³) = 1 à 2

Conductivité thermique (λ)
Vrac soufflé = 0,036 à 0,041 W/(m.K)

Densité (p)
Vrac soufflée = 23 à 45 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Vrac soufflé = 1600 à 2100 J/(kg.K)

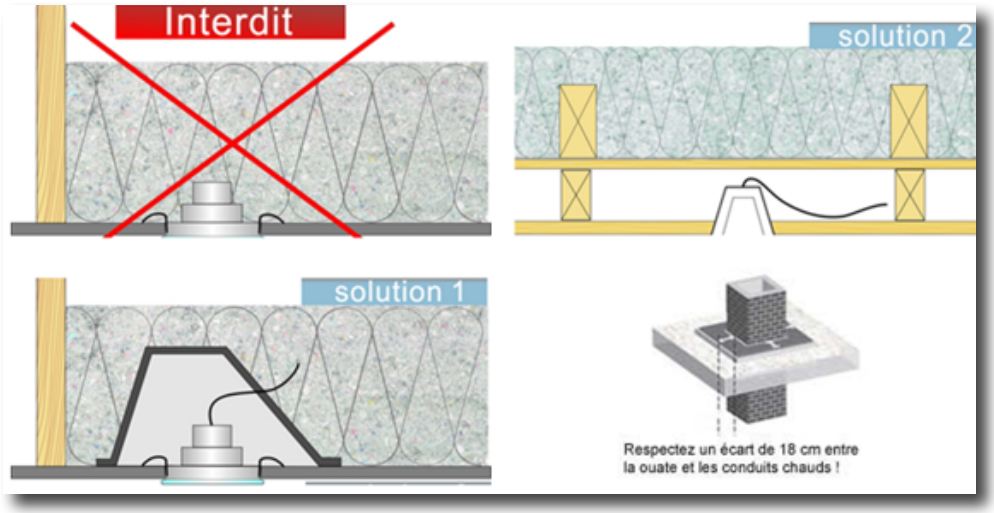
Classement au feu
Vrac soufflé = A2

Mise en œuvre

Nettoyer complètement le comble et le vider en ouvrant un trou dans la couverture (cela évite de salir la maison et simplifie l'accès aux travaux). Dérouler un frein vapeur* (notamment dans le cas d'un chantier traitant globalement l'étanchéité à l'air du bâtiment) et prenez bien soin à le raccorder aux autres freins vapeurs et à créer une trappe avec des raccordements étanches.

Créer un cadre rigide pour accueillir la trappe en faisant attention à la continuité de l'isolant entre les murs et la toiture pour éviter les ponts thermiques. Créer une lame de ventilation* entre la couverture et la zone de soufflage de ouate par la fixation d'un film (pare pluie*, canisse*, ...) cela évitera la condensation* dans la ouate.

Autour des conduits de cheminée, prévoir un isolant ignifugé sur un rayon de 18cm autour de l'axe de l'âtre (attention, si des cables électriques et antennes sont dans les combles les identifier par un moyen visible). Protéger les luminaires de plafond par des cloches permettant de changer la lumière, mais surtout évitant une surchauffe électrique et un départ d'incendie.



Exemple de mise en œuvre de ouate de cellulose avec luminaire

Bilan environnemental

Émissions de GES : -6 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 13 MJ/m³

2) La ouate de cellulose insufflée

Domaine d'emploi

L'insufflation est utilisée pour l'isolation des murs, des cloisons ou des planchers intermédiaires. C'est une excellente isolation, sa capacité thermique élevée permet d'accroître l'inertie thermique et d'améliorer le confort d'été en limitant la surchauffe en journée.

Mise en œuvre

Pour permettre une insufflation homogène, des caissons fermés sont créés avec un frein vapeur coté intérieur et une membrane ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau à l'extérieur. Les caissons sont percés en partie haute, afin de permettre le passage du tuyau d'insufflation. Le remplissage s'effectue de bas en haut en respectant la densité. Après l'obtention d'une bonne homogénéité et d'une densité complète du caisson, on le referme.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Vrac insufflé (40 à 65 kg/m³) = 1 à 2

Conductivité thermique (λ)
Vrac insufflé = 0,040 à 0,044 W/(m.K)

Densité (p)
Vrac insufflé = 40 à 65 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Vrac insufflé = 2000 à 2100 J/(kg.K)

Classement au feu
Vrac insufflé = A2

Aviso76 pratiquant la ouate de cellulose insufflée

Bilan environnemental

Émissions de GES : -10 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 2 MJ/m³

VI - Le matériau paille

Sources & crédits photos : RFCP & Technique de construction paille, éditions Eyrolles

Pourquoi ce matériau ?

La paille est un matériau largement disponible :
10% de la paille de blé produite annuellement en France suffirait pour isoler tous les nouveaux bâtiments construits chaque année.

La paille est une ressource locale :
90 % des approvisionnements viennent de moins de 50km du site de construction ou de fabrication.

La paille est un matériau sain :
Les composés chimiques recherchés **n'ont pu être détectés** tant leur valeur est faible.

La paille est un matériau durable :
La maison «Feuillette» construite en **1920** à Montargis (45 200) est le symbole de la pérennité de la construction paille.

La filière de production de bottes de paille de dimensions adaptées pour le bâtiment est en plein développement, par exemple avec **Accort-Paille Normandie** basé dans la région du Cingal. D'une manière générale, il est important de rencontrer au plus tôt un fournisseur pour voir la qualité des bottes et réserver une part de la prochaine récolte.

La mise en oeuvre de bottes de paille demande de la main d'oeuvre et se transmet facilement, pour cette raison elle se prête bien à l'auto-construction accompagnée par un professionnel, ainsi qu'aux chantiers participatifs.

Le saviez-vous ?

Les rongeurs font-ils des dégâts dans un mur isolé en paille ?
Non, la paille est la tige de la céréale dont l'enveloppe de silice ne présente aucun intérêt alimentaire pour eux.

La paille est-elle plus inflammable qu'un autre isolant ?
Non, car pour qu'un corps brûle, il faut de l'oxygène. La paille étant compressée à haute densité, les bottes ne se consument que très lentement.

La paille craint-elle l'humidité ?
Non, Comme les autres fibres végétales, la paille doit être protégée d'une humidité importante ou récurrente. Mais elle supporte très bien une humidité accidentelle et l'évacue grâce à sa perspirance*.

Les insectes apprécient-ils la paille ?
Non, essentiellement composée de silice, les qualités nutritives de la paille sont insuffisantes pour permettre leur survie.

Vous connaissez un bâtiment paille ? Participez au recensement du RFCP sur www.rfcp.fr

Découvrez
les acteurs Normands
du matériau paille sur :

www.arpenormandie.org

COÛT DU MATÉRIAU :
€ € € € €

Le remplissage dans une ossature bois

Cette technique consiste à remplir une ossature bois avec des bottes de paille. Elle est prédominante chez les entreprises artisanales et les autoconstructeurs. La première maison construite selon cette technique date de 1920 et accueille aujourd'hui le Centre National de la Construction Paille - Émile Feuillette. Le panneau de contreventement* doit être ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau.

La botte de paille est ici l'isolant. Il existe plusieurs types de murs à ossature isolée en paille, selon la mise en œuvre choisie et le type de finition souhaités. L'ossature bois permet en effet de réaliser des finitions en bardage bois, en plaques de plâtre, gypse, ou en enduit.

Il est important de concevoir le bâtiment et l'ossature en fonction des dimensions des bottes afin de minimiser le nombre d'opérations de re-bottelage. Par exemple placer la hauteur d'allège sous fenêtre pour que cela corresponde à deux hauteurs de bottes posées à chant (2x47 = 94 cm).

1 OSSATURE BOIS
2 BOTTES DE PAILLE
3 PANNEAU DE CONTREVENTEMENT
4 PARE-PLUIE
5 BARDAGE

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
1 à 2

Conductivité thermique (λ)
à chant avec 37cm d'épaisseur = 0,048-52 W/(m.K)
à plat avec 47cm d'épaisseur = 0,08 W/(m.K)

Résistance thermique (R)
à chant avec 37cm d'épaisseur > 7,1 m². K/W
à plat avec 47cm d'épaisseur > 5,8 m². K/W

Densité (p)
80 à 120 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
1400 à 2000 J/(kg.K)

Classement au feu
B1 - S1 - DO
(paille enduite à la chaux)

Pour aller plus loin :

L'ouvrage intitulé : «Règles professionnelles de construction paille», du Réseau Français de la Construction Paille, le R.F.C.P., est un recueil des bonnes pratiques pour une isolation durable et un support d'enduit résistant.

Bilan environnemental

Émissions de GES : -14 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 0,22 MJ/m^3

2) Les caissons isolés en paille

La préfabrication en atelier

La technique consiste à pré-fabriquer en atelier des caissons isolés et équipés. Le bâtiment peut ensuite être élevé très rapidement, en quelques jours pour une habitation, en quelques semaines pour les grands bâtiments. Ces caissons sont porteurs ou sont fixés sur une structure bois, béton ou métal, selon la technique du mur rideau.

L'avantage de cette technique est que la construction des murs se fait à l'abri dans un atelier. Une fois réalisées, les façades sont transportées par camion sur le chantier et assemblées sur place dans des conditions atmosphériques favorables. Toutefois, cette méthode tend à consommer plus de bois qu'une ossature classique (les montants prenant toute la largeur).

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
1 à 2

Conductivité thermique (λ)
à chant avec 37cm d'épaisseur = 0,048-52 W/(m.K)
à plat avec 47cm d'épaisseur = 0,08 W/(m.K)

Résistance thermique (R)
à chant avec 37cm d'épaisseur > 7,1 m². K/W
à plat avec 47cm d'épaisseur > 5,8 m². K/W

Densité (p)
80 à 120 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
1400 à 2000 J/(kg.K)

Classement au feu
B1 - S1 - DO
(paille enduite à la chaux)

Pour aller plus loin :

L'ouvrage intitulé : «Règles professionnelles de construction paille», du Réseau Français de la Construction Paille, le R.F.C.P., est un recueil des bonnes pratiques pour une isolation durable et un support d'enduit résistant.

Bilan environnemental

Émissions de GES : -14 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 0,22 MJ/m^3

3) L'isolation thermique par l'extérieur en paille

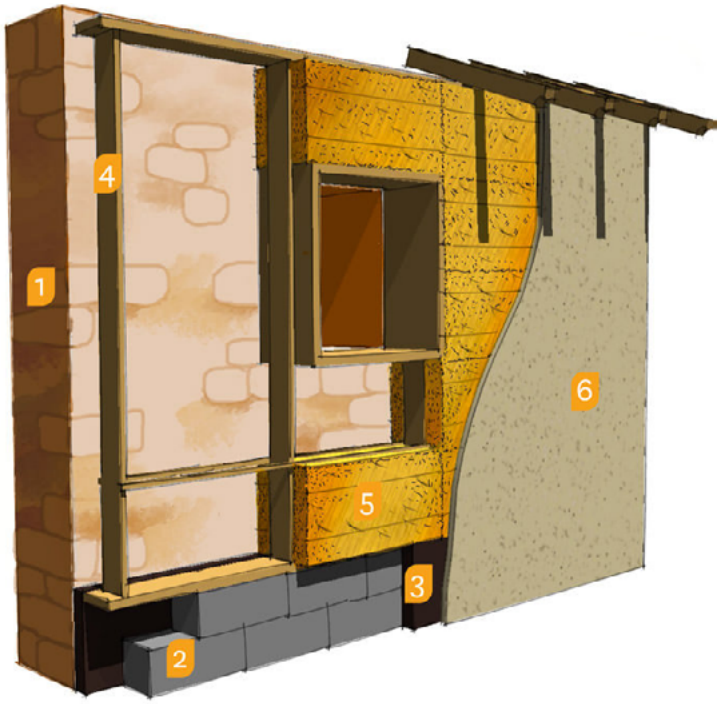
Domaine d'emploi

L'ITE permet d'isoler, à posteriori, un bâtiment déjà construit. Les bottes de paille sont fixées au mur existant ou sont insérées dans une ossature secondaire elle-même fixée au mur existant. L'attention doit être portée à la continuité de la capillarité entre le mur et la paille. Le parement extérieur doit également être ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau.

La principale difficulté de l'ITE paille est liée à l'épaisseur de la botte de paille qui rend cette technique peu adaptée aux façades avec beaucoup d'ouvertures.

Certains propriétaires, conscients des enjeux, de leur propre initiative, participent et appliquent sur leur propre habitat ces pratiques novatrices et vertueuses.

Le développement de la filière bottes de paille pour la construction devrait permettre l'apparition de bottes d'épaisseur adaptée à l'isolation de murs existants.



1 MUR EXISTANT
2 SOUBASSEMENT
3 ISOLATION COMPLÉMENTAIRE
4 OSSATURE EN BOIS
5 BOTTES DE PAILLE
6 PAREMENT EXTÉRIEUR

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
1 à 2

Conductivité thermique (λ)
à chant avec 37cm d'épaisseur = 0,048-52 W/(m.K)
à plat avec 47cm d'épaisseur = 0,08 W/(m.K)

Résistance thermique (R)
à chant avec 37cm d'épaisseur > 7,1 m². K/W
à plat avec 47cm d'épaisseur > 5,8 m². K/W

Densité (p)
80 à 120 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
1400 à 2000 J/(kg.K)

Classement au feu
B1 - S1 - DO
(paille enduite à la chaux)

Pour aller plus loin :

L'ouvrage intitulé : «Règles professionnelles de construction paille», du Réseau Français de la Construction Paille, le R.F.C.P., est un recueil des bonnes pratiques pour une isolation durable et un support d'enduit résistant.

Bilan environnemental

Émissions de GES : -14 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 0,22 MJ/m^3

4) La structure en paille porteuse

La technique «Nebraska»/paille porteuse

La botte de paille a ici un rôle structurel en plus d'être un isolant thermique. Il n'y a pas d'ossature bois, ce sont les bottes de paille qui portent la charpente. Cette technique a été inventée suite à l'apparition de la botteleuse aux USA en 1886. Elle est aussi appelée «Nebraska» de par son origine géographique.

Les bottes sont empilées les unes sur les autres, en quinconce, à plat, comme pour un mur en brique ; ensuite, elles sont compressées entre la lisse* haute et la lisse basse, avant de supporter le poids du toit. Ce sont les murs en paille qui sont porteurs dans cette technique.

Cette technique est encore répandue en Angleterre et tend à prendre de l'importance avec le développement de la grosse botte de paille (120cm de long). Des acteurs de la construction paille travaillent actuellement en France pour développer cette technique. Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) a créé un atelier paille porteuse, afin de recenser les habitations existantes et de travailler sur cette technique.

1 LISSE BASSE
2 MONTANT
3 PRÉCADRE DE MENUISERIE
4 BOTTES DE PAILLE
5 LISSE HAUTE
6 GROSSE SANGLE DE COMPRESSION
7 PAREMENT EXTÉRIEUR

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
1 à 2

Conductivité thermique (λ)
à chant avec 37cm d'épaisseur = 0,048-52 W/(m.K)
à plat avec 47cm d'épaisseur = 0,08 W/(m.K)

Résistance thermique (R)
à chant avec 37cm d'épaisseur > 7,1 m². K/W
à plat avec 47cm d'épaisseur > 5,8 m². K/W

Densité (p)
80 à 120 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
1400 à 2000 J/(kg.K)

Classement au feu
B1 - S1 - DO
(paille enduite à la chaux)

Pour aller plus loin :

L'ouvrage intitulé : «Règles professionnelles de construction paille», du Réseau Français de la Construction Paille, le R.F.C.P., est un recueil des bonnes pratiques pour une isolation durable et un support d'enduit résistant.

Bilan environnemental

Émissions de GES : -14 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 0,22 MJ/m^3

Le GREB

Le Groupe de Recherches Écologique de la Batture (GREB) est un projet d'éco-hameau agricole situé au Canada, qui a mis au point une technique de construction de maison en bottes de paille. Cette technique est mise en valeur en France par l'association Approche-Paille.

Dans l'ouvrage de V. Brossamain et J.-B. Thévard, *Construire son habitation en paille*, paru aux éditions Brossamain, on peut lire : « Cette technique associe plusieurs procédés. Elle consiste à construire une double ossature légère en bois, fixée sur des fondations pour y installer des ballots de paille protégés d'un mortier léger coulé. L'originalité réside dans la mise en œuvre aisée pour les autoconstructeurs grâce, entre autres, à l'utilisation de coffrages de petites dimensions.».

La technique GREB est très économique et accessible techniquement aux auto-constructeurs. Elle valorise du bois de petite section pour l'ossature, sans assemblages complexes. L'insertion des bottes de paille est très simple. En revanche, le coulage du mortier par banchage demande du temps. De plus, cette technique n'est pas très adaptée aux parements en enduits car les montants d'ossature sont à fleur du mortier, ce qui va faire fissurer l'enduit. Il est possible de maroufler une trame dans l'enduit au niveau des montants (toile de jute, toile de verre...) pour limiter ce risque, mais cela demande beaucoup de main d'oeuvre. Les montants apparents facilitent la fixation d'un bardage extérieur et de supports intérieurs.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
1 à 2

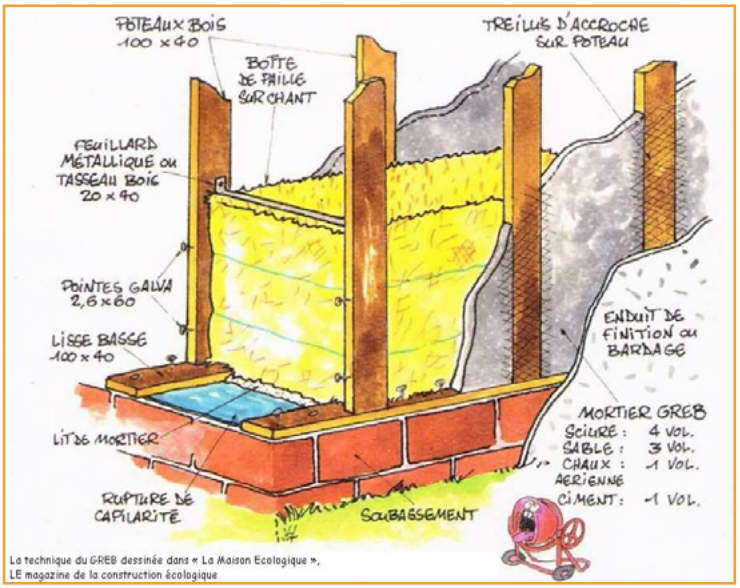
Conductivité thermique (λ)
à chant avec 37cm d'épaisseur = 0,048-52 W/(m.K)
à plat avec 47cm d'épaisseur = 0,08 W/(m.K)

Résistance thermique (R)
à chant avec 37cm d'épaisseur > 7,1 m². K/W
à plat avec 47cm d'épaisseur > 5,8 m². K/W

Densité (p)
80 à 120 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
1400 à 2000 J/(kg.K)

Classement au feu
B1 - S1 - DO
(paille enduite à la chaux)



Pour aller plus loin :

L'ouvrage intitulé : «Règles professionnelles de construction paille», du Réseau Français de la Construction Paille, le R.F.C.P., est un recueil des bonnes pratiques pour une isolation durable et un support d'enduit résistant.

Bilan environnemental

Émissions de GES : -14 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 0,22 MJ/m^3

6) La cellule sous tension paille

La cellule sous tension (CST)

La technique Cellule Sous Tension (CST) est clairement expliquée dans l'ouvrage de Tom Rijven, *Entre paille et terre*, paru aux éditions Goutte de sable : «On pose dans une ossature bois une botte de paille qui est 5 cm plus longue que la distance entre les deux montants, on crée ainsi une compression supplémentaire. En coupant la ficelle des bottes, on libère en plus la tension horizontale et verticale, confèrant à la botte sa capacité porteuse et contreventante.».

Cette technique ne nécessite donc qu'une légère ossature bois, intégrée entre les bottes de paille.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
1 à 2

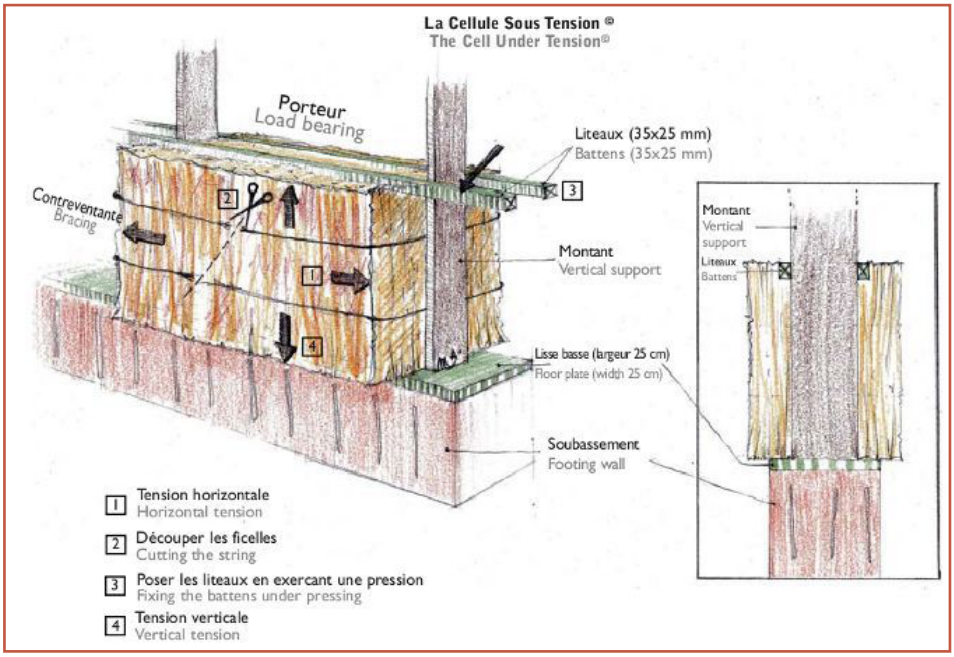
Conductivité thermique (λ)
à chant avec 37cm d'épaisseur = 0,048-52 W/(m.K)
à plat avec 47cm d'épaisseur = 0,08 W/(m.K)

Résistance thermique (R)
à chant avec 37cm d'épaisseur > 7,1 m². K/W
à plat avec 47cm d'épaisseur > 5,8 m². K/W

Densité (p)
80 à 120 kg/m3

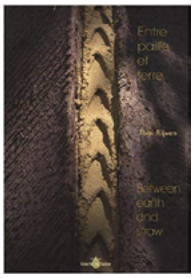
Capacité thermique massive (c)
1400 à 2000 J/(kg.K)

Classement au feu
B1 - S1 - do
(paille enduite à la chaux)



Pour aller plus loin :

L'ouvrage intitulé : «Entre paille et terre», de Tom Rijven, regroupe des expériences alliant technique Nebraska, ossature bois et enduits terre. La CST y est expliquée plus en profondeur.



Bilan environnemental

Émissions de GES : -14 kg CO^2 eq/kg
Énergie grise : 0,22 MJ/m^3

VII - Le matériau terre

Source & crédits photos : Guide des bonnes pratiques de la construction terre crue 2018, formation en éco-construction du GRETA de la Manche

Pourquoi ce matériau ?

La terre argileuse* est **disponible localement** : sur son propre chantier, dans les carrières ou encore sur les chantiers conventionnels aux alentours, car elle est souvent considérée comme un «déchet».

La terre est un matériau à **faible coût, voir nul,** du fait des provenances énumérées ci-dessus.

La terre est bénéfique à l'habitat humain. Elle présente une **forte inertie**, c'est-à-dire qu'elle atténue les changements de température extérieurs pour un meilleur confort intérieur. De plus, elle amortit les ondes sonores.

La terre est dotée d'une **bonne régulation hygrothermique*** : la bauge, par exemple, peut absorber environ **3%** de son poids en eau.

Les constructions en terre crue constituent une vraie originalité de la Normandie… Grâce à un sol riche en terre argileuse et limoneuse, notre région concentre d'ailleurs la plus grande quantité d'édifices en bauge recensés en France. Sur le territoire du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin, on dénombre plus de 10 000 constructions en terre crue, auxquelles nous pouvons ajouter tous les bâtiments du Pays d'Auge, du Mortainais, ainsi que les bâtiments en torchis qui l'utilisent en remplissage des colombages.

Le saviez-vous ?

La terre nécessite une main d'œuvre importante

Oui, mais les chantiers participatifs ou l'emprunt d'outils mécanisés permettent de gagner du temps de façon significative.

La terre n'est pas isolante

Non, même si elle a de grande qualités de régulation hygrothermique. En l'intégrant une dose importante de fibres comme dans un mélange de terre allégée il est possible de compenser ce manque.

La terre craint l'humidité

Oui, mais comme tous les matériaux utilisés pour les murs, il est nécessaire de construire un soubassement* pour éviter les remontées capillaires*. La terre doit également être protégée des intempéries, notamment sur les parois les plus exposées : débord de toit, enduit, bardage ou essentage... Un enduit terre en extérieur pourra être renforcé par différents adjuvants naturels, comme l'huile de lin.

**Nous ne parlons pas de la terre végétale, employée pour les cultures, mais de la terre dite «argileuse» disponible généralement sous la couche de terre végétale. Elle se compose d'argiles, de limons, de sables et graviers, en proportions très variables selon les sites. Sa couleur aussi varie énormément, du blanc au noir en passant par de belles teintes jaunes et rouges, selon les composants naturels qui s'y trouvent.*

Découvrez
les acteurs Normands
du matériau terre sur :

www.arpenormandie.org

COÛT DU MATÉRIAU :

€ € € € €

Domaine d'emploi

Elle est adaptée pour le montage de murs massifs monolithiques *porteurs, de murets, ou de piliers. Les murs sont souvent épais, voir très épais. On peut également s'en servir pour colmater des trous et réparer des dégâts dans des murs en terre crue, ou encore la mouler pour réaliser des briques de terre crue (technique de l'adobe). Dans l'idéal, la granulométrie du mélange et la proportion de paille est dosée, mais la mise en œuvre traditionnelle utilise très largement la terre du site de construction, la paille locale, et des dosages empiriques*.

La terre idéale pour la bauge est assez équilibrée entre argile (pour la performance mécanique), limons et sables (pour la cohésion), pour cette raison elle n'est traditionnellement pas présente dans les régions à terres très fines (pas de sables).

Cependant, des essais de mélanges et des adaptations sur chantier peuvent permettre d'employer pratiquement toutes les terres.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Bauge = 4 à 10

Conductivité thermique (λ)
Bauge = 0,4 à 0,6 W/(m.K)

Densité (ρ)
Bauge = 1400 à 1800 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Bauge = 1000 à 1500 J/(kg.K)

Classement au feu
A1

Mise en œuvre

Traditionnellement, la terre et la paille sont dosées en pourcentage, puis le mélange est réalisé par foulage au pied et retourné à la fourche ou à la pelle. La bonne quantité d'eau est ajoutée au fur et à mesure pour faciliter le mélange sans dépasser l'état plastique de la terre. La bauge ainsi obtenue est appliquée à la fourche par mottes croisées sur le mur, en levées de 50 cm à 1,20m en fonction de la qualité de la terre, du mélange et de l'application.

On peut également utiliser des banches, que l'on remplira et que l'on tassera de manière similaire au pisé (couche après couche). Puis, la levée mise en œuvre est compactée en la frappant sur l'ensemble de la surface avec un bâton. Enfin, le surplus de bauge est recoupé sur les cotés de la levée afin d'obtenir un mur plan et d'aplomb*.

Le mélange peut être mécanisé en utilisant un malaxeur. On peut également le réaliser directement à la pelleteuse : on malaxera en utilisant le godet et en roulant sur le mélange, puis l'application peut être effectuée directement au godet sur le mur. La suite du processus (resserrage et découpage) est effectuée suivant la méthode traditionnelle.

Le projet CobBauge :

Le projet CobBauge a pour objectif premier de créer un matériau de construction économique, isolant, à faible impact environnemental et permettant de réduire le volume de déchets mis en décharge par l'utilisation des sols déjà en place pour la réalisation des édifices. L'autre enjeu principal de ce projet est de développer le marché de la bauge en répondant à une demande des utilisateurs et en élargissant le réseau de constructeurs en capacité de réaliser une construction en bauge.

CobBauge

Bilan environnemental

Dépendant du transport, du mode d'extraction et de la technique de pose.

2) Le torchis

Domaine d'emploi

Le torchis est un matériau et une technique de remplissage des ossatures en bois. Il s'insère à l'intérieur ou en surface des structures. On peut réaliser des parois verticales ou horizontales , des rampants, des cloisons et des chapes sur solivage.

L'épaisseur du torchis peut mesurer de 4 cm à 20 cm environ en fonction de l'épaisseur de l'ossature à remplir. Il peut servir de support d'accroche à un enduit. Le torchis laisse apparent le pan de bois ou non. L'étanchéité à l'air est bien meilleure si la pan de bois est caché. Ce qui est le cas à l'intérieur des habitations.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Torchis = 3 à 12

Conductivité thermique (λ)
Torchis = 0,15 à 0,8 W/(m.K)

Densité (p)
Torchis = 600 à 1800 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Torchis = 830 à 1600 J/(kg.K)

Classement au feu
A1

Mise en œuvre

Traditionnellement, le mélange de terre et de fibres constituant le torchis se prépare manuellement. Il est foulé au pied et retourné à la pelle ou à la fourche. On peut également utiliser un malaxeur ou une bétonnière.

L'application consiste à tresser un mélange de terre et de fibres végétales (notamment paille, foin) sur une armature d'accroche qui peut être constituée par différents systèmes :

• Un clayonnage, constitué de lattes souples verticales et horizontales entrelacées.

• Des éclisses, qui sont de petites lattes de bois coincées en quinconce entre les colombes, dans des rainures aménagées à cet effet.

• Un lattis simple horizontal ou vertical, qui est inséré dans la structure principale. On trouve aussi le terme de « gaulettes » dans le cas de lattis vertical plus massif mais à l'espacement plus lâche.

En fonction de l'armature, le torchis peut être posé à cheval sur le lattis, plaqué contre le mur, tressé entre les éclisses, etc. Le temps de séchage est largement dépendant des conditions météorologiques. Il peut occasionner un retrait plus ou moins important entre le torchis et les colombes, engendrant des défauts d'étanchéité à l'air.

On peut laisser le torchis brut, surtout dans le cas d'un débord de toit important, mais on peut également lui appliquer une finition pour le protéger. On peut l'enduire en appliquant un enduit de terre ou de chaux, ou même un simple badigeon de chaux. On peut également le recouvrir : bardeaux, lames de bardage, tuiles, etc.

Pour aller plus loin :

Les guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue sont des documents normatifs. Ils constituent une référence pour l'ensemble des professionnels concernés directement ou indirectement par le bâtiment. Ce sont des textes consensuels issus d'un processus collectif qui a réuni les différents métiers en rapport avec la construction terre crue.

Bilan environnemental

Dépendant du transport, du mode d'extraction et de la technique de pose.

Domaine d'emploi

La terre allégée est une technique inventée en Allemagne après la Première Guerre mondiale à partir des procédés techniques du pisé (terre banchée et tassée) et du torchis (mélange terre fibres en remplissage non porteur). C'est une technique d'isolation thermique et phonique non porteuse. Elle s'est répandue dans les pays européens et aux États-Unis dans les années 80 parce qu'elle répond aux exigences de performance thermique du bâti. Elle a donné naissance à de nombreuses variantes de mélanges de terre et de granulats végétaux ou minéraux.

Ce mélange peut être utilisé dans des constructions neuves en banchage entre ossature bois. Il peut servir de mortier isolant dans le bâti ancien sur un mur en pierre ou en terre. Il est également possible de fabriquer des briques de terre allégée.

La terre allégée est généralement un matériau qui s'adapte bien au bâti ancien de par ses bonnes capacités de régulation hygrothermique.

Fiche Technique

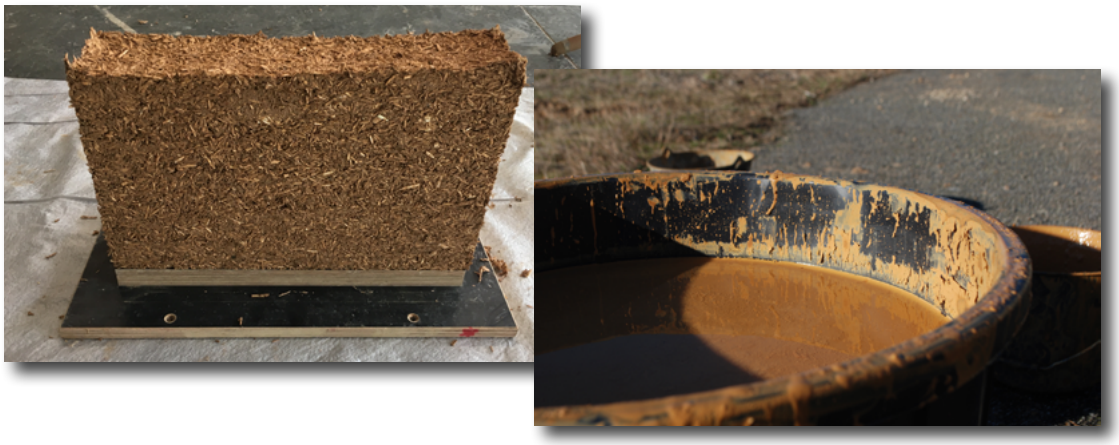
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Terre allégée = 3 à 4

Conductivité thermique (λ)
Terre allégée = 0,12 à 0,15 W/(m.K)

Densité (p)
Terre allégée = 200 à 1200 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Terre allégée = 1300 J/(kg.K)

Classement au feu
A1



Mise en œuvre

La fibre est soit trempée, soit arrosée par une barbotine* de terre crue. Le mélange est ensuite égoutté puis disposé entre des banches sur une épaisseur variant de 10 cm pour une cloison à 30 cm pour un mur (dans le cas de la paille de blé, il est important de préparer le mélange la veille pour laisser la paille s'imprégner et ramollir). La mise en œuvre peut être relativement longue, et il faut tenir compte du temps de séchage.

Pour des fibres courtes, le mélange peut également être directement projeté par une machine.

Pour aller plus loin :

Les guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue sont des documents normatifs. Ils constituent une référence pour l'ensemble des professionnels concernés directement ou indirectement par le bâtiment. Ce sont des textes consensuels issus d'un processus collectif qui a réuni les différents métiers en rapport avec la construction terre crue.

Bilan environnemental

Dépendant du transport, du mode d'extraction et de la technique de pose.

4) Les enduits terre

Domaine d'emploi

Les enduits peuvent être appliqués en intérieur comme en extérieur et peuvent assumer plusieurs fonctions :

• le fonctionnement hygrothermique de la paroi. Un enduit doit permettre à la fois de protéger la paroi contre l'humidité extérieure (pluie), et favoriser la migration de la vapeur d'eau à travers la paroi, de l'intérieur vers l'extérieur. La terre participe à la régulation de l'humidité ambiante en stockant une partie de la vapeur d'eau.

• la participation au confort thermique. Les enduits classiques ne sont pas significativement isolants, mais ils peuvent apporter une sensation de confort thermique en intérieur due à la correction de l'effet « paroi froide ». Ils participent également à la capacité d'inertie thermique de la paroi. Mais seuls les enduits correcteurs thermiques apportent un complément d'isolation.

• l'habillage de la paroi, l'aspect esthétique voire décoratif.

• l'étanchéité à l'air de la paroi.

Fiche Technique

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Terre allégée = 3 à 4

Conductivité thermique (λ)
Terre allégée = 0,12 à 0,15 W/(m.K)

Densité (p)
Terre allégée = 200 à 1200 kg/m3

Capacité thermique massive (c)
Terre allégée = 1300 J/(kg.K)

Classement au feu
A1

Mise en œuvre

La préparation de la surface consiste à combler les creux trop importants dans la paroi de manière à retrouver une surface globalement plane. On peut également gratter ou rayer le mur afin de favoriser l'accroche de l'enduit, puis on finit en le brossant et en le dépoussiérant. Avant d'appliquer l'enduit, on protège toutes les parties qui ne sont pas destinées à être enduites (poutres, menuiseries, linteaux, murs adjacents, sols, etc.). Puis on humidifie suffisamment le support afin de favoriser l'accroche. L'importance de l'humidification dépend du support, et de sa capacité à absorber l'eau.

La réalisation du mélange peut être effectuée manuellement dans le cas de petites quantités, à la truelle ou à la pelle. Pour des plus grosses quantités on utilisera un mélangeur, une bétonnière ou un malaxeur. On commence généralement par réaliser une barbotine avec tout ou partie de l'eau et le liant. On rajoute ensuite les autres composants (granulats, fibres, pigments, adjuvants) et on finit en ajustant la consistance avec le restant d'eau.

L'application se fait généralement manuellement avec une truelle, mais il existe également des machines à projeter. Un temps de séchage doit être respecté entre chaque couche.

Pour aller plus loin :

Les guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue sont des documents normatifs. Ils constituent une référence pour l'ensemble des professionnels concernés directement ou indirectement par le bâtiment. Ce sont des textes consensuels issus d'un processus collectif qui a réuni les différents métiers en rapport avec la construction terre crue.

Bilan environnemental

Dépendant du transport, du mode d'extraction et de la technique de pose.

Glossaire

Glossaire

Adventices — Mauvaise herbe.

Agenda 21 — Plan d'action pour le 21e siècle, décrivant les secteurs où le développement durable doit s'appliquer. Ce plan d'action à été adopté par 173 chefs d'état, lors du sommet de la Terre, à Rio, en 1992.

Anas — Partie ligneuse des tiges de lin qui se délite en petits fragments de bois.

Barbotine — Argile diluée dans de l'eau.

Bardeaux — Planchette de chêne, hêtre, châtaignier ou sapin en forme de tuile qui sert dans certaines régions à la couverture des toitures ou à la protection des murs exposés aux intempéries

Bioclimatique — L'architecture bioclimatique est une discipline de l'architecture, l'art et le savoir-faire de tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs.

Biodiversité — La biodiversité est la diversité naturelle des organismes vivants. Elle s'apprécie en considérant la diversité des écosystèmes, des espèces, des populations et celle des gènes dans l'espace et dans le temps, ainsi que l'organisation et la répartition des écosystèmes aux échelles biogéographiques. Le maintien de la biodiversité est une composante essentielle du développement durable.

Canisse — Claie de roseaux ornementale ou protégeant du vent.

Carbone biogénique — Le développement de tout végétal est lié au phénomène de la photosynthèse*. Ainsi, la transformation chimique opérée lors de la photosynthèse induit la création de dioxygène, qui va être réémise dans l'atmosphère, mais aussi la formation de glucose (6CH12O6), qui va permettre à la plante d'opérer sa croissance. Le carbone présent dans ce composé fait partie intégrante de la plante. Ce carbone dit « biogénique » est donc le carbone constitutif du végétal, provenant du processus de photosynthèse à partir du CO2 présent dans l'air.

Carbone fossile — Le carbone fossile désigne l'élément carbone présent sous différentes formes dans la croûte terrestre : ressources naturelles riches en carbone comme le charbon, le pétrole et le gaz naturel, ainsi que de nombreuses roches sédimentaires.

Chènevotte — Partie ligneuse du chanvre séparée après teillage de la fibre (enlèvement de la filasse) et utilisée pour la production de cellulose.

Condensation — Un phénomène physique de changement d'état de la matière et plus exactement, le passage de l'état de gaz à un état condensé, solide ou parfois liquide.

Contreventement — Élément de construction destiné à protéger celle-ci contre les déformations dues à des efforts horizontaux comme le vent.

Corps d'enduit — Deuxième couche pour faire un enduit traditionnel après le gobetis qui permet de rattraper les défauts de planéité. La surface de cette couche est volontairement rugueuse afin de favoriser l'accroche pour la dernière couche : la couche de finition

Développement durable — Le développement durable (traduit de l'anglais sustainable development) est une nouvelle conception de l'intérêt public, appliquée à la croissance économique et reconsidérée à l'échelle mondiale afin de prendre en compte les aspects environnementaux généraux d'une planète globalisée.

Éco-matériau	Matériau isolant composé à 80%, au moins, de matière organique. (Définition donnée pour cette étude.).
Efficacité énergétique	Désigne l'état de fonctionnement d'un système pour lequel la consommation d'énergie est minimisée pour un service rendu identique.
Empirique	Qui ne s'appuie que sur l'expérience, l'observation, non sur une théorie ou le raisonnement.
Énergie grise	L'énergie grise est la quantité d'énergie nécessaire au cycle de vie d'un matériau ou d'un produit : la production, l'extraction, la transformation, la fabrication, le transport, la mise en œuvre, l'utilisation, l'entretien et à la fin le recyclage. Chacune de ces étapes nécessite de l'énergie, qu'elle soit humaine, animale, électrique, thermique ou autre. En cumulant l'ensemble des énergies consommées sur l'ensemble du cycle de vie, on peut prendre la mesure du besoin énergétique d'un matériau ou d'un produit. Cette connaissance peut guider ou aider dans ses choix en vue de réduire l'impact environnemental.
Frein vapeur	Matériau perméable en plaque ou en film mis en œuvre sur la face chaude de la paroi (verticale, horizontale ou inclinée). Ces matériaux sont étanches à l'air, et régulent la transmission de vapeur d'eau à travers la paroi, pour éviter la formation du point de rosée à l'intérieur de l'isolant.
Gobetis	Un gobetis est la première couche d'un enduit qui en comportera généralement trois. Il est projeté sur le mur. Il est important que sa surface reste rugueuse afin de permettre l'accrochage de la deuxième couche : le corps d'enduit.
Hygrothermique	Assurer un confort hygrothermique signifie assurer une température constante en toute saison (entre 18 et 20 °C), un taux d'humidité de 40 à 60 % et une différence maximale de température entre l'air intérieur et les parois de 3 °C.
Imputrescible	Qui ne peut pourrir.
Isolant bio-sourcé	Matériau isolant dont la matière première est issue du monde végétal ou animal.
Lambris	Revêtement en bois pour les plafonds et les murs. Boiserie décorative qui recouvre une surface murale.
Lame de ventilation/d'air	Une lame d'air est l'air contenu entre deux matériaux, qui va ainsi servir d'isolation entre l'intérieur et l'extérieur. Il s'agit de l'un des meilleurs isolants, de surcroît très économique.
Lisse	Elément de structure horizontal en bois ou métal servant d'appui à des éléments de bardage.
Monolithique	Qui est d'une seule pièce, d'un seul bloc, massif.
Mur d'aplomb	Direction perpendiculaire au plan de l'horizon, telle que l'indique le fil à plomb ; position perpendiculaire.
Mur plan	Mur sans aspérité, inégalité, ni courbure.
Pare pluie	Membrane imperméable à l'eau et perméable à la vapeur, disposée sous une couverture, dans un bardage ou dans un mur à ossature bois.

Glossaire

Perspirant — Propriété d'une paroi à laisser passer l'humidité à travers son épaisseur et à la laisser s'évaporer lorsqu'elle arrive de l'autre coté. Cette capacité est nécessaire pour évacuer la vapeur d'eau générée par les occupants dans une habitation. (environ 2,5 l d'eau /jour/pers.)

Photosynthèse — Processus par lequel les plantes vertes synthétisent des matières organiques grâce à l'énergie lumineuse, en absorbant le gaz carbonique de l'air et en rejetant l'oxygène.

Pisé — Maçonnerie en terre graveleuse très majoritairement sans fibre, qu'on verse tout juste humide et surtout compactée par petits lits successifs dans un coffrage entre des planches de bois.

Plaques de Fermacell — Les panneaux de Fermacell sont considérés comme une bonne alternative au placo-plâtre BA 13. Ce matériau est composé de gypse et de bandes de papiers recyclés : un mélange homogène de deux matières premières naturelles qui utilise l'eau comme liant.

Pont thermique — Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique. Il s'agit d'un point de la construction où la barrière isolante est rompue.

Putrescible — Qui peut pourrir, se décomposer.

Remontée capillaire — La remontée capillaire est un phénomène physique engendré par l'humidité qui vient du sol pour monter dans les murs ou désigne la migration d'humidité dans les murs en contact avec un sol humide et du fait de la structure poreuse du matériau qui les constitue (bois, plâtre, torchis, etc.)

Résilient — Qui présente une certaine résilience, une résistance au choc.

Sel de bore — Elément chimique composé d'un sel et de borax. Cet agent est un fongicide, un insecticide, et un retardant au feu, utilisé pour le traitement de la ouate de cellulose.
Agent qui tue les champignons, dont les moisissures.

Soubassement — Partie inférieure d'un édifice, d'une construction, massive et continue, située au-dessus du niveau du sol, formée de plusieurs assises, reposant sur les fondations, et servant de base, de support aux parties supérieures.

Tanin — Substance organique contenue dans de nombreux végétaux, notamment dans les écorces et les bois (chêne, châtaignier, acacia, québracho), les racines (bruyère, badan), les feuilles (sumac, gambier), les fruits et gousses (myrobolam, acacia), les galles tannantes (noix de galle du chêne), les sucs et les gommes (kino), et qui est utilisée à des usages divers notamment dans le tannage des peaux, la fabrication des encres ou en pharmacologie.

Teillage — Battre, broyer la tige des plantes textiles (lin, chanvre) pour séparer les parties ligneuses de la fibre.

Traitement thermique — Le bois traité thermiquement est un bois qui a été chauffé à plus de 160 °C de telle sorte que les propriétés du matériau sont modifiées dans la masse du bois1. En particulier, le bois traité thermiquement est plus sombre, plus stable et plus résistant aux champignons que le bois naturel.

Vêture — Bardage isolant pour murs extérieurs.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

A
AB Agriculture Biologique
ACERMI Association pour la CERtification des Matériaux Isolants
ADEME Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AFNOR Association Française de NORmalisation
AFOCEL Association FOrêt CELlulose
AIMCC Association des industries de produits de construction
ARCENE Association Régionale pour la Construction Environnementale en NormandiE
ARPE Association Régionale pour la Promotion de l'Eco-construction
ATE Avis Technique Européen
ATec Avis Technique
ATex Appreciation Technique d'expérimentation

B
BBC Bâtiment Basse Consommation
BTC Brique de Terre Comprimée

C
CCTC Confédération de la Construction en Terre Crue
COFRAC Comité FRançais d'ACcréditation
COPREC Confédération des Organismes indépendants tierce partie de PREvention, de Contrôle et d'inspection.
CO2 Dioxide de carbone
CST Cellule Sous Tension
CSTB Centre Scientifique et Technique du bâtiment
CTBA Centre Technique du Bois et de l'Ameublement
C2P Commission de Prévention Produit

D
DIBt Deutsches Institut für Bautechnik
DTA Document Technique d'Application
DTU Document Technique Unifié

E

F
FCBA Forêt, Cellulose, Bois construction, Ameublement
FDES Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire
FFB Fédération Française du Bâtiment
FSC Forest Stewardship Concil

G
GREB Groupe de Recherches Écologiques de la Batture
ITE Isolation Thermique par l'Extérieur
ITI Isolation Thermique par l'Intérieur

J

L
LNE Laboratoire National de métrologie et d'Essais

M
Mpa Méga Pascal

N
NF Norme Française
NFB Natural Fiber Board

O
OSB Oriented Strand Board

P
PEFC Programme for the Endorsment of Forest Certification schemes

R
RE 2020 Réglementation Environnemental 2020
RT 2012 Réglementation Thermique 2012

U
UNFSA Union Nationale des Syndicats Français d'Architectes

V
VTT Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus

Bibliographie
Webographie

Ouvrages

- LA MAISON ÉCOLOGIQUE, *Tout savoir sur l'isolation écologique*, numéro spécial, 2019, 98 p.
- L. FLOISSAC, *La construction paille*, éditions Terre Vivante, 2012, 383 p.
- P. LÉVY, *La rénovation écologique*, éditions Terre Vivante, 2010, 317 p.
- S. COURGEY, J-P. OLIVA, *L'isolation thermique écologique*, édition Terre Vivante, 2010, 255 p.
- S. COURGEY, J-P. OLIVA, *La conception bioclimatique*, édition Terre Vivante, 2006, 239 p.

Labels

- Site du FSC : www.fr.fsc.org/fr-fr
- Site du PEFC : www.pefc-france.org
- Site du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire : www.ecologique-solidaire.gouv.fr
- Site du Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation : www.agriculture.gouv.fr/lagriculture-biologique-ab
- Site d'Eco Cert : www.ecocert.fr
- Site de Karibati : www.karibati.fr
- Site de Natureplus : www.natureplus.org
- Site de NFB : www.naturalfiberboard.eu
- Site d'Effinergie : www.effinergie.org

Fiche bois

- Site de Bois Brulé : www.boisbrule.ca
- Site de Professions Bois : www.bois-de-normandie.com
- Site de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière : www.inventaire-forestier.ign.fr
- Site du Centre Régional de la Propriété Forestière de Normandie : www.normandie.cnpf.fr
- Site du Comptoir des Bois Locaux : www.comptoirdesboislocaux.fr
- Site du Réseau pour les Alternatives Forestières : www.alternativesforestieres.org

Fiche chanvre

- Site internet des chanvrières de l'aube (LCDA) : www.lachanvriere.com
- Site internet d'Agrochanvre : www.agrochanvre-ecoconstruction.co
- Site internet de la SCIC Eco-Pertica : www.ecopertica.com

Fiche liège

- Site des bouchons du coeurs de Normandie : www.bouchonsducoeur.wordpress.com
- Site de la chaine du liège : www.neci.normandie.fr/organisations/la-chaine-du-liege

Fiche lin

- Site de l'association générale des producteurs de lin : www.agpl-lin.fr
- Site internet de COOP de France : www.coopdefrance.coop
- Site internet dédié au lin : www.lelin-cotenature.fr/75/les-zones-de-production
- Site internet de l'association « Lin Demain » : http://asso-lin-demain.e-monsite.com

Fiche ouate de cellulose

- Site d'Écobati : https://www.ecobati.com/fr/formations
- Site Logis Nature : https://www.logis-nature.fr/index.php/nos-services/conseils-en-eco-construction

Fiche paille

- Site du Réseau Français de la Construction Paille : www.rfcp.fr
- Site internet sur l'habitat durable : www.voizo.fr/toiture/toit-en-chaume
- Site internet de l'association national des couvreurs chaumiers : www.chaumiers.com

Fiche terre

- Guide des bonnes pratiques terre crue
- Guide de bonnes pratiques torchis
- Guide de bonnes pratiques terre allégée
- Guide de bonnes pratiques des enduits en terre
- Guide de bonnes pratiques de la bauge
- Guide de bonnes pratiques du pisé