

PAILLE

dans la construction





La paille

un matériau éco-responsable

PRODUCTION DE PAILLE

CONTEXTE NATIONAL

- **30 millions de tonnes de paille produites par an en France** (source : *Projet de recherche Bioeconomics, juin 2016, LRA - Toulouse*)
- ▶ **10% de la paille de blé produite annuellement suffirait pour isoler tous les nouveaux logements construits chaque année en France** (source : *Collect'IF Paille*)
- **1,7 million de tonnes de paille mobilisables annuellement pour la construction** (après retrait des besoins agronomiques et utilisations pour le paillage)
- ▶ Ce volume permettrait de construire **170 000 bâtiments en bottes de paille chaque année** (source : *Etude sur le secteur et les filières de production des matériaux et produits biosourcés utilisés dans la construction, 2017, Nomadéis*)

CONTEXTE REGIONAL

- **605 000 tonnes de paille de blé** produites annuellement en Auvergne-Rhône-Alpes
- ▶ Si 10% de la paille de la région était utilisée pour la construction, cela permettrait de réaliser 2 millions de m² de paroi. A titre comparatif au niveau national, l'isolation biosourcée représente 33 millions de m²/an pour une isolation globale (en matériaux biosourcés ou conventionnels) de 280 millions de m²/an (soit 12%)
- **Environ 2 000 bottes de paille** utilisées annuellement dans la construction en région AuRA

Source : Karibati

Caractéristiques de la paille en construction

Dimension : les bottes de pailles utilisées dans la construction sont les petites bottes, de dimensions :
Hauteur = 37 cm / largeur = 47 cm / longueur variable.
Elles peuvent être posées sur chant (ép. mur = 37 cm) ou à plat (ép. mur = 47 cm).

Qualités attendues des bottes de paille pour être utilisées dans la construction (Règles professionnelles de la construction paille) :

- Densité comprise entre 80 à 120 kg/m³
- Teneur en eau sur poids sec < 20%
- Bottes bien formées (faces planes et régulières)

Durée de vie : plus de 100 ans - référence : la maison Feuillette à Montargis (45)

Coût du matériau : € € € € €

Étiquetage des émissions en polluants volatils : classe A+

Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur μ : 1,15

Performances thermiques : la conductivité thermique dépend du sens de bottelage :

- Canal central : le lambda est de 0,052 W/m.K
- Canal latéral : le lambda est de 0,08 W/m.K

Risque incendie

Classement de réaction au feu (EN 13501-1:2007) "murs en bottes de paille (blé ou riz) enduit (chaux ou terre)" : B – S1 – d0

Document de référence : rapport d'extension n° 404/19-360-6 du 10 décembre 2020, qui complète celui de février 2006 XP CEN/TS 15117, réalisé par le FCBA à la demande du RFCP

Classement de résistance au feu d'un mur porteur en bottes de paille enduit en faces exposées et non exposées au feu : REI > 120 (122 minutes)

Document de référence : rapport d'essai n° 014087, publié le 31 janvier 2020 par le CERIB, réalisé à la demande de la Ville de Rosny-sous-Bois

Propagation du feu en façade (C+D) :

Documents de référence - essais LEPIR 2 :

- Rapport d'essai n° 26021044 concernant le comportement au feu d'un élément de façade, 28 juillet 2009, CSTB, BE Gaujard
- Avis de chantier n° 014128 justifiant de la conformité d'une façade constituée d'un isolant biosourcé de type paille en remplissage d'un mur en menuiserie à ossature bois et enduite à la chaux, pour un ERP de 3ème catégorie de type R, 24 mai 2019, CERIB, FCBA

sources :

- RFCP
- Carnet de chantier *L'Espace de Partage et d'Innovation (EPI)*, Ville & Aménagement Durbale, 2023

Bilan environnemental de la paille

2 FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire) sont disponibles sur la base INIES :

- Isolation en bottes de paille de plein champs issues de [l'agriculture biologique](https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html?id=30441) <https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html?id=30441>
- Isolation en bottes de paille de plein champs issues de [l'agriculture conventionnelle](https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html?id=30442) <https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html?id=30442>

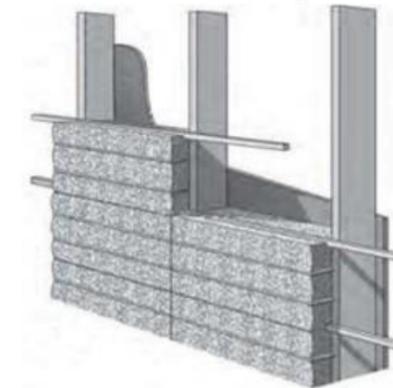
Unité fonctionnelle : assurer une isolation répartie de 1 m² de paroi isolée en paille pour une conductivité thermique de 0,052 W/m.K pour une épaisseur moyenne de 37 cm et une durée de référence de 50 ans.

Impacts environnementaux (FDES collective - Isolation en bottes de paille de plein champs issues de l'agriculture conventionnelle - Juillet 2022), total cycle de vie (sauf D) :

- Réchauffement climatique : -9,11E+00 kg CO2 eq.
- Appauvrissement de la couche d'ozone : 1,03E-06
- Epuisement des ressources abiotiques (combustibles fossiles) : 1,01E+02 MJ
- Pollution de l'air : 4,52E+03 m3
- Pollution de l'eau : 4,06E+00 m3



Remplissage isolant en bottes de paille



(Conformément aux règles professionnelles de construction en paille – CP 2012)

FDES à déclaration collective

Techniques constructives



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



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



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



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

(c) RFCP

Paille en remplissage d'ossature Encadré par les Règles professionnelles

Caisson préfabriqué avec remplissage des bottes en atelier

Encadrée par des Règles professionnelles

Isolation Thermique par l'Extérieur en paille sur structure existante

Techniques en recherche et développement **Non-encadrée par des Règles professionnelles** (rédaction des Règles pros de l'ITE Paille en cours)

Paille structurelle

La botte de paille a un rôle structurel (porteur) en plus d'être un isolant thermique

Non-encadrée par des Règles professionnelles

Les parements:

- Enduits sur paille : enduits à base de terre, de chaux ou de plâtre
- Plaques de parement et bardage bois

Conditions de mise en oeuvre:

- Mise en œuvre réalisée par un personnel qualifié par le référentiel de formation « pro-paille » (www.rfcp.fr/propaille)
- Respect des règles de conception et de mise en œuvre préconisées dans les **Règles professionnelles CP 2012** pour bénéficier des barèmes d'assurance standards. (Les Règles pro s'adressent aux concepteurs, constructeurs et bureaux de contrôle)

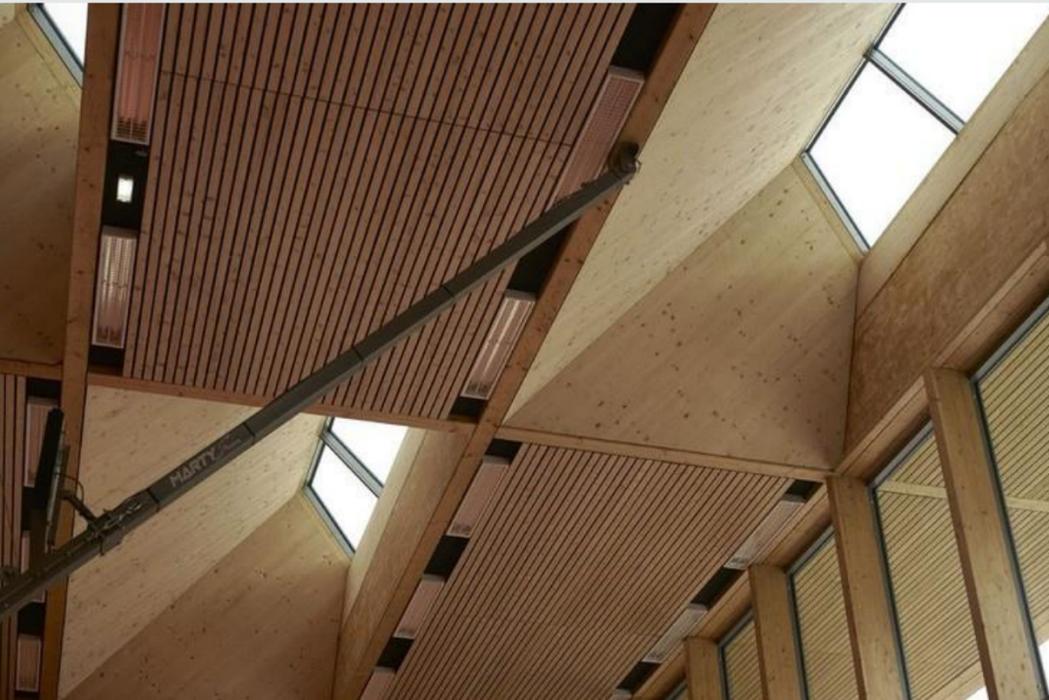
Atouts

	Une ressource disponible localement
	Un matériau durable (construction durable dans le temps > 100 ans), recyclable, compostable
	S'allie très bien avec d'autres matériaux naturels (support d'enduits terre par exemple)
	Très bonnes performances thermiques: isolation /déphasage Paille
	+ enduits terre /chaux : résistance prouvée au feu > 2 heures
	Préfabrication de caissons fermés, en atelier : gain de temps de pose sur chantier, limite le risque de départ de feu, protège la paille de l'eau en phase chantier (en cas d'intempéries par exemple)
	Les Règles professionnelles permettent de fiabiliser et d'assurer sans surprime ni études complémentaires la construction paille depuis 2012
	Approche en cout global et externalité positive : Une isolation renforcée qui peut amener à revoir à la baisse le dimensionnement des équipements de chauffage et climatisation Une légèreté qui peut amener à revoir à la baisse le dimensionnement des fondations

Freins

	La mise en œuvre de la paille soulève un certain nombre de problématiques : anticiper la disponibilité de la matière ; conditions de stockage sur site ; prise d'humidité ; risque d'incendie.
	Nombre de professionnels qualifiés limité (mais en forte augmentation)
	Barrière psychologique : de nombreux a priori courent concernant l'utilisation de la paille dans la construction (risques d'effraction, incendies, rongeurs ou insectes).
	Forte épaisseur des parois
	Champs d'application limité des Règles professionnelles : remplissage d'ossature pour les bâtiments situés en France métropolitaine, dont le plancher le plus haut est inférieur à 8 m (R+2), et de type : logements, locaux commerciaux, lieux de travail ou bâtiments agricoles
	Coût de la mise en oeuvre

Quelques projets en paille



Gymnase Alice Milliat, ZAC du Bon Lait à Lyon 7

Maîtrise d'ouvrage : Ville de Lyon

Maîtrise d'œuvre : Dietrichl Untertrifallerl Arkitekten

(Architectes mandataires) ; Tekhnê (Architectes associés et urbanistes) ; Arborescence (BE structure Bois) ; DPI (BE structure béton) ; eGénie (BE QEB) ; Astrius (BE fluides) ; Denizou (Economiste)

Lien : <https://www.ville-amenagement-durable.org/Gymnase-Alice-Milliat-ZAC-Bon-Lait>



Chamarel - Les Barges, à Vaulx-en-Velin (69)

Habitat coopératif

Maîtrise d'ouvrage : Association Chamarel ;

Habicoop AuRA (AMO)

Maîtrise d'œuvre : Agence Arketype Studio Architecte (Architecte) ; Heliasol (BE thermique) ; Cabestan (BE structure) ; Nicolas Ingénieries (BE fluides)

Lien : <https://www.ville-amenagement-durable.org/Chamarel-Les-Barges>



Pole petite enfance, à Tassin-la-Demi -Lune (69)

Maîtrise d'ouvrage : Ville de Tassin-la-Demi-Lune

Maîtrise d'oeuvre : CBXS (Architectes mandataires et OPC)

; Terre Eco (BE HQE) ; SLETEC Ingénierie (BE TCE) ; ORFEA Acoustique (BE acoustique) ; Apave (bureau de contrôle) ; Elyfec (coordinateur SPS)

Lien : <https://www.ville-amenagement-durable.org/Pole-petite-enfance-472>

Quelques projets en paille



Logements passifs en bois paille, à Noirétable (42)
Caissons préfabriqués

Maîtrise d'ouvrage : Commune de Noirétable

Maîtrise d'œuvre : Atelier d'Architecture Rivat (maitrise d'œuvre - OPC) ; Alpes Contrôles (bureau de contrôle - CSPS) ; Engibat Structure (BE structure) ; Engibat Eco (BE économie) ; ASTB (BE Test étanchéité à l'air) Entreprise : Lignatech (entreprise MOB /charpente / couverture /menuiseries ext.)

Lien : <https://www.ville-amenagement-durable.org/Logements-passifs-en-bois-paille>



Espace de Partage et d'Innovation (EPI), à Villeurbanne (69)
Paille porteuse

Maîtrise d'ouvrage : Rhône Saône Habitat ; GIE La Ville

Autrement

Maîtrise d'œuvre : Luc Doin + collectif Pourquoi Pas !? (Architecte) ; AIS Ingénierie (BE structure) ; Milieu Studio (BE QEB) ; Qualiconsult (bureau de contrôle) ; LEI (CSPS)

Lien : <https://www.ville-amenagement-durable.org/L-Espace-de-Partage-et-d-Innovation-EPI-a-Villeurbanne-69>



Le Groupe Scolaire de Sergy (01)

Maîtrise d'ouvrage : Ville de Sergy

Maîtrise d'œuvre : Megard(Architectes) ; EODD (BE environnemental)

Autres partenaires : BETICS, ADIS, GLOBECO, STUDIS, EAI, GEOTHER

Lien : <https://www.ville-amenagement-durable.org/Le-Groupe-Scolaire-de-Sergy>