

LA CONSTRUCTION EN PAILLE



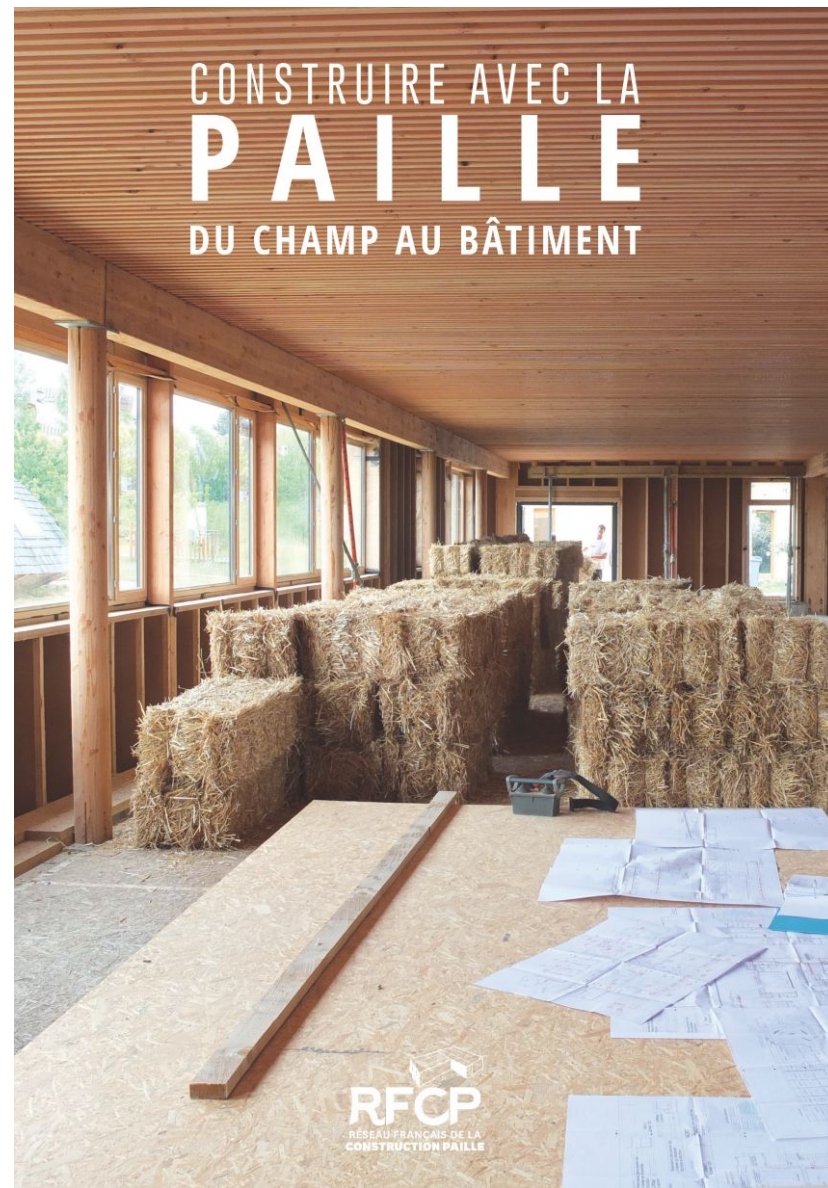
La performance au naturel

RFCP
RÉSEAU FRANÇAIS DE LA
CONSTRUCTION PAILLE



**Collectif
PAILLE**
Armoricaain
Bretagne · Pays de la Loire

CONSTRUIRE AVEC LA PAILLE DU CHAMP AU BÂTIMENT



RFCP
RÉSEAU FRANÇAIS DE LA
CONSTRUCTION PAILLE

Le collectif Paille Armoricain

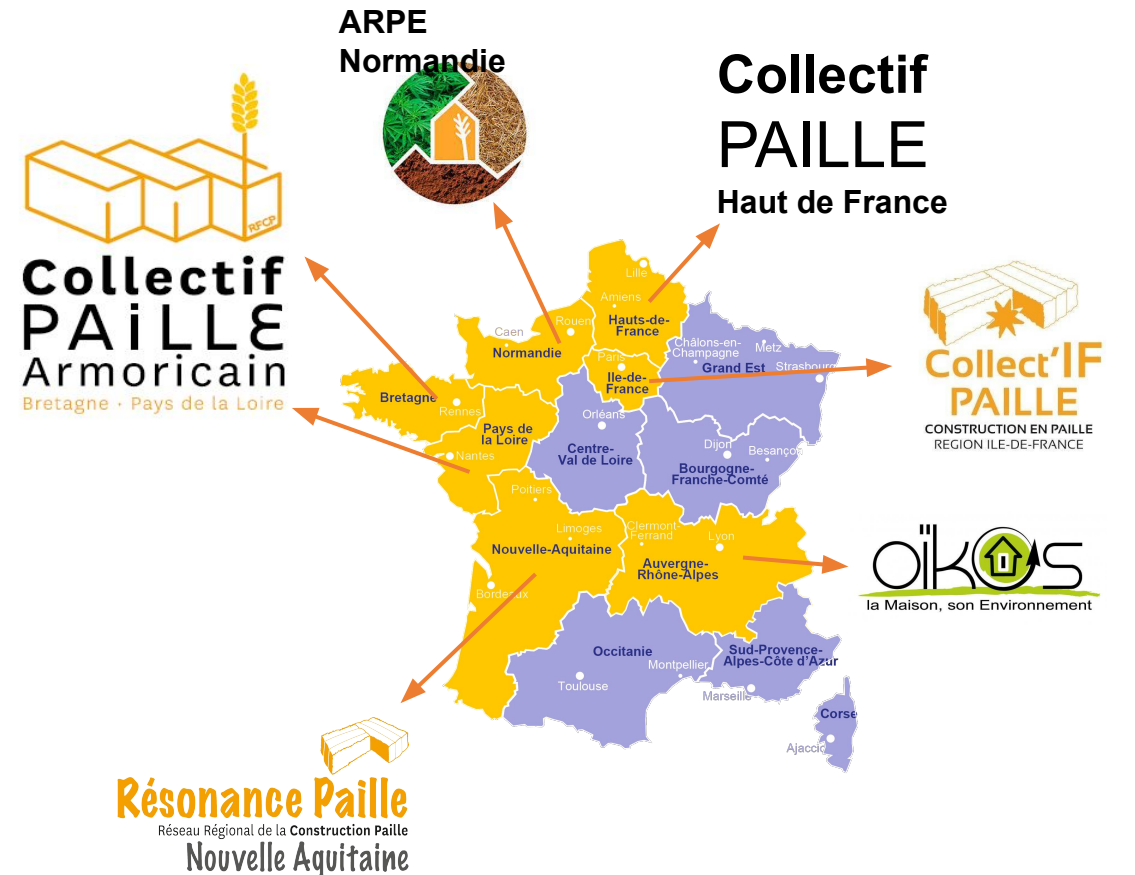
2015

Le Collectif Paille Armoricain

Représentant régional du **RFCP** sur les régions Bretagne et Pays de la Loire.

Objet :

« Le développement de l'usage du matériau paille dans la construction sur le territoire du grand Ouest. L'association met en œuvre tous les moyens possibles pour atteindre cet objectif, dans le respect de l'Homme, de l'écologie et des principes de l'économie sociale et solidaire ».




Le matériau : au regard de la RE2020

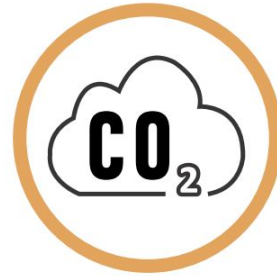


ÉNERGIE

Sobriété énergétique
Décarbonation de l'énergie
Bâtiment très performant




 Résistance
thermique
7,5 m².K/W
(bottes de 36cm)



ENVIRONNEMENT

Réduction de l'empreinte
carbone des bâtiments neufs




 Empreinte carbone
-9.94 ou -9,11 kg EqCO₂/m²
(bio ou conventionnelle pour une
résistance
thermique de 7.1 m².K/W - source Inies)



CONFORT D'ÉTÉ

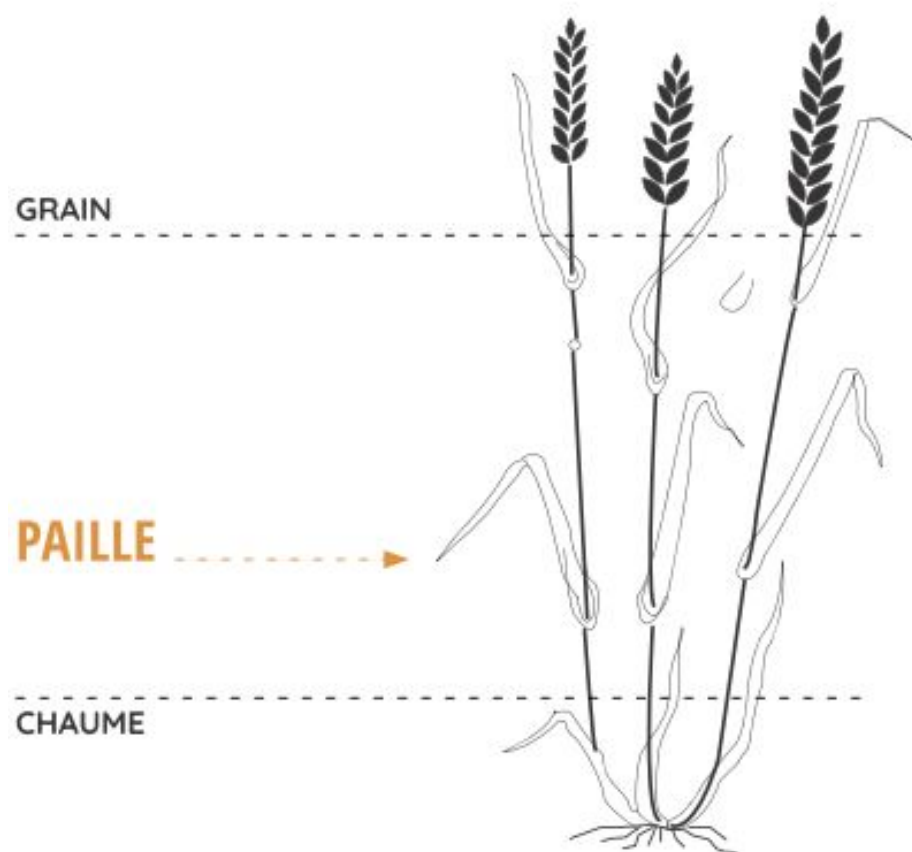
Amélioration du confort
en cas de fortes chaleurs



 Déphasage
12 à 16
heures

Sources : RFCP, livret paille

Le matériau



PAS DE CONCURRENCE AVEC L'ALIMENTATION

La paille* est une tige d'une céréale dépouillée de son grain. C'est une fibre végétale issue de la production agricole de céréales. La paille n'est donc pas issue d'une culture dédiée à la construction.

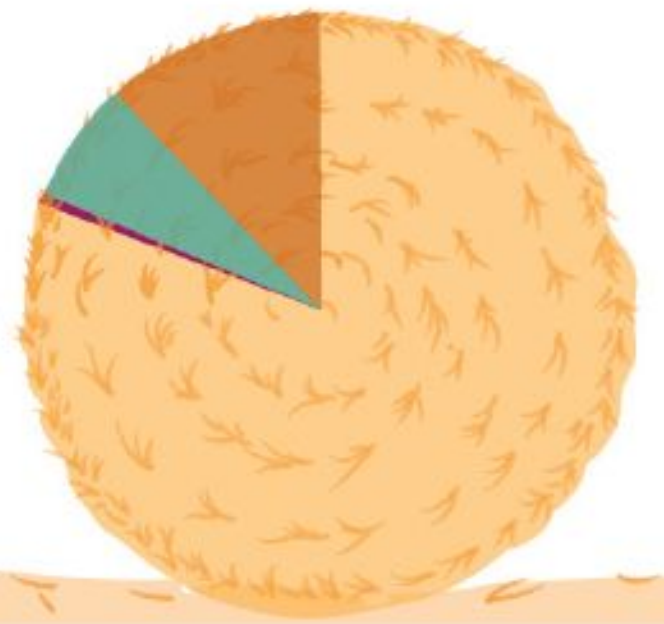
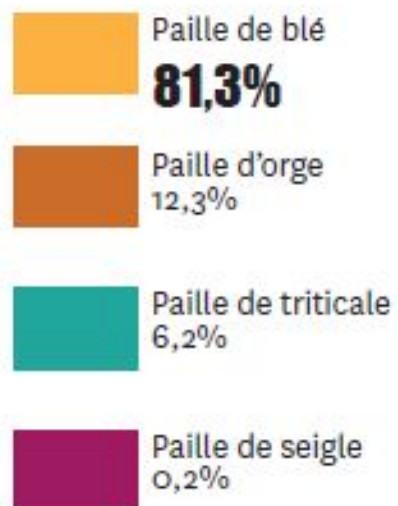
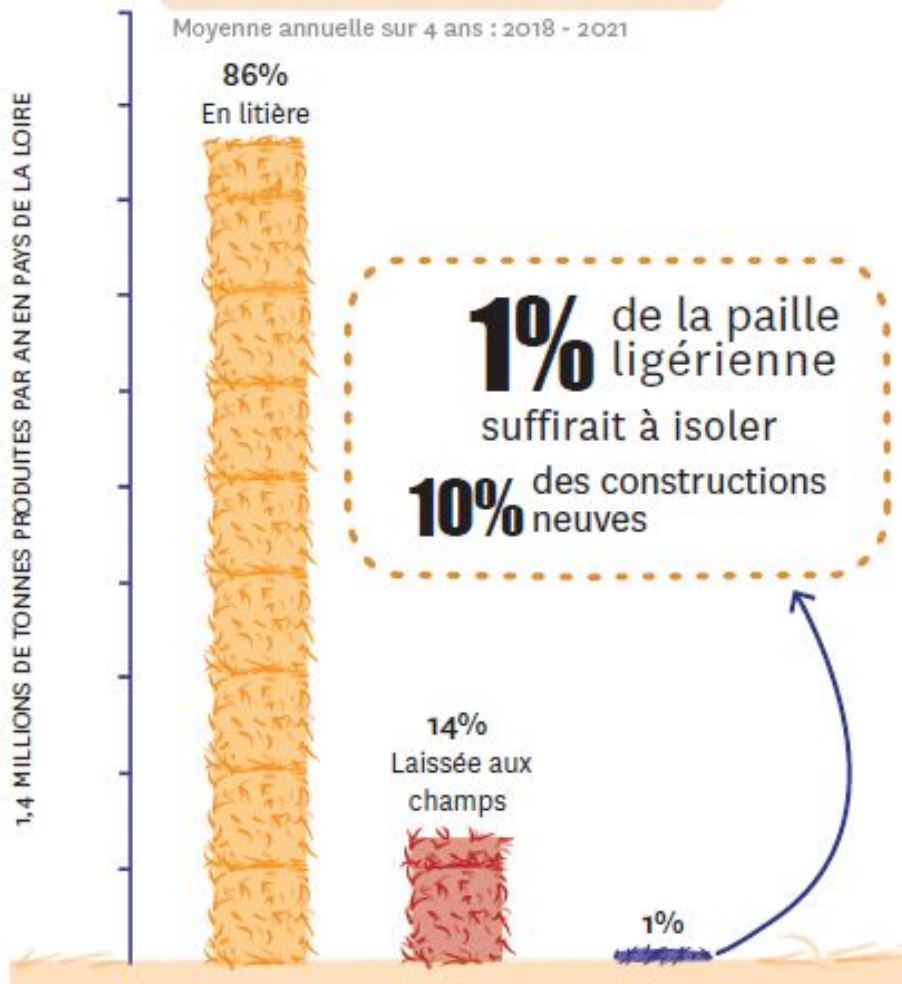
La paille est un coproduit d'une céréale qui n'entre pas en concurrence avec l'alimentation.

**ne pas confondre la paille et le foin : l'alimentation animale utilise le foin qui est de l'herbe séchée*

Disponibilité

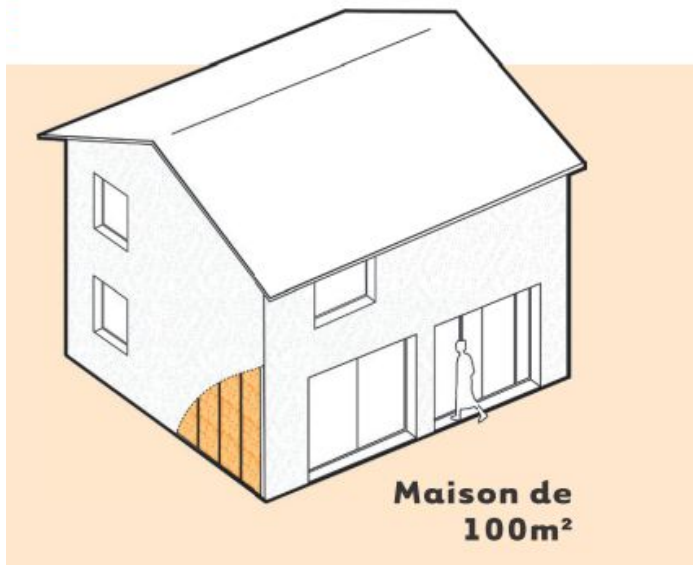
DIFFÉRENTS USAGES DE LA PAILLE

Moyenne annuelle sur 4 ans : 2018 - 2021



Etat des lieux de la ressource

Faibles volumes nécessaires



⚠ Attention ces chiffres ne peuvent pas être utilisés pour d'autres typologies (bureaux, collectif, etc) car le développé de façade change d'un bâtiment à l'autre.



La Surface Utile Agricole (SAU) en Pays de la Loire en céréales s'élève à **708 727ha** en 2022 (3ha = 0,0004%). Leur SAU moyenne est de **95 ha** (3ha = 3%)

Source : [DRAAF, Pays de la Loire](#)

Etat des lieux de la ressource

Faibles volumes nécessaires



Exemple : Lycée d'Aizenay
9200 m²



Produite à 20km autour du chantier

Approvisionnement

Allotissement

Lot fourniture de paille séparé du lot bois

- Achat à un fournisseur professionnel de paille de construction,
- Achat à un agriculteur connu pour proposer des bottes de paille de construction,
- Achat à un agriculteur au plus proche du projet.

Fourniture de paille incluse dans le lot bois (FOB/COB)

- La gestion revient à l'entreprise. La MOE est tenue de s'assurer de la capacité de l'entreprise, ou bien de se rapprocher du CPA pour une AMO par ses membres en cas de lacunes.

Approvisionnement

Typologies de marché

« LOCAL »

- Auto-constructeurs
- Artisans avec architectes
- Petits marchés publics



Botte agricole

« INDUSTRIEL »

- Artisans avec architectes
- Marchés publics
- Constructeurs
- Promotion et gros marchés privés



- Botte calibrée (55 de long)
- Botte de 22 cm d'épaisseur
- Tatami
- Paille hachée insufflée
- Botte agricole

Approvisionnement « LOCAL »

Botte de paille agricole

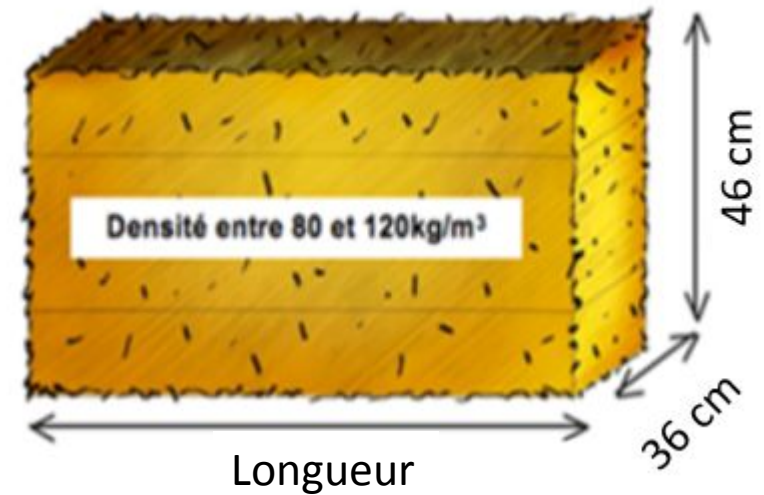
Paille : tige des céréales une fois les grains récoltés

Céréale : Blé

Densité : entre 80 et 120 kg/m³

Dimensions : 46x36xlongueur(b*h*L)

Taux d'humidité relative : <20%



Approvisionnement « LOCAL »

Lot fourniture de paille séparé du lot charpente :

Points d'attention :



Saisonnalité



Moisson entre juillet et août en fonction de l'année et de la géographie

Approvisionnement « LOCAL »

Lot fourniture de paille séparé du lot charpente :

Points d'attention :



Paille de blé, longueur des brins si enduit



Presse en bon état, solution de rechange si problème mécanique,
Dimension du canal en fonction de la taille de botte souhaitée



Humidité < 20%



Lieu de stockage adéquat et protégé



Respect de la densité = Suivi technique de la production des bottes



Ficelles type 350



Gestion du ramassage des bottes



Conditionnement



La ressource

Les fournisseurs « industriels » :

Isol'en Paille – Bottes à façon

✓ Technique Courante
Maine et Loire 49

Fiche Technique

LA BOTTE DE 22

ISOLANT THERMIQUE ET SUPPORT D'ENDUIT

La botte d'épaisseur 22cm, est composée de paille en fibre longue liée par une ficelle. Ses propriétés thermiques sont qualitatives et son format permet de s'adapter aux techniques constructives déjà connues

- Botte de paille 100% naturelle
- Conforme aux Règles Professionnelles de Construction en Paille
- Densité élevée = déphasage thermique accru
- Matériau Fibreux et Flexible

USAGES SUGGERES

- Isolation des murs, toits, planchers
- Isolation Thermique par l'Extérieur
- Isolation complémentaire
- Cloisons

CARACTERISTIQUES

TECHNIQUES

Conductivité thermique NFA	0,052 W/m.K
Résistance thermique R	4,2 m².K/W
Masse volumique	+/- 100 kg/m³
Poids d'une Botte	+/- 5 kg
Perméabilité µ	1,14
Euroclasse feu enduit à la chaux	B - s1 - d0
Comportement au feu	E
Empreinte carbone	-9 kgCO ₂ /m²
Étiquette qualité de l'air	A+
Capacité thermique massique c	1500 J/kg.K

CONDITIONNEMENT

Format	22 x 36 x 55cm
Nombre de bottes par m²	5 bottes
Nombre de bottes par palette	44 bottes
Dimensions d'une palette	1m x 1,2m x 2,6m
Poids d'une palette	300 kg

06 49 59 24 16
info@isolenpaille.fr
isolenpaille



La Paille : Un puits de carbone au service de l'isolation
Nicolaos OUDHOF - Isol'en Paille

Profibres – Bottes à façon

✓ Technique Courante
Vendée 85

PRO FIBRES

FICHE TECHNIQUE BT 220

La BT 220 a un coût de paroi plus économique. Un remplissage idéal des systèmes type mur et façade ossaturebois (MOB/FOB) et isolation thermique extérieure (ITE).

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUE

RÉSISTANCE THERMIQUE	R = 4,58 m² K/W
MASSE VOLUMIQUE	+/- 100kg/m³
EMPREINTE CARBONE	-8,5 kgCO ₂ /m²
AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE	-26 dB
CONDUCTIVITÉ THERMIQUE	0,048 W/m.k
PERMÉABILITÉ	µ 1,14
CAPACITÉ THERMIQUE MASSIQUE C	1558 J/kg.K
EUROCLASSE FEU ENDUIT À LA CHAUX	B - s1 - d0
COMPORTEMENT AU FEU	E

ÉTIQUETTE QUALITÉ DE L'AIR A+

CARACTERISTIQUES CONDITIONNEMENT

Format	L 600 x l 550 x Ep 220 mm
Volume palette	13,2 m³
Conditionnement sur palettes	1200 x 1200 mm



Copano – Panneaux à façon Technique Non-Courante Loire Atlantique 44

FICHE MATÉRIAU - COPANO 1.0

Panneau isolant rigide prêt à enduire, à base de paille de céréales
Fabrication par couture, à sec, à froid, sans colle et sans additif

- FACILE ET RAPIDE À POSER
- COMPATIBLE AVEC LA RÉGLEMENTATION INCENDIE
- CONFORT D'ÉTÉ/HIVER
- MATÉRIAU SAIN 100% VÉGÉTAL, SANS ADDITIF, SANS COLLE
- FAIBLE ÉNERGIE GRISE, FAIBLE IMPACT ENVIRONNEMENTAL
- MATIÈRE PREMIÈRE LOCALE

LARGEUR 118 cm

ÉPAISSEUR 11,5 cm

LONGUEUR 240 cm
120 cm
55 cm sur mesure

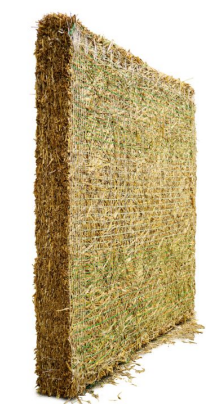
SUPPORT D'ENDUIT terre/chaux/plâtre

CONDUCTIVITÉ THERMIQUE 0,047 W/m.k²

DENSITÉ 120 kg/m³

STOCKAGE DE CARBONE BIOGÉNIQUE 8kg eq CO₂/m²

RÉSISTANCE THERMIQUE 2,4 m² K/W



Le panneau est encadré par les règles professionnelles de construction en paille. Ses caractéristiques mécaniques sont équivalentes à une botte de paille dense. *Valeurs obtenues en laboratoire universitaire.

Raphaël DECLE, Dirigeant
co.panneau@gmail.com
www.copano.fr

Approvisionnement « INDUSTRIEL »

Les fournisseurs hors région :

Kellig Emren
Panneaux terre végétaux
Technique Non-Courante
Morbihan 56

Panneau isolant végétal – terre crue - chaux

Kellig Emren développe des process et produit des isolants biosourcés permettant - avec des ressources saines et locales - de réduire la température de chauffage des bâtiments tout en apportant inertie, tenue au feu et support de finition.

Confort d'hiver :

- > Isolation thermique

Confort d'été :

- > Inertie thermique

Facilité de mise en œuvre :

- > Support de finition
- > Chantier sec

Baisse des températures de chauffage :


- > Régulation hygrique
- > Effet de paroi chaude

Tenue au feu :

- > Ininflammable

Externalités positives :

- > Matériau sain
- > Fruit d'une économie locale et circulaire
- > Gestion en fin de vie maîtrisée



Granulat Végétal
Miscanthus
Chênevotte

Liant :
Terre crue
Chaux

Béton Végétal

Ielo – Paille hachée à insuffler Technique Non-Courante Vienne 86

Caractéristique de la paille ielo

Performances thermiques

Conductivité thermique :

Nous n'avons pas encore la quantité suffisante de mesure pour faire un calcul de conductivité déclarée.
Cependant nous avons des mesures COFRAC qui permettent à ce stade un calcul simplifié de conductivité déclarée. Elle est de 0,0459 W/(m.k).

Résistance thermique :

Lambda sec. 30 cm : R= 7,32 m²K/W ; Lambda humide, 30 cm : R = 6,82 m²K/W
La résistance thermique (R) de la paroi se calcule en divisant l'épaisseur en mètre par la conductivité thermique (e/λ).

Diffusion de la vapeur d'eau

Perméabilité à la vapeur d'eau (S) : 0,25134 (mg/(m.h.Pa))

Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ) : 2,84

Epaisseur de couche d'air équivalente (SD) en m : pour 30 cm SD=0,852

Le coefficient SD d'une paroi se calcule en multipliant le coefficient mu par l'épaisseur en mètre (μ×e).

Confort d'été

Capacité thermique Cp : 1 512 (J/kg.K)

Déphasage thermique : 30 cm de paille ielo apportent plus de 13h de déphasage thermique à la paroi

Le déphasage thermique se calcule en tenant compte de la capacité thermique, la conductivité thermique, la masse volumique et l'épaisseur.

Conditionnement du produit et distribution



La paille sera vendue directement aux constructeurs, deux options seront possibles pour conditionner la production :

- Pressée dans des ballots de 20 kg (2022) puis 15 kg à partir de 2023.
- Ou stockée en vrac pour être ensuite transvasée dans des ballots en cours d'étude.

Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets



Maison individuelle Elven (56)

Surface : 120 m²

Hauteur : R+1

Livraison : 2016

Quantité de paille : 450 bottes

Transport : 20 km

Mise en œuvre paille : sur chantier

Habitat individuel



Isolation thermique extérieure Vannes (56)

Architecte : FRAMM Architecture

Surface : 236 m²

Hauteur : R+2

Livraison : 2014

Quantité de paille : 130 bottes

Mise en œuvre paille : sur chantier



**Collectif
PAILLE**
Armorica
Bretagne - Pays de la Loire

Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Habitat collectif

Résidence Sénior La Chapelle Thouarault (35)

Architecte : 10i2la Architecture

Surface : 1067 m²

Hauteur : R+3

Durée de chantier : 17 mois

Livraison : 2022

Quantité de paille : 1300 bottes

Transport : 190 km champ > chantier

Mise en œuvre paille : en atelier



Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Ecole

Ecole du chat perché, Quistinic (56)
Architecte : Devernay architecte

Surface : 709 m²

Hauteur : R+1

Livraison : 2022

Transport : 5 km champ > chantier

Mise en œuvre paille : sur site en chantier participatif

Capacité d'accueil : 172 personnes



© Devernay Architectes

Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Collège

Collège des 7 îles Perros-Guirec (22)

Architectes : COSA, Blandine Houssais architecture.

Surface : 3800 m²

Hauteur : R+2

Livraison : 2021

Quantité de paille : 2500 bottes

Mise en œuvre paille : en atelier

Capacité d'accueil : 400 personnes



EXPRESSION LIÈGE, CARREFOUR ENTRE LA GALERIE D'EXPOSITION ET LA RUE INTERIEURE

Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Lycée

Lycée d'Aizenay (85)

CRR architectes

Surface : 9200 m²

Hauteur : R+3

Durée de chantier : 24 mois

Livraison : 2022

Transport : 50 km champ > chantier

Mise en œuvre paille : en atelier

Capacité d'accueil : 840 personnes



Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Bureaux d'entreprise

Bureaux de Socopolis Vannes (56)
Architecte : 10i2la Architecture

Surface : 2150 m²

Hauteur : R+2

Durée de chantier : 18 mois

Livraison : 2018

Quantité de paille : 1300 bottes

Transport : 180 km
champ > chantier

Mise en œuvre paille : en atelier



Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Centre sapeurs-pompiers

Centre d'incendie et de secours

Colombey-les-belles (54)

Architecte : FFW architecture

Surface : 1140 m²

Hauteur : R+1

Durée de chantier : 18 mois

Livraison : 2017

Quantité de paille : 800 bottes

Transport : 120 km champ > chantier

Mise en œuvre paille : en atelier



Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Centre de loisirs

Centre de loisirs les Buissonnets

Saint-Etienne-de-Mont-Luc (44)

Architecte : Menguy Architecte

Surface : 1100 m²

Hauteur : R+1

Durée de chantier : 24 mois

Livraison : 2013



Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Immeuble

Résidence Jules Ferry Saint-Dié-des-Vosges (88)

Architecte : ASP architecture

Surface : 2079 m²

Hauteur : R+8

Durée de chantier : 12 mois

Livraison : 2013

Quantité de paille : 2 800 bottes

Transport : 200 km champ > chantier

Mise en œuvre paille : en atelier



Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Extensions,
Surélévation

Siège de Néotoa

Rennes (35)

R+5

Architecte : 10i2LA



Des solutions pour toutes les typologies et échelles de projets

Isolation thermique extérieure

Salle des Fêtes de Laurenan (22)

Architecte : Silvia Meneghini, Lab Architecture

Durée de chantier : 9 mois

Livraison : 2022

Quantité de paille : 2000 bottes

Transport : 3 km champ > chantier

Mise en œuvre paille : sur chantier



Contacts régionaux

Céline Bohers

Animatrice de la filière Construction Paille en Bretagne et Pays-de-la-Loire

07 81 99 17 12

Benoît Dufrache

Coordinateur de la filière Construction Paille en Bretagne et
Pays-de-la-Loire

07 82 27 01 50

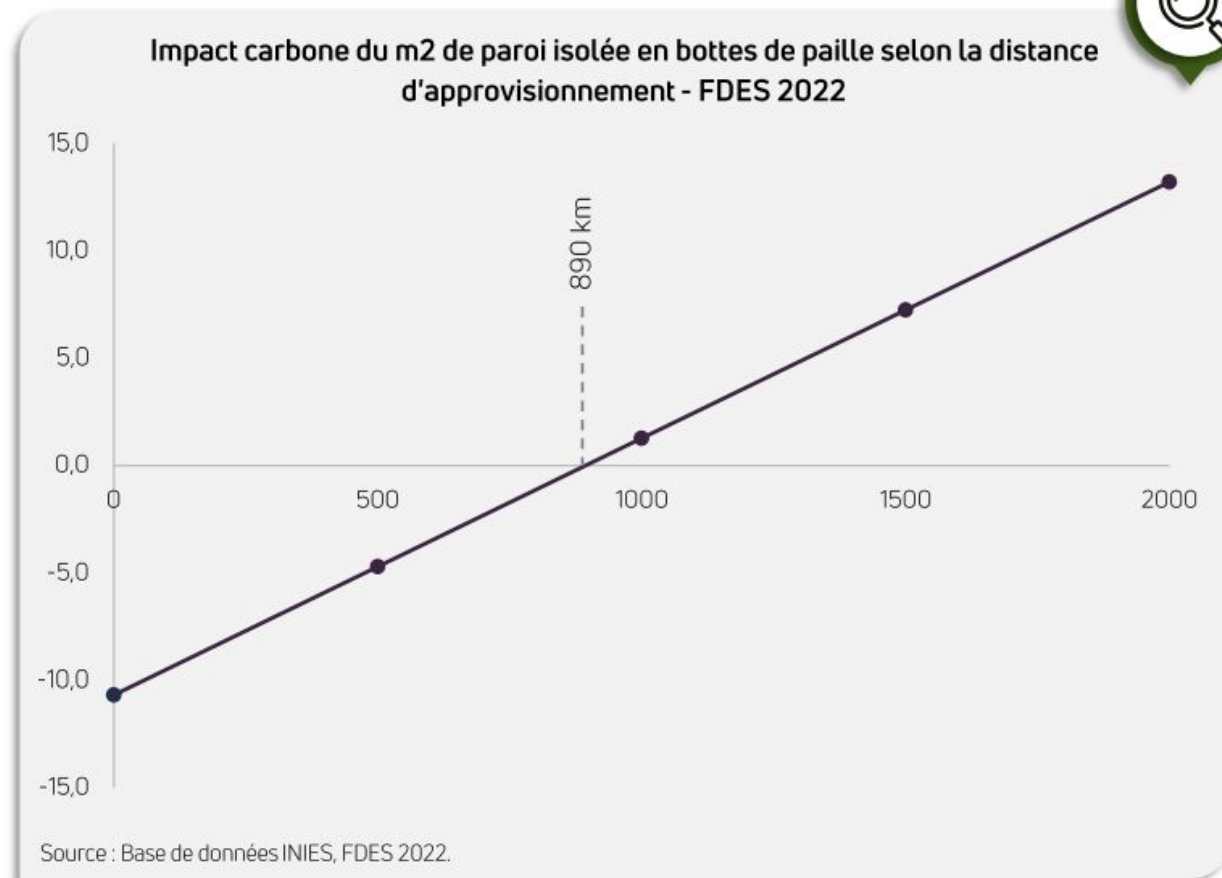
COLLECTIF PAILLE ARMORICAIN

48 Bd Magenta 35000 RENNES

collectifpaillearmorica@gmail.com

www.armorique.constructionpaille.fr

Impact lié au transport



Sources : *Etude de développement économique de la filière paille pour le Bâtiment en Bretagne*, Cellule économique de Bretagne, Septembre 2023

