

LA CONSTRUCTION EN PAILLE



La performance au naturel



Naturellement Isolante

La paille compactée en botte offre une isolation efficace et économique.

Naturellement Performante

La botte de paille, à performance égale, présente le meilleur rapport qualité/prix du marché !

Naturellement Confortable

La paille conserve parfaitement la chaleur en hiver et la fraîcheur en été dans toutes vos pièces.



© C.Garcia

Naturellement Résistante

La botte de paille installée dans les règles de l'art, ne craint ni le feu, ni l'humidité, ni les rongeurs ou les insectes !

Naturellement Durable

La paille traverse le temps avec des bâtiments centenaires comme la maison « Feuillette » de 1920 à Montargis (45).

LE MATÉRIAU PAILLE



La paille est la tige d'une céréale sans épi ni grain.

Dans la construction, c'est la paille de blé qui est majoritairement utilisée, notamment en France. Il existe également d'autres types de paille qui sont employés : triticale, orge, riz, seigle.

Pourquoi utiliser la botte de paille dans la construction ?

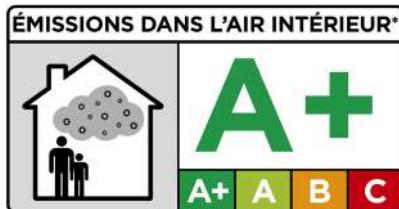
C'est un matériau largement disponible :

10% de la paille de blé produite annuellement en France suffirait pour isoler tous les nouveaux bâtiments construits chaque année. Non transformée, la botte de paille est l'isolant ayant la plus faible énergie grise*.

*Source : Base INIES, <http://www.inies.fr/>
L'énergie grise est la quantité d'énergie consommée lors de la production, l'extraction, la transformation, la fabrication, le transport, la mise en œuvre, l'entretien et le recyclage.

C'est un matériau sain :

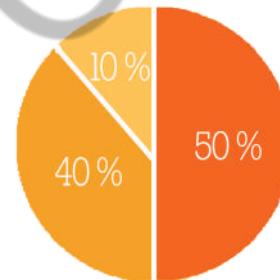
La paille est l'un des matériaux qui rejette le moins de formaldéhydes et de COV (composés organiques volatils). La majorité des composés étudiés n'ont pas été détectés tant leur valeur est faible**.



* Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

**Source : <http://go.rfcp.fr/RapportsDEssais>

C'est une ressource locale, qui met en valeur les circuits courts : 90% des approvisionnements viennent de moins de 50 km du site de construction ou fabrication.



Distances d'approvisionnement en paille

- < 10 km
- 10 à 50 km
- > 50 km

Source : Luc Floissac, *La construction en paille*, collection *Techniques de PRO*, terre vivante, 2012, 383 p.

C'est un matériau durable :

La maison « Feuillette », construite en 1920 à Montargis (45) est le symbole de la pérennité de la construction paille. Plusieurs autres maisons datent de cette époque dans d'autres régions.

Coupe en 3D de la maison « Feuillette »
(Montargis)



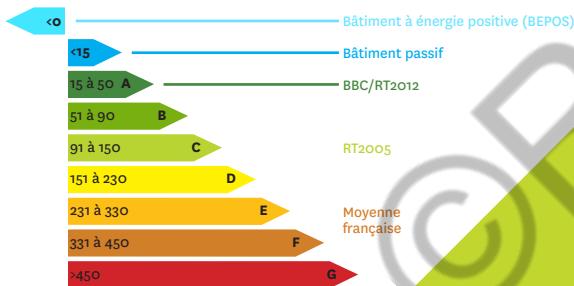
Quelles sont ses caractéristiques techniques ?



C'est un excellent isolant :

Tous les murs et toitures isolés en paille conviennent pour réaliser des bâtiments passifs* et sont idéaux pour ceux à énergie positive**.

Détails des consommations (kWh/m²/an) :



* Un bâtiment passif répond à plusieurs exigences dont un besoin de chauffage inférieur à 15 kWh/m²/an.

** Un bâtiment à énergie positive produit plus d'énergie (électricité, chaleur) qu'il n'en consomme pour son fonctionnement.

Densité	entre 80 et 120 kg/m ³	
Dimensions courantes	37 cm X 47 cm X L (L : longueur variable entre 80 et 120 cm)	
Fibres transversales au flux thermique	Conductivité thermique	$\lambda_D = 0,048$ W/(m.K) Norme EN 12-667
	Résistance thermique	$R > 7,5$ m ² .K/W
	Coeff. de transmission thermique	$U = 0,12$ W/(m ² .K)
Déphasage	entre 12 et 16 heures	
Capacité thermique massique	$C_p = 1558$ J/(kg.K)	
Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau	$\mu = 1,04$ ($S_d = 0,12$ m)	
Classement de la réaction au feu	B - s1 - d0 paille enduite à la chaux	
Comportement au feu des façades	3 essais LEPIR II réussis	
Affaiblissement acoustique	-43 dB paille enduite à la terre crue	
Valeur pour label bâtiment biosourcé	40 kg/m ²	
Empreinte carbone (FDES)	-14 kg EqCO ₂ /m ²	
Etiquette qualité de l'air	A+	

Tous les rapports de tests sont disponibles sur le site internet du Réseau Français de la Construction Paille :
<http://go.rfcp.fr/RapportsDEssais>

LES A PRIORI

Des a priori existent à propos de la botte de paille. Ils sont dus principalement à une méconnaissance de la paille en tant que matériau de construction.



Les rongeurs font-ils des dégâts dans un mur isolé en paille ?

Non, la paille est la tige de la céréale dépourvue de ses grains, ce qui ne présente aucun intérêt alimentaire pour eux. De plus, la paille est bien protégée par des enduits ou des parements adéquats. Toutefois, nous savons qu'il est quasiment impossible d'empêcher totalement les intrusions. L'avantage avec la paille est que sa forte densité rend beaucoup plus difficile la construction de galeries que dans un isolant classique.



La paille est-elle plus inflammable qu'un autre isolant ?

Non, car pour qu'un objet brûle il lui faut de l'oxygène. Une feuille de papier brûle aisément contrairement à un dictionnaire qui se consumera lentement. Il en est de même pour la paille qui, compressée en bottes denses, ne s'enflamme pas mais se consume très lentement, en ne dégageant qu'une faible quantité de fumée, facteur important pour la sécurité des individus.

Des essais de réaction au feu menés en France et à l'étranger attestent que les murs en paille sont conformes aux exigences réglementaires*.

* Classement de réaction au feu (EN 13501-1:2007) : B-S1-do
<http://go.rfcp.fr/RapportsDEssais>



La paille craint-elle l'humidité ?

Non, correctement mise en oeuvre, la paille ne craint pas l'humidité. Pour un bâtiment de qualité, il est nécessaire de respecter les règles de stockage et de mise en oeuvre décrites dans les *Règles Professionnelles de construction en paille*. L'un de ses avantages justement, est d'être un des matériaux les plus *perpirants**, c'est à dire qu'il absorbe et évacue l'humidité, offrant ainsi une qualité d'air incomparable.

Les maisons construites à la fin du XIX^e siècle, toujours habitées aujourd'hui, sont la preuve de la durabilité de la construction paille.

* Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau $\mu = 1,04$
<http://go.rfcp.fr/RapportsDEssais>



Les insectes apprécient-ils la paille ?

Non, essentiellement composée de silice, la paille est un aliment insuffisant pour permettre la survie d'un groupe de termites. Un test effectué par l'Institut technologique FCBA* le montre.

Pour ce qui est des autres insectes, il peut y en avoir pendant la mise en oeuvre de l'isolation qui disparaissent rapidement ensuite et ne reviennent plus. Ce phénomène est rare mais normal car la botte de paille est un matériaux naturel.

* <http://go.rfcp.fr/RapportsDEssais>

1886
Construction
du plus ancien
bâtiment en bottes
de paille

RÉALISATIONS

Groupe scolaire et jardin public « Stéphane Hessel » - Montreuil (93)



SHON : 6 200 m²

Architecte : Méandre, Christian Hackel

Lot paille : Charpente Cénomane

Centre de secours et d'incendie - Colombey-lès-Belles (54)



SHON : 1 140 m²

Architecte : FFW

Lot paille : Sertelet Yves SARL

Photo : Fred Hurst

Crèche de territoire « Kiwaoo » - Villereau (59)

« La paille est une matière de conception et pas uniquement un isolant. Elle amène une masse bâtie, matière et épaisseur à projet. Connaître ses mises en œuvre permet de la transformer en une composante de l'architecture. »

Amélie Fontaine, architecte



SHON : 400 m²

Architecte : Atelier Amélie Fontaine

Lot paille : Création bois

Photo : Pauline Vachon

Gymnase Mazorel - Crest (26)



SHON : 1 870 m²

Architecte : R2K Architecte

Lot paille : Sud Est Charpentes

Photo : Bruno Romain

Habitat - Bernay-Saint-Martin (17)



Architecte : Lambert-Degas SARL d'Architecture
Lot paille : Bois et Paille

Habitat - Hédé-Bazouges (35)



Architecte : 10i2La Architecture
Lot paille : Autoconstruction

Habitat - Chaponost (69)



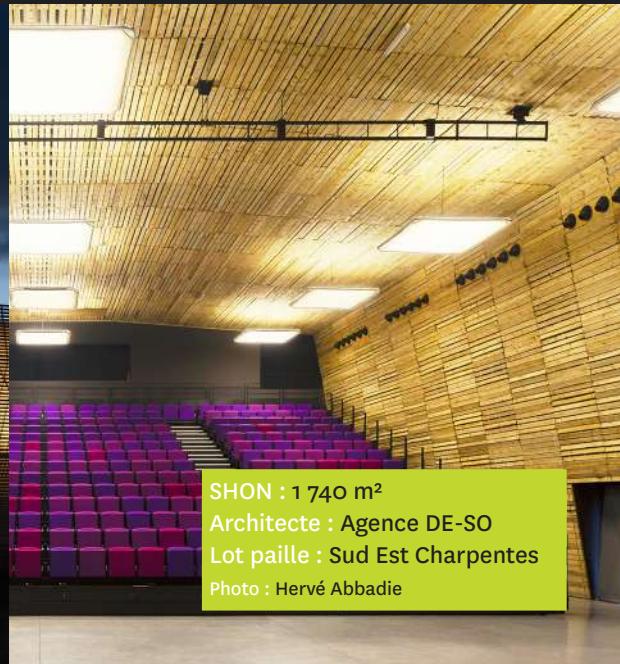
Architecte : Gallet architectes
Lot paille : Entreprise Labe
Photo : Frenchie Cristogatin

Résidence HLM « Jules Ferry », 26 logements - Saint-Dié-des-Vosges (88)



SHON : 2 707 m²
Architecte : ASP Architecture
Lot paille : Sertelet Yves SARL

Salle de spectacle « La Boiserie » - Mazan (84)



SHON : 1 740 m²
Architecte : Agence DE-SO
Lot paille : Sud Est Charpentres
Photo : Hervé Abbadie

Internat « Lycée Xavier Bernard » (E4C2) - Rouillé (86)



SHON : 700 m²

Architecte : Dauphins Architecture

Lot paille : Charpente Merlot

Bâtiment agricole « La Cave de l'oeuf » - Puligny-Montrachet (21)



« Nous souhaitons offrir à nos vins biodynamiques une cave exceptionnelle. D'une forme pure et des matériaux nobles se dégage une quiétude unique, hors du temps, élevant nos vins comme nos esprits. »

Brice de La Morandière, associé-gérant du Domaine Leflaive

SHON : 130 m²

Architecte : Atelier Zéro Carbone

Lot paille : SACET construction bois

Photo : Christophe Goussard

Magasin Biocoop « Grain de Sel » - Saint-Hilaire-de-Riez (85)

« Un confort en toutes saisons pour ce magasin sans chauffage et réalisé en moins de six mois. »
Christophe Benoit (Eco Habitat 85), Maître d'oeuvre



SHON : 750 m²

Architecte : Agence Hamelin Architectes

Lot paille : La Maison de Bois

Bâtiment industriel « L'Herbier du Diois » - Châtillon-en-Diois (26)



SHON : 1 815 m²

Architecte : Vincent Rigassi

Lot paille : Bernard et Fils

Siège de la Fédération Française du Bâtiment de l'Oise - Compiègne (60)



Le « Village Seniors », 21 logements - Neuilly-lès-Dijon (21)



Siège social d'ÉCOCERT (énergie positive) - L'Isle Jourdain (32)

« Cet édifice, hors des normes habituelles, nous le voulions novateur, permettant bien-être et confort à ses occupants. Nous voulions un espace de travail entièrement écologique, intégré au paysage, utilisant des matériaux régionaux, mettant en œuvre les savoir-faire traditionnels des artisans locaux et bannissant les énergies fossiles. Nous sommes allés au bout de nos convictions et le résultat dépasse notre espérance. »

William Vidal, Président d'ÉCOCERT



SHON : 2 025 m²

Architecte : Agence Collart Architectes

Lot paille : Tournée du Coq

ÉSAT « Jean Geneze » (énergie positive) - Salies-de-Béarn (64)

« Un des projets les plus poussés qu'on ait vu en Aquitaine en matière de construction responsable. »
Éric Aufaure, ADEME, 2016



SHON : 1 048 m²

Architecte : Atelier d'Architecture Claverie

Lot paille : Hourcade Charpente

LA PAILLE, TOUTE UNE HISTOIRE



1886

Début de la paille structurelle au Nebraska (États-Unis), suite à l'apparition des botteleuses agricoles.



1920

Construction de la maison « Feuillette » en France, en ossature bois et isolation paille. C'est la première mondiale avec cette technique.



1980

Renouveau de la construction paille en France.

2006

Création du Réseau Français de la Construction Paille, regroupement d'acteurs de la construction paille pour la reconnaissance et la promotion de cette filière.

2006 > 2011

Rédaction des Règles Professionnelles de construction en paille par les membres du Réseau Français de la Construction Paille.



Depuis des millénaires :
la paille, la terre et le bois sont utilisés de nombreuses façons.



Égypte ancienne :
on a retrouvé de la paille dans des tombeaux.
XIX^e dynastie, 13^es.av.JC



2012

Mise en application des Règles Professionnelles de construction en paille par la C2P

(Commission Prévention Produits au sein de l'Agence Qualité Construction).



2014

Création du Centre National de la Construction Paille sur le site de la maison Feuillette à Montargis.



2013

Collecte de fonds mené par le Réseau Français de la Construction Paille afin d'acheter et sauvegarder la maison « Feuillette ».



Gaule :

maison en chaume (paille de seigle, de millet) et torchis (mélange d'argile et de paille).
du IX^es.av.JC au V^e ap.JC

Dans les maisons de nos grands-parents :

le foin et la paille étaient stockés dans le grenier et avaient pour avantage d'isoler du froid.

De nos jours,

la construction paille concerne la réalisation de bâtiments de toutes tailles.

De la maison individuelle à l'immeuble de plusieurs niveaux, des locaux industriels aux bureaux et groupes scolaires, la paille est un matériau idéal pour la majorité des bâtiments.

>5000 bâtiments sont construits en bottes de paille, en France.

500 nouvelles constructions sont recensées par an, chiffre en constante augmentation. La filière française est la plus dynamique en Europe.

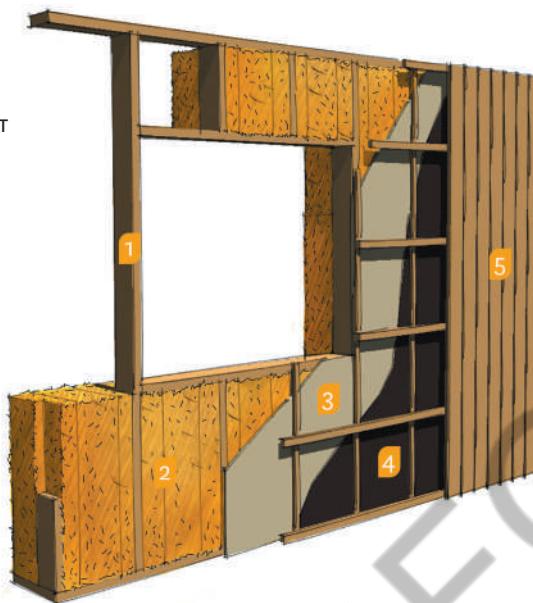
Les travaux en cours portent sur le développement de l'isolation thermique par l'extérieur et de la botte de paille comme élément structurel.

Dès maintenant, participez au changement, diffusez la construction paille.

LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES

Le remplissage

- 1 OSSATURE BOIS
- 2 BOTTES DE PAILLE
- 3 PANNEAU DE CONTREVENTEMENT
- 4 PARE-PLUIE
- 5 PAREMENT EXTÉRIEUR : bardage ou enduit



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.

La préfabrication

- 1 OSSATURE BOIS
- 2 BOTTES DE PAILLE
- 3 PANNEAU PARE-PLUIE
- 4 CAISSON
- 5 PAREMENT EXTÉRIEUR bardage ou enduit



Technique la plus répandue en terme de surface bâtie, le principe est de fabriquer en atelier des caissons isolés et équipés. Le bâtiment peut ensuite être levé très rapidement, quelques jours pour une habitation, quelques semaines pour les grands bâtiments. Ces caissons sont porteurs ou viennent combler des structures bois, métal ou béton.

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE)

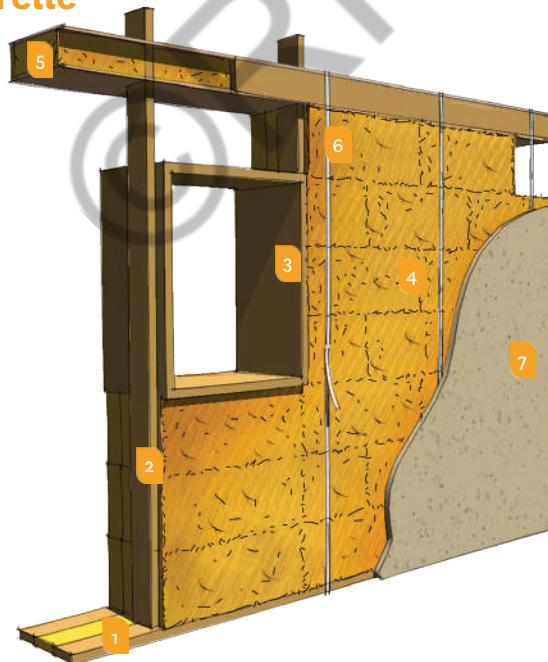
- 1 MUR EXISTANT
- 2 SOUBASSEMENT
- 3 ISOLATION COMPLÉMENTAIRE
- 4 OSSATURE EN BOIS
- 5 BOTTES DE PAILLE
- 6 PAREMENT EXTÉRIEUR : bardage ou enduit



L'isolation thermique par l'extérieur permet d'isoler, a 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.

La paille structurelle

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



À savoir :
il est également possible d'utiliser la botte de paille en isolant de toiture (plafonds rampants ou combles perdus).



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.

LES ENDUITS SUR PAILLE

La botte de paille a cet avantage d'être un très bon support d'enduit. De terre crue ou de chaux, les enduits perspirants sur paille offrent une large gamme de possibilités : textures, formes, couleurs...

Point technique :

Le choix des parements extérieurs est décrit dans les Règles Professionnelles, en prenant en compte l'exposition des façades aux pluies battantes.

Avantages des enduits sur paille :

- ◆ Les enduits apportent une inertie thermique importante et assurent ainsi le rôle de régulateurs thermiques : ils stockent la chaleur en hiver et refroidissent l'air en été.
- ◆ Ils ont la capacité d'absorber et de restituer l'humidité procurant un confort hygrométrique idéal en toute saison.
- ◆ Les occupants témoignent également que les enduits en terre crue ont un pouvoir d'absorption des odeurs.



Focus sur les enduits de terre crue :

- ◆ Disponibles localement et peu transformés, ils demandent très peu d'énergie lors de la production et du transport.
- ◆ Ce sont des matériaux sains qui respectent la santé des artisans ainsi que des utilisateurs du bâtiment.
- ◆ De par leur qualité de faible réverbération du son, ils permettent une bonne correction phonique et assurent ainsi un confort acoustique général.
- ◆ Agréable au toucher, doux à la vue, ils sont idéals en finition intérieure pour décorer.



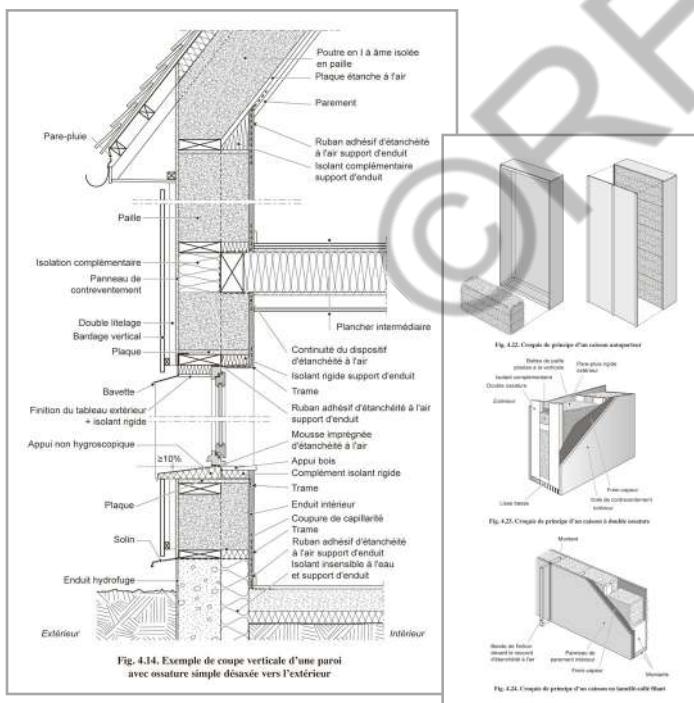
Acceptées par la C2P, Les *Règles Professionnelles de construction en paille* constituent le socle réglementaire reconnu. La construction paille telle qu'elle y est décrite fait partie du domaine traditionnel et des techniques courantes de construction, au même titre que les DTU.
 > Procurez-vous les Règles CP2012 sur <http://go.rfcp.fr/ReglesPro>



Rédigées par les professionnels du Réseau Français de la Construction Paille de 2006 à 2011, ces Règles Professionnelles sont l'aboutissement de la reconnaissance de la filière auprès du secteur du bâtiment et des assureurs.

Pour l'usage de la botte de paille en tant qu'isolant et support d'enduit, les concepteurs (architectes, bureaux d'études...) et les entreprises de construction ont accès aux contrats d'assurance standards (décennale notamment), à condition :

- ◆ De respecter les règles de conception et de mise en œuvre préconisées.
- ◆ De concevoir et construire avec un personnel qualifié, ayant validé la formation « Pro-Paille » qui couvre les pratiques décrites dans les Règles Professionnelles de construction en paille.
- ◆ De remplir les fiches d'auto-contrôle de la qualité des matériaux et de la mise en œuvre, disponibles en annexe des Règles CP2012* et de les envoyer à chaque fin de chantier au RFCP.
 * et sur <http://go.rfcp.fr/FicheAutoContrôle>



PRO-PAILLE

LA FORMATION AUX RÈGLES PROFESSIONNELLES

Le RFCP a mis en place un référentiel de formation qui couvre les pratiques décrites dans les Règles Professionnelles de construction en paille. Cette formation « Pro-Paille » dure cinq jours et est encadrée par un binôme de formateurs complémentaires (1 concepteur et 1 constructeur) formés par le RFCP.

Pour plus d'information concernant le programme et l'agenda des formations « Pro-Paille » :

<http://go.rfcp.fr/Formations>

Objectifs de la formation :

- ◆ Acquérir les connaissances des règles de l'art en construction paille décrites dans les Règles Professionnelles CP2012.
- ◆ Comprendre et appréhender ses techniques de mise en œuvre.
- ◆ Savoir communiquer et expliquer aux autres acteurs de la construction les détails de cette technique.

La formation « Pro-Paille » au 01/01/2019 représente :

- ◆ 155 formations dispensées,
- ◆ 1570 personnes formées aux Règles CP2012,
- ◆ 75 formateurs sur le territoire national.



LE RÉSEAU FRANÇAIS DE LA CONSTRUCTION PAILLE



Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP), est la structure nationale de référence. Elle a pour mission de :

- fédérer les acteurs et créer du lien,
- promouvoir l'usage du matériau paille dans la construction,
- mettre en œuvre les moyens de garantir la qualité de la filière.

Le Réseau en quelques chiffres :

- ◆ 400 adhérents (architectes, bureaux d'étude, constructeurs, organismes de développement et de formations),
- ◆ 10 000 abonnés (réseaux sociaux et lettre d'information),
- ◆ 1 annuaire des professionnels de la construction paille sur <http://go.rfcp.fr/Annuaire>
- ◆ 1 panorama des bâtiments sur <http://www.constructionpaille.fr/panorama/>

Les membres du Réseau se réunissent tous les ans lors des Rencontres Nationales de la construction paille. Certaines régions organisent également leurs Rencontres Régionales.

Le RFCP travaille étroitement avec le *Centre National de la Construction Paille** et les structures régionales** de développement, dans un projet commun.

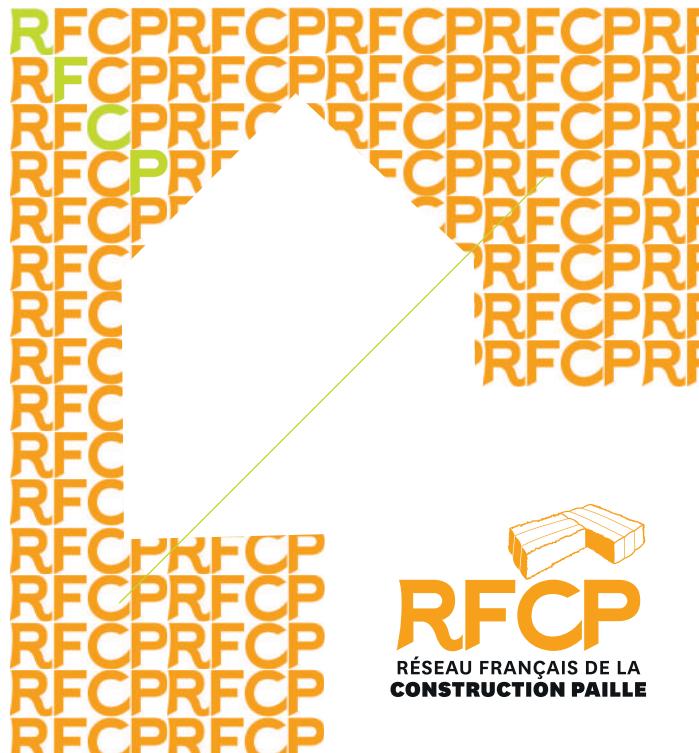
Il édite une Lettre d'information bimestrielle pour vous tenir au courant de l'actualité et des avancées***. Le Réseau est aussi un centre de ressources, il favorise les échanges ainsi que l'accès à la construction paille pour les professionnels et maîtres d'ouvrage.

Le Réseau s'auto-finance essentiellement par l'adhésion de ses membres.
Rejoignez le Réseau, maintenant :
<http://go.rfcp.fr/JAdhere>

* <http://cncp-feuillette.fr/>

** <http://www.constructionpaille.fr/>

*** inscriptions sur <http://go.rfcp.fr/Newsletter>



www.rfcp.fr
07 55 610 620
contact@rfcp.fr

Siège social :
RFCP
69 bis rue des déportés
et des internés de la
Résistance
45200 Montargis

©RFCP

La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



Prix : 1,50 euro

RÉSEAU FRANÇAIS DE LA
CONSTRUCTION PAILLE

ISBN 978-2-9565112-1-2



9 782956 511212