



passibat'

LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

28 & 29
mars 2023

Pavillon Baltard
À 15 min du centre de Paris

ÉDITION RÉNOVATION

Table-ronde

Quels isolants biosourcés pour la rénovation énergétique passive ?

Franchir le cap du BBC vers le passif avec les biosourcés

Le 29 mars 2023 de 13h à 14h

Animation : Hélène Ludmann & Céline Roos (Scop les 2 Rives)

Intervenants : Samuel Courgey (association Arcanne), Rémi Doucet (Doucet Architectes) & Jean-Baptiste Rouzin (SCOP CAE Les Chantiers de Demain)

Enjeux carbone et rénovation biosourcée

Notion d'empreinte carbone dans un contexte de dérèglement climatique

Un secteur du bâtiment qui représente :

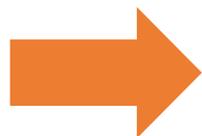
- 46% de la conso énergétique nationale
- 19% des émissions nationales de GES associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments
- 45% des émissions en incluant tous les process de fabrication des matériaux de construction français.

Enjeux carbone et rénovation biosourcée

Notion d'empreinte carbone dans un contexte de dérèglement climatique

Un secteur du bâtiment qui représente :

- 46% de la conso énergétique nationale
- 19% des émissions nationales de GES associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments
- 45% des émissions en incluant tous les process de fabrication des matériaux de construction français.



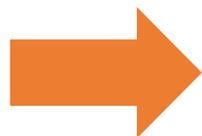
Matériaux et produits à faible impact carbone ou issus du réemploi

Enjeux carbone et rénovation biosourcée

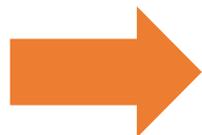
Notion d'empreinte carbone dans un contexte de dérèglement climatique

Un secteur du bâtiment qui représente :

- 46% de la conso énergétique nationale
- 19% des émissions nationales de GES associées à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments
- 45% des émissions en incluant tous les process de fabrication des matériaux de construction français.



Matériaux et produits à faibles impact carbone ou issus du réemploi



**En rénovation = gisement principal économie d'énergie /
valorisation carbone / gain de confort**

Enjeux liés aux biosourcés

Une actualité à la fois :

- raréfaction des ressources
- actualité réglementaire / RE2020 flèche sur BS avec volet carbone
- constat quotidien / intérêt des professionnels, redonner du sens

Enjeux liés aux biosourcés

Une actualité à la fois :

- raréfaction des ressources
- actualité réglementaire / RE202 flèche sur BS avec volet carbone
- constat quotidien / intérêt des professionnels, redonner du sens

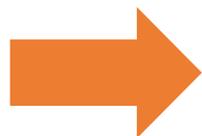


Savoir-faire et REX pour BBC++ et passif avec les BS : techniquement et économiquement, en neuf et en rénovation

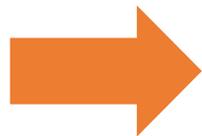
Enjeux liés aux biosourcés

Une actualité à la fois :

- raréfaction des ressources
- actualité réglementaire / RE202 flèche sur BS avec volet carbone
- constat quotidien / intérêt des professionnels, redonner du sens



Savoir-faire et REX pour BBC++ et passif avec les BS : techniquement et économiquement, en neuf et en rénovation



Comment franchir le cap du BBC vers le passif avec les biosourcés en rénovation ?

Quels isolants biosourcés pour la rénovation énergétique passive ?

Franchir le cap du BBC vers le passif avec les biosourcés

Animation : Scop les 2 Rives



Samuel COURGEY // Expert technique bâtiment et environnement, association Arcanne, formateur DDQE. Pionnier des biosourcés, cofondateur d'Effinergie et des filières chanvre et paille



Jean-Baptiste ROUZIN // Charpentier menuisier et encadrant technique CAE Les Chantiers de Demain, rénovateur BBC Région Normandie



Remi DOUCET // Architecte, membre du Réseau Français de la Construction Paille, acteur de la rénovation en copropriété

Quels isolants biosourcés pour la rénovation énergétique passive ?

Franchir le cap du BBC vers le passif avec les biosourcés

Animation : Scop les 2 Rives



Hélène LUDMANN et Céline ROOS // Associées et cogérantes de la Scop les 2 Rives, Atelier des Alternatives. Animatrices de réseau et expertes ingénierie de formation écologie - bâtiment - aménagement. Initiatrices de la certification DDQE, elles s'engagent pour accompagner les professionnels à "*faire ensemble et autrement*".



Parcours DDQE // Développement Durable et Qualité Environnementale. Formation certifiante sur l'écologie dans le bâtiment et l'aménagement. 20 jours sur 1 année, à Lyon, Strasbourg, Paris, Dijon, Caen ([lien](#)) & webinaires **Bulles des 2 Rives** en accès libre ([lien](#))

1

Quels isolants biosourcés pour la rénovation passive ?



Samuel COURGEY // Expert technique bâtiment et environnement, association Arcanne, formateur DDQE. Pionnier des biosourcés, cofondateur d'Effinergie et des filières chanvre et paille

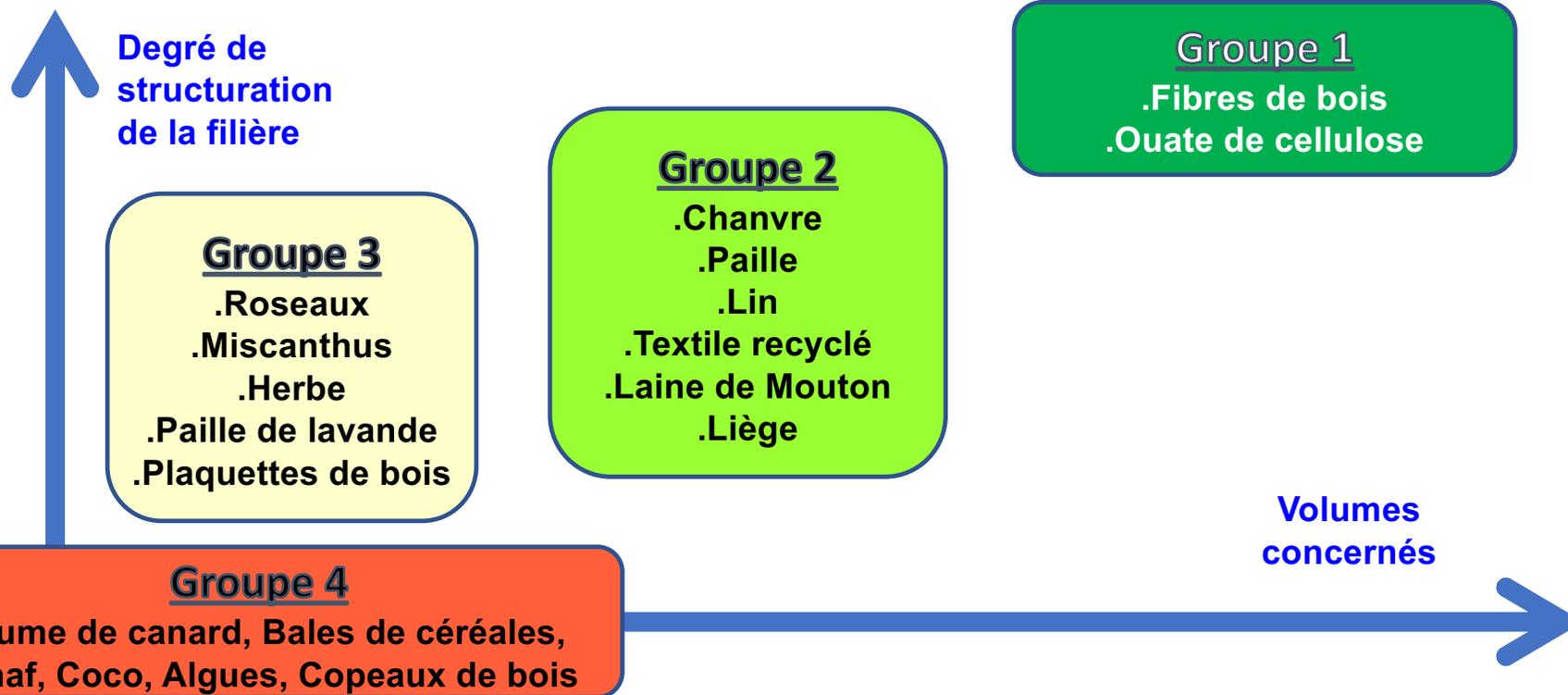
Les isolants biosourcés



...etc.



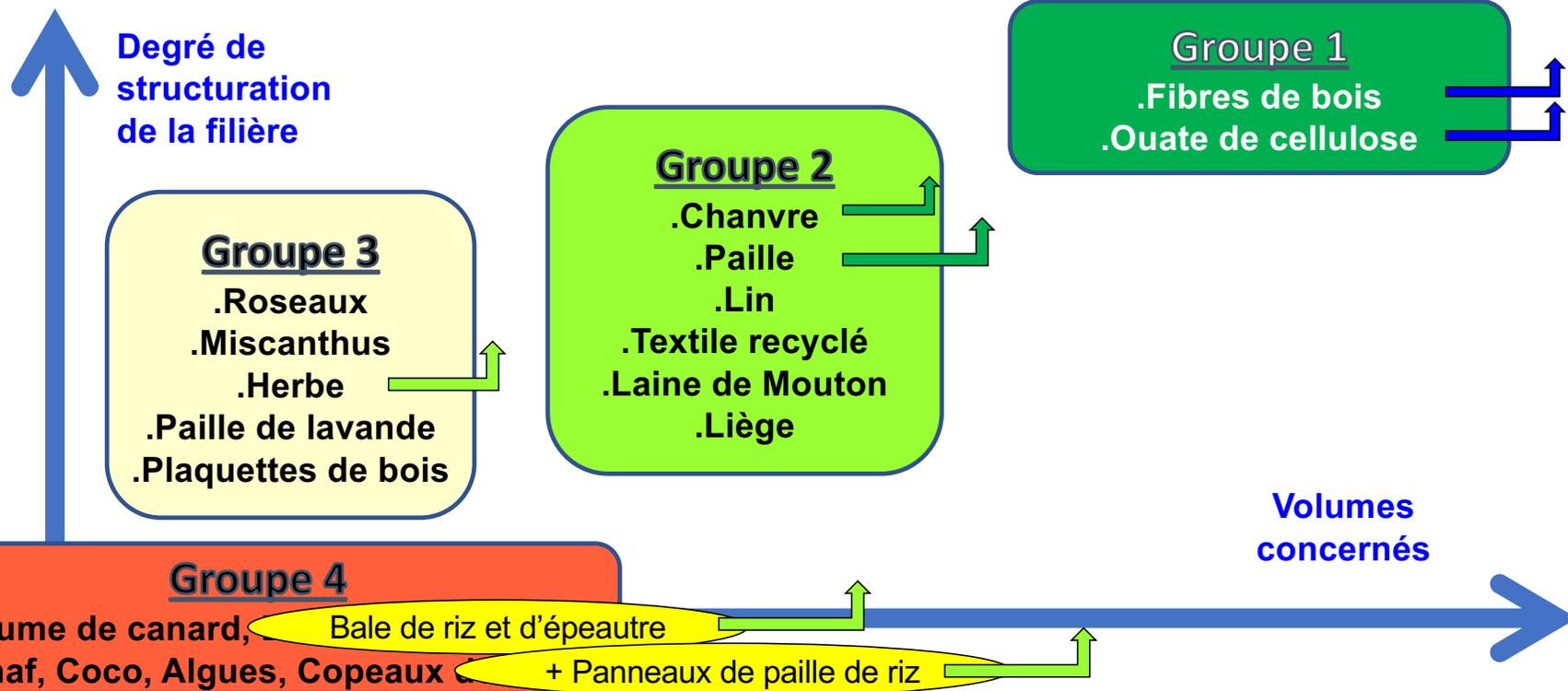
Les différentes filières, en 2012





Les différentes filières

, en 2023



Isolants biosourcés. Critères de choix

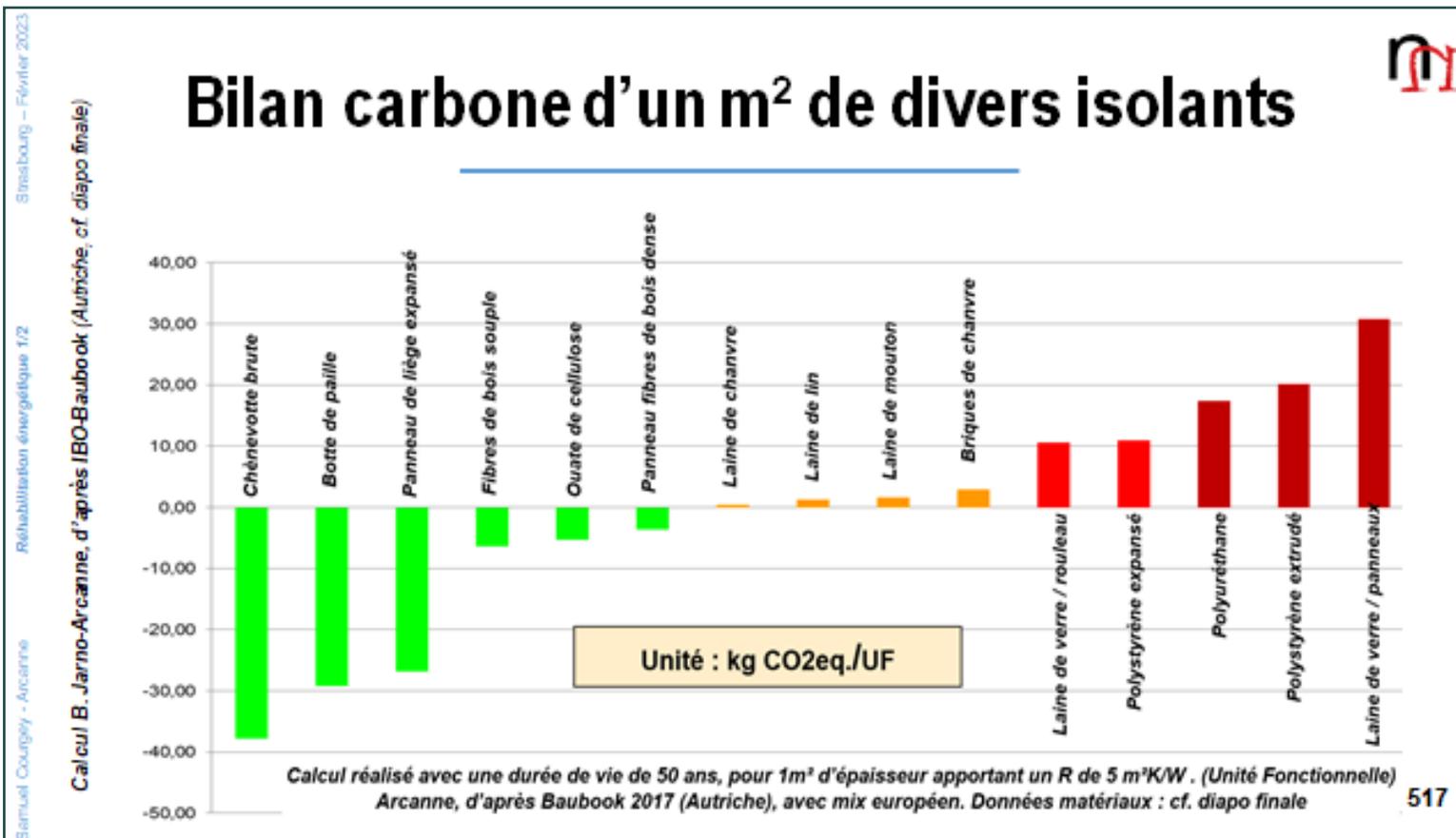
- **Adaptation à l'usage**
- **Assurabilité**
- **Coût** (pour un service rendu)
- **Facilité de mise en œuvre**
- **Bilan CO2**
- **Energie grise**
- **Conductivité th° / place prise / masse**
- **Déphasage**
- ... etc.



Isolants biosourcés. Critères de choix. (Et au regard de la réno passive ?)

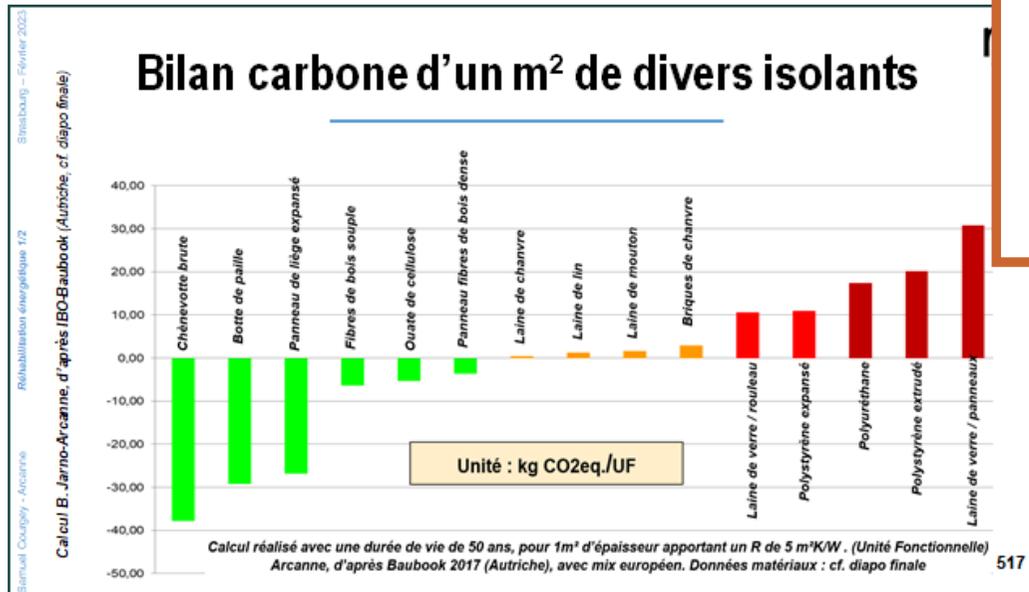
- **Adaptation à l'usage**
- **Assurabilité**
- Coût (pour un service rendu)
- Facilité de mise en œuvre
- Bilan CO2
- Energie grise
- Conductivité th° / place prise / masse
- Déphasage
- ... etc.

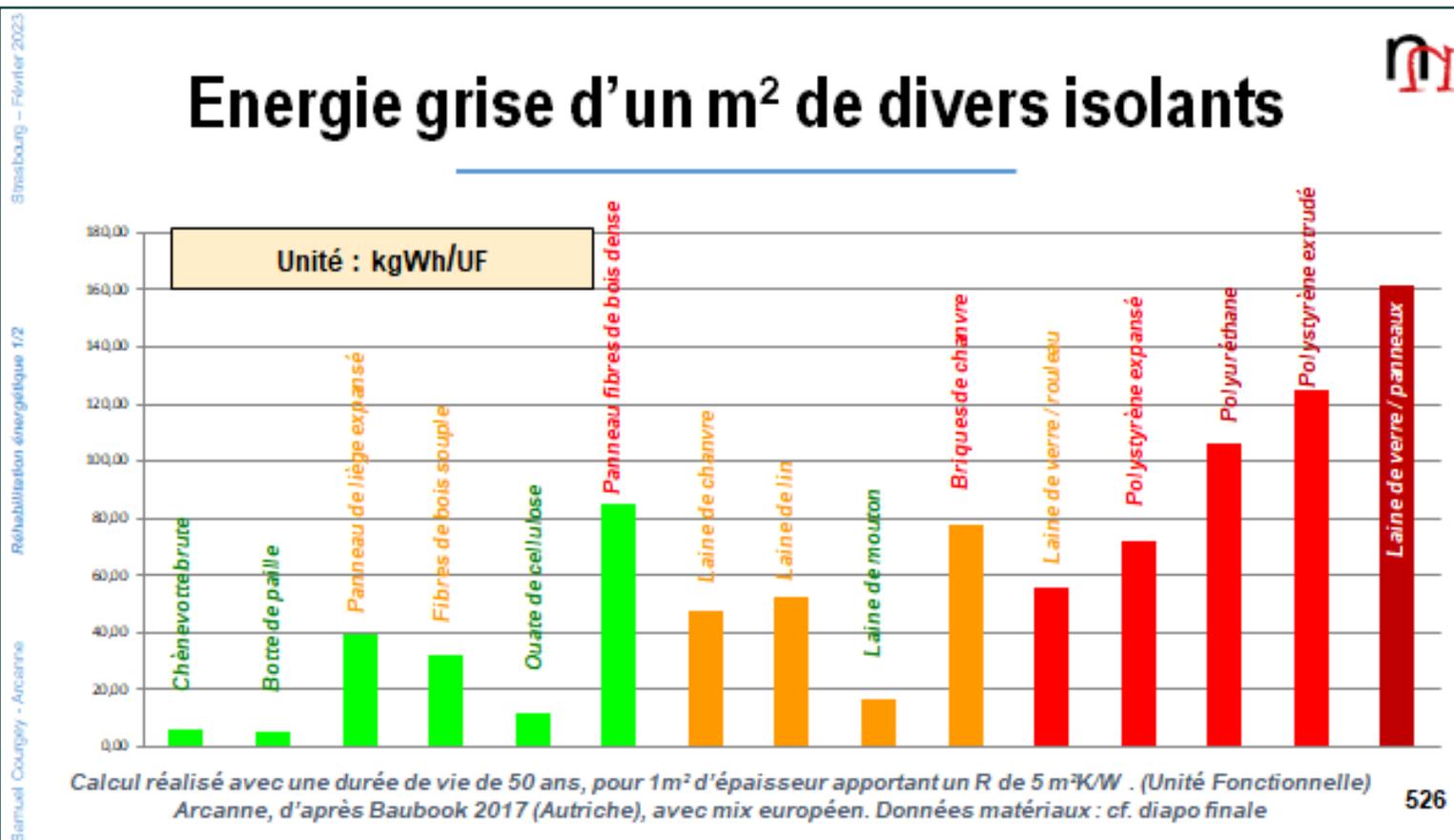




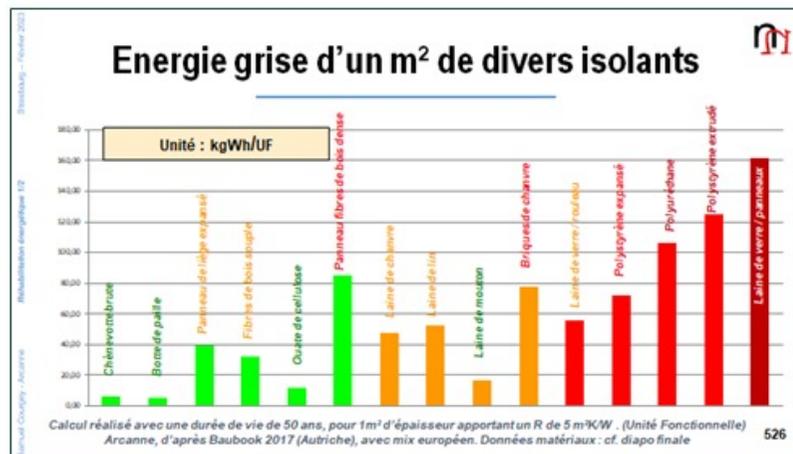


**On réalise la pertinence
des matériaux biosourcés,
particulièrement celle des
matériaux peu transformés !**





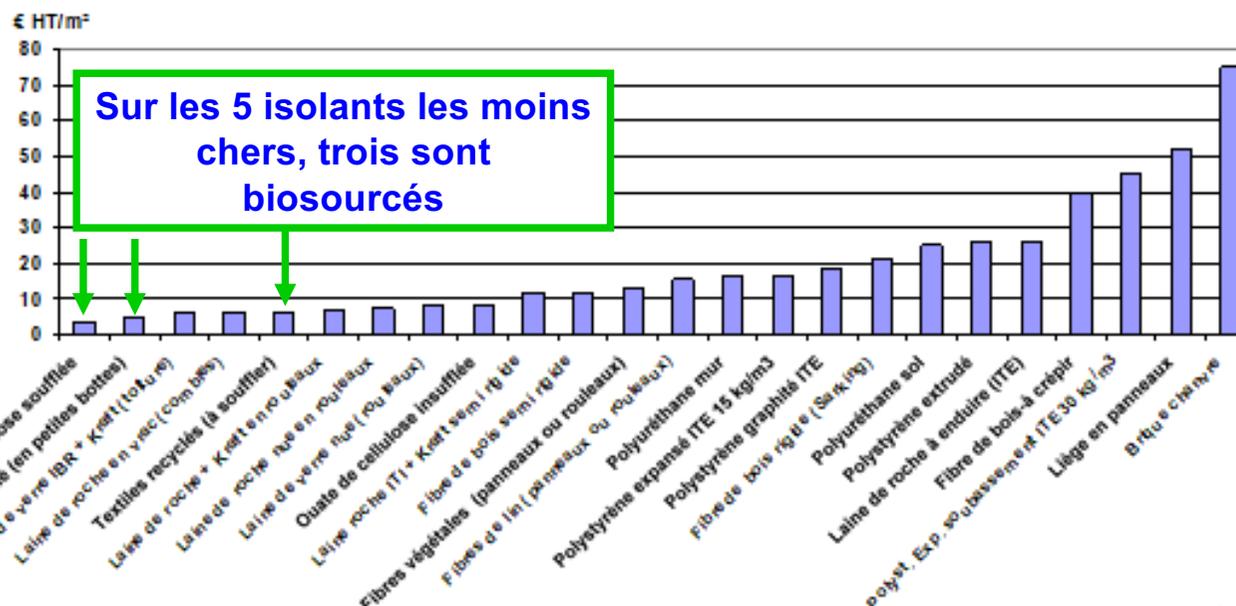
**On réalise la pertinence
des matériaux peu
transformés, et de ceux
issus de valorisation
(laine de mouton, papier...)**



Coût des isolants biosourcés

Source : Energetech d'après www.prix-de-gros.com

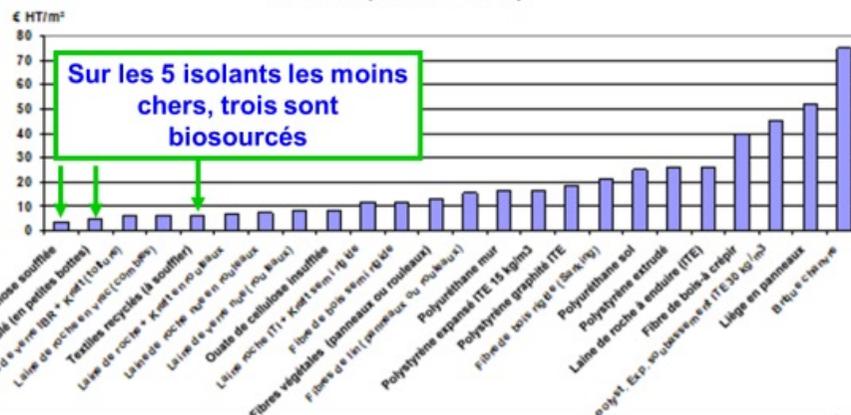
Coût des produits isolants pour R=5 m²K/W
en € HT/m² (valeur août 2014)



**On réalise la pertinence
 des matériaux peu
 transformés, et des vracs.**
 (Bottes de paille, ouate de
 cellulose...)

Coût des isolants biosourcés

Coût des produits isolants pour R=5 m²K/W
en € HT/m² (valeur août 2014)





Pour une facture énergétique de 2000 € (moyenne 2020 par logement), coût en €uros constants sur 10 ans...

	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans	50 ans
Pour une augmentation de l'énergie de 2 % par an	21.900	48.590	81.140	120.800	169.160
Pour une augmentation de l'énergie de 4 % par an	24.010	59.560	112.170	190.050	305.330
Pour une augmentation de l'énergie de 6 % par an	26.360	73.570	158.120	309.520	580.670
Pour une augmentation de l'énergie de 8 % par an	28.970	91.520	226.570	518.110	1.147.540

→ Réalisons qu'une rénovation passive divise la facture de chauffage par 4 à 10 !

ENVOLEE DES PRIX sur 12 mois (Octobre 2020 à octobre 2021, soit avant le conflit ukrainien) →

Rehabilitation énergétique Z2 | **Smart Building - Février 2022**

MI

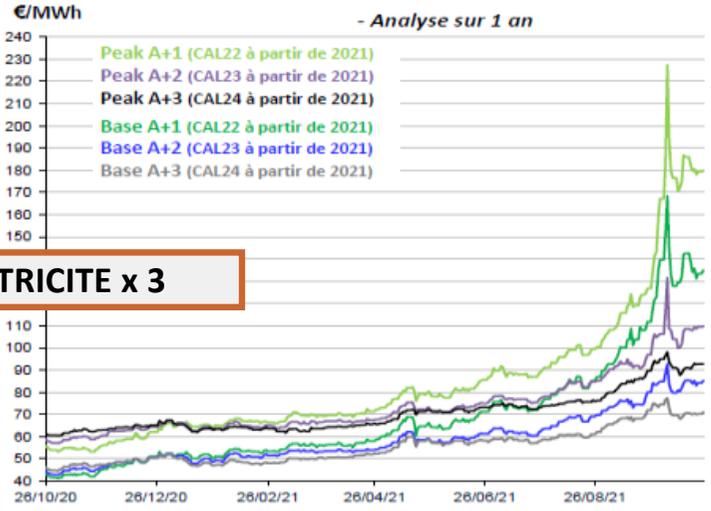
Pour une facture énergétique de 2000 € (moyenne 2020 par logement), coût en Euros constants sur 10 ans...

	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans	50 ans
Pour une augmentation de l'énergie de 2 % par an	21.900	48.590	81.140	120.800	169.160
Pour une augmentation de l'énergie de 4 % par an	24.010	59.560	112.170	190.050	305.330
Pour une augmentation de l'énergie de 6 % par an	26.360	73.570	158.120	309.520	580.670
Pour une augmentation de l'énergie de 8 % par an	28.970	91.520	226.570	518.110	1.147.540

→ Réalisons qu'une rénovation passive divise la facture de chauffage par 4 à 10 !

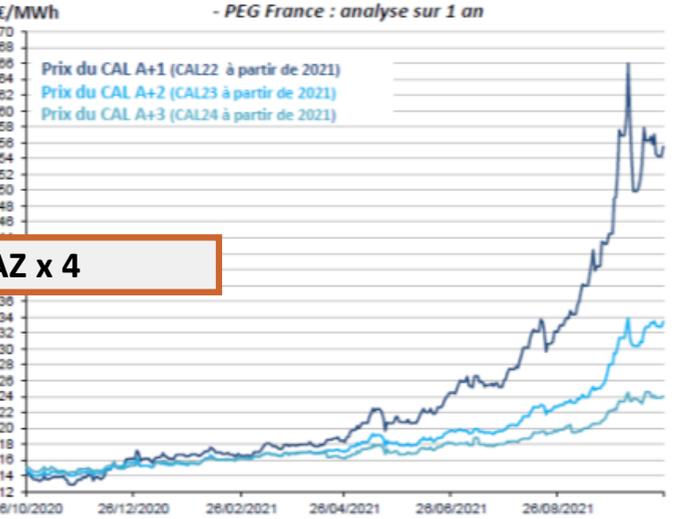
31

Marché de gros de l'électricité France



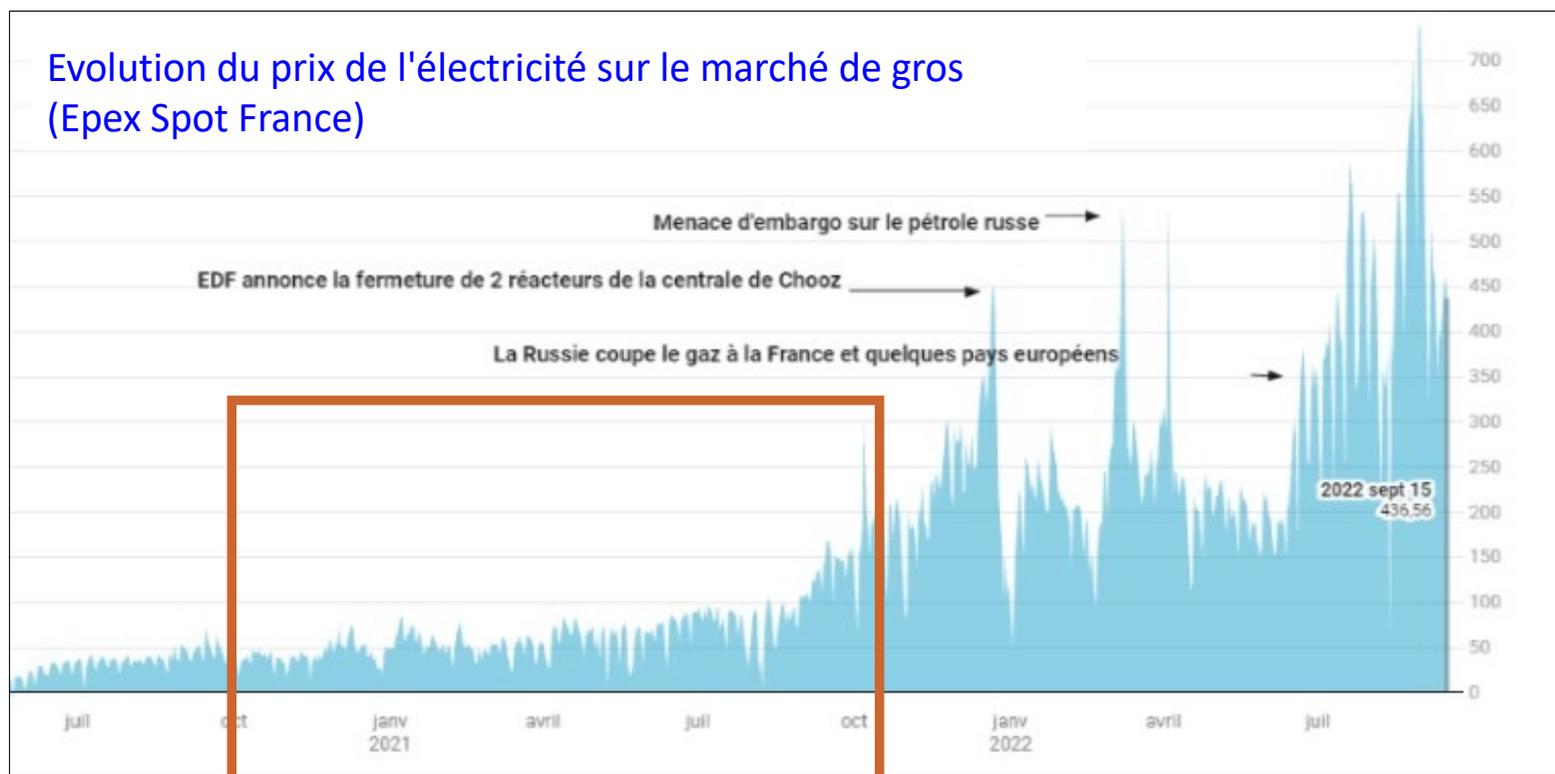
ELECTRICITE x 3

Marché de gros du gaz en France



GAZ x 4

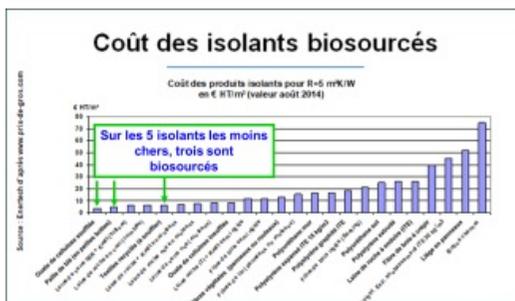
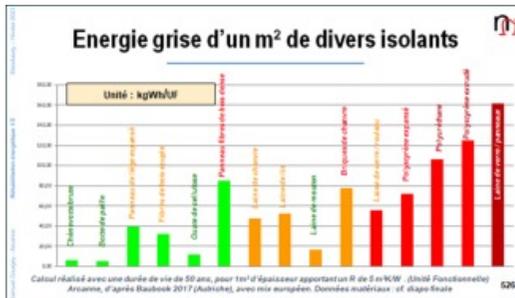
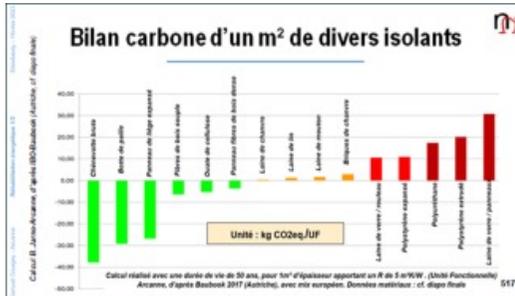
Evolution du prix de l'électricité sur le marché de gros (EpeX Spot France)



Après 30 ans, des matériaux & mises en œuvre particulièrement séduisantes*

	Chènevotte Balles de riz, de sarrasin, de petit épeautre...	Vrac de laine de chanvre, lin, bois, mouton, tissu recyclé...	Bottes de paille	Ouate de cellulose (de papier ou de carton)	Panneaux de liège expansé	Laine de chanvre, lin, bois, mouton, paille de riz, tissu recyclé ...	Panneaux de fibres de bois denses	Bétons végétaux légers (béton de chanvre...)	Briques végétales isolantes (briques de chanvre...)
Isolation horizontale de coffres	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isol. de sols de greniers et combles NA	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥				♥	
Isolation rampants, par le dessus	♥	♥	♥♥♥	♥				♥	
Isolation rampants, par le dessous	♥	♥		♥♥♥		♥♥♥			
Isolation rampants, méthode Sarking		♥					♥♥♥		
Fermeture coffres / pare-pluie isolant							♥♥♥		
Isolation de coffres (murs, rampants, ITE)	♥	♥	♥♥♥	♥		♥		♥	
Remplissage entre ossature, finition enduite			♥♥♥					♥♥♥	♥♥♥
Réfection remplissages entre pans de bois								♥♥♥	♥♥♥
Isolation extérieure enduite (ETICS)			♥♥♥				♥♥♥		♥
Isolation intérieure de murs maçonnés		♥		♥♥♥	♥	♥		♥	♥
ITI capillaire (pour murs maçonnés "fragiles")				♥♥♥				♥♥♥	
Isolation MOB et cloisons avec ossature	♥	♥	♥♥♥	♥♥♥		♥♥♥			
Réalisation de murs et cloisons (auto)porteurs			♥						♥♥♥
Isol. terre-plein, bas de murs, isol. enterrée					♥♥♥				

* Extrait de la « bulles des 2 rives »



Assurément, la paille et, les vracs en général, la ouate de cellulose* en particulier, ont de véritables atouts !

passibat

Après 30 ans, des matériaux & mises en œuvre particulièrement séduisantes

	Chènevotte Balles de riz, de sarrasin, de petit épeautre...	Vrac de laine de chanvre, lin, bois, mouton, tissu recyclé...	Bottes de paille	Ouate de cellulose (de papier ou de carton)	Panneaux de liège expansé	Laine de chanvre, lin, bois, mouton, paille de riz, tissu recyclé	Panneaux de fibres de bois denses	Bétons végétaux légers (béton de chanvre...)	Briques végétales isolantes (briques de chanvre...)
Isolation horizontale de coffres	♥♥♥♥	♥♥♥♥	♥♥♥♥	♥♥♥♥				♥	
Isol. de sols de greniers et combles NA	♥	♥	♥♥♥♥	♥♥♥♥				♥	
Isolation rampants, par le dessus	♥	♥	♥	♥		♥♥♥♥		♥	
Isolation rampants, par le dessous			♥	♥			♥♥♥♥		
Isolation rampants, méthode Sarking			♥	♥			♥♥♥♥		
Fermeture coffres / pare-pluie isolant							♥♥♥♥		
Isolation de coffres (murs, rampants, TTE)	♥	♥	♥♥♥♥	♥		♥		♥	
Remplissage entre ossature, finition enduite			♥♥♥♥	♥♥♥♥			♥♥♥♥	♥♥♥♥	♥♥♥♥
Réflexion remplissages entre pans de bois							♥♥♥♥	♥♥♥♥	♥♥♥♥
Isolation extérieure enduite (ETICS)			♥♥♥♥	♥♥♥♥		♥♥♥♥		♥	♥
Isolation intérieure de murs maçonnés		♥	♥	♥	♥	♥	♥	♥	♥
ITI capillaire (pour murs maçonnés "rigides")				♥♥♥♥					
Isolation MOB et cloisons avec ossature	♥	♥	♥♥♥♥	♥♥♥♥		♥♥♥♥		♥	♥
Réalisation de murs et cloisons (auto-porteurs)			♥	♥					♥
Isol. terre-plein, bas de murs, isol. enterrée					♥♥♥♥				

Passibat - 28 & 29 mars 2023 Pavillon Baltard 15

* La ouate en tant que telle, mais plus encore comme locomotive de l'ensemble des isolants BS en vracs peu transformés.

2

Retour d'expérience de rénovations biosourcées BBC++



Jean-Baptiste ROUZIN // Charpentier menuisier et encadrant technique CAE Les Chantiers de Demain, rénovateur BBC conventionné Région Normandie, certifié DDQE

Rénovateur BBC c'est quoi ?

- Organisation, Pilotage, Coordination (OPC)
- Gère les interfaces et les interactions entre les différents lots
- Chaque chantier est testé par un expert indépendant
 - Étanchéité de l'enveloppe $Q_{4pa-surf} \max < 0,8 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$
 - Contrôle du bon fonctionnement de la VMC



Rénovation globale BBC de bâtiments construits avant 1948 en pierre de Caen



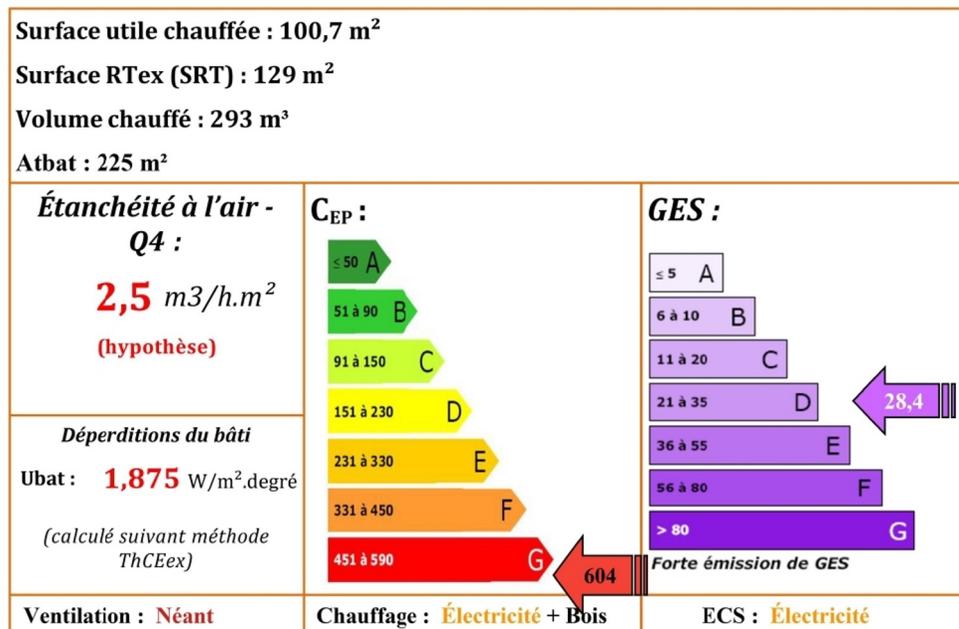
© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Étude thermique dynamique réalisée par Jean Hourany du BET Bâtiderm

A. SITUATION INITIALE



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Le coefficient U_{bat} est un coefficient réglementaire qualifiant les déperditions du bâti.

Le coefficient C_{EP} est le coefficient de consommation en énergie primaire conventionnelle par mètre carré de surface S_{RT} et par an (voir lexique). Il prend en compte les coefficients d'étanchéité à l'air (Q₄), d'isolation (U_{bat}) ainsi que le type de ressource énergétique

Préparation de l'enveloppe avant isolation, purge des enduits ciment et jointoiement à la chaux.



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Réparation des éléments structurels dégradés



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Découpe des planchers et préparation du passage de membrane afin d'avoir une continuité de l'isolation et de la membrane d'étanchéité



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Mise en place de la structure recevant la ouate de cellulose et la membrane.



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Insufflation de la ouate de cellulose



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Traitement des ébrasements



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

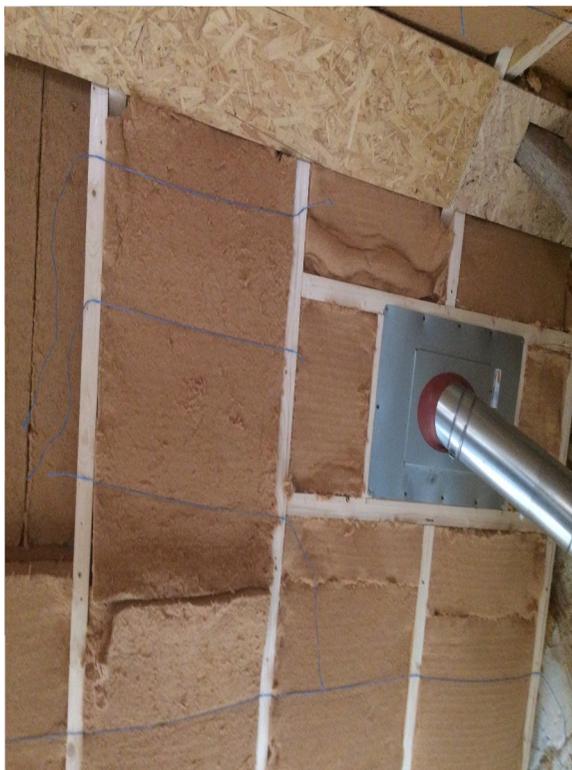


© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

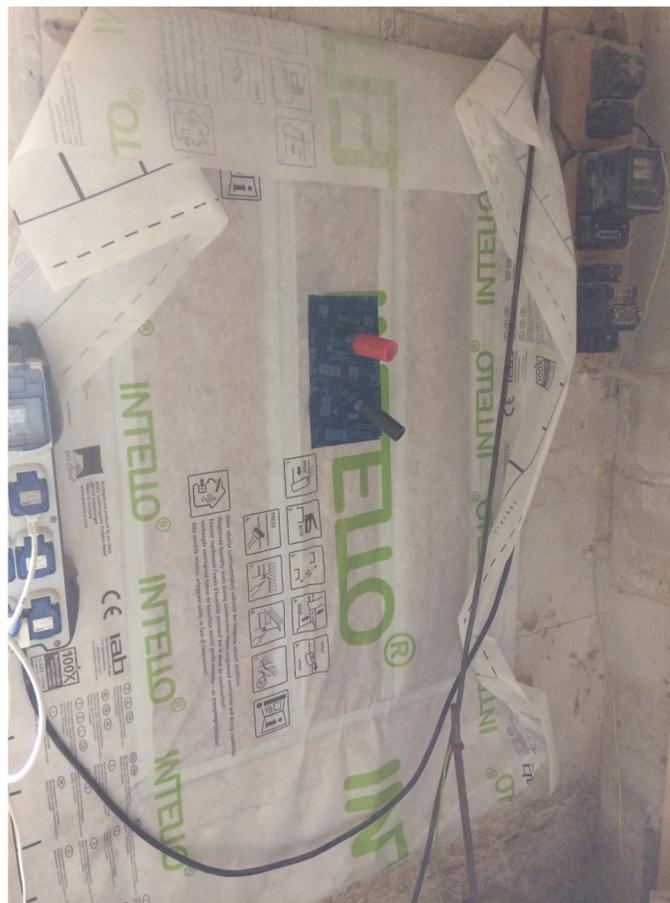
Traitement des points singuliers : pénétration des réseaux



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

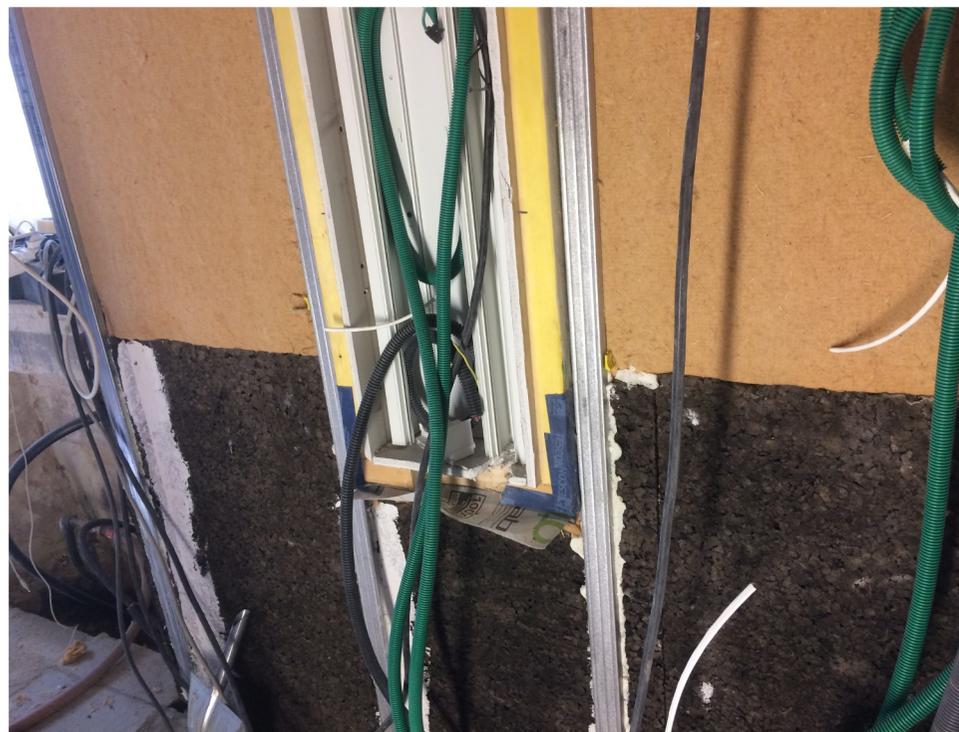


© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Traitement des points singuliers : mise en place de liège expansé, isolant résistant aux remontées capillaires résiduelles



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Test intermédiaire avant la pause des parements

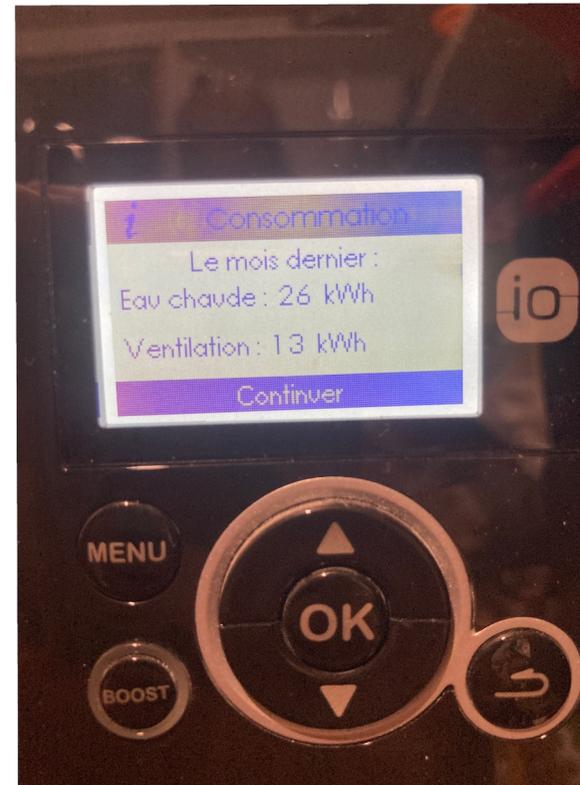


© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Thermodynamique sur air extrait : une alternative à la VMC double flux en rénovation ?



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Chauffage poêle à granulés



© Jean-Baptiste ROUZIN, Les Chantiers de Demain

Étude thermique finale après test d'étanchéité

Surface utile chauffée : 112,8 m²

Surface RTex (SRT) : 151,2 m²

Volume chauffé : 317,7 m³

Atbat : 252,6 m²

Étanchéité à l'air - Q4 :

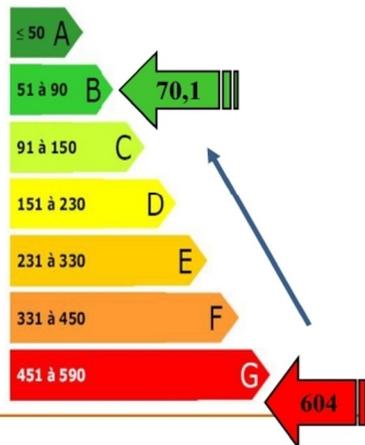
0,39 m³/h.m²
(mesuré)

Déperditions du bâti

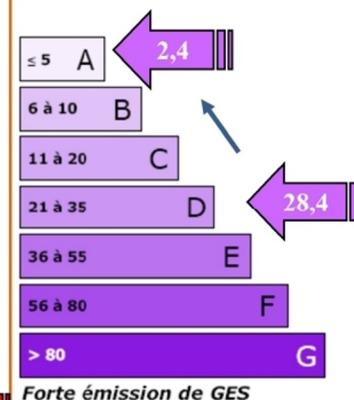
Ubat : **0,49** W/m².degré

(calculé suivant méthode
ThCEex)

C_{EP} :



GES :



Forte émission de GES

Votre projet est éligible au chèque de niveau de 3 BBC de la région

Le coefficient Ubat est un coefficient réglementaire qualifiant les déperditions du bâti. Le coefficient C_{EP} est le coefficient de consommation en énergie primaire conventionnelle par mètre carré de S_{RT} et par an (voir lexique).

3

Focus sur l'ITE paille, état de l'art et retour d'expérience



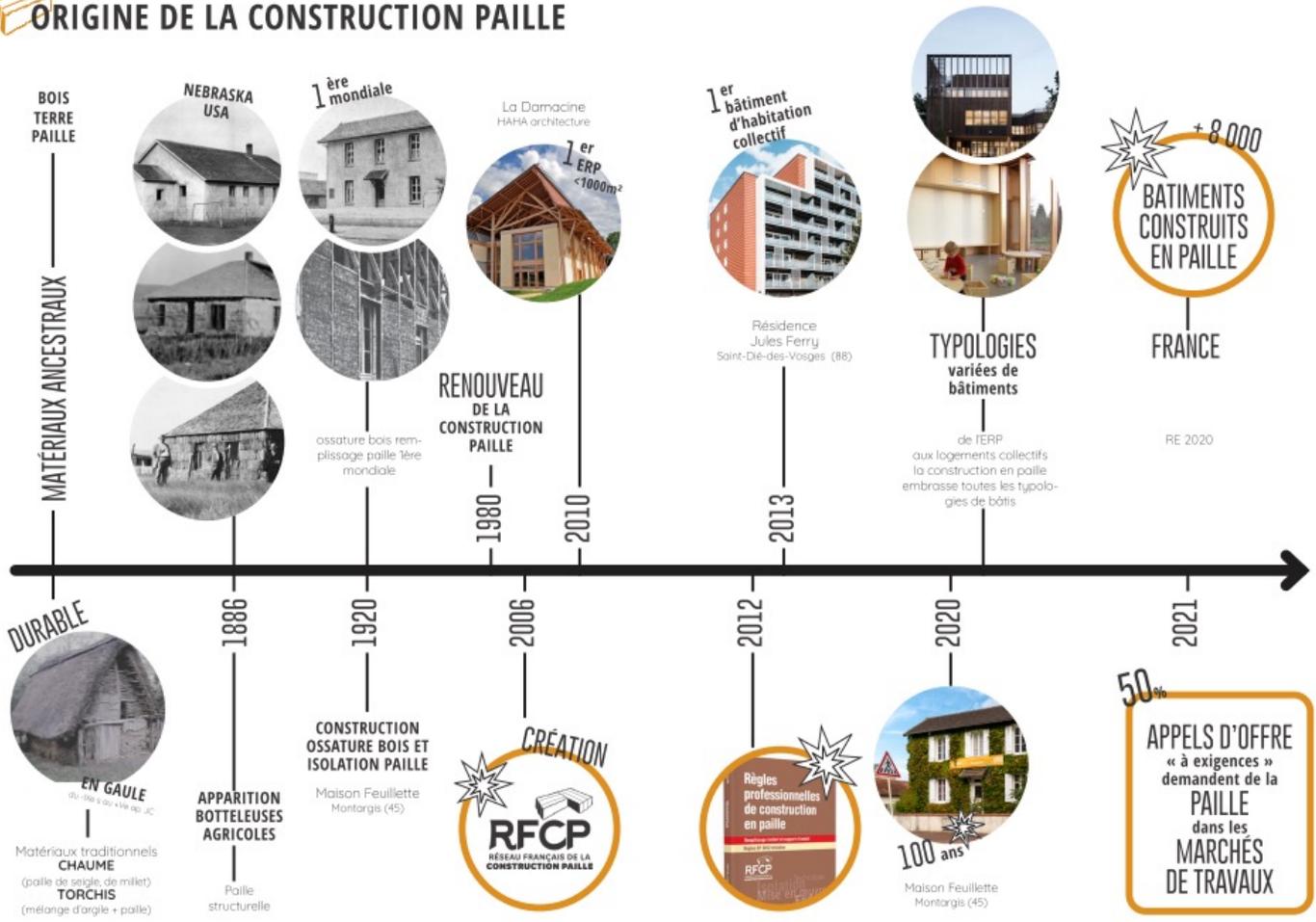
Rémi DOUCET // Architecte, membre du réseau paille et acteur de la rénovation en copropriété



Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation



ORIGINE DE LA CONSTRUCTION PAILLE



PASSIBAT 2023 : « Quels isolants biosourcés pour la rénovation énergétique passive ? »



Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation

MATÉRIAU

COPRODUCTION ANNUELLE ABONDANTE

La paille est issue de la production de blé qui fonde notre alimentation, la France est d'ailleurs le 1er producteur européen et le 57ème mondial. Les quantités de paille à utiliser pour le bâtiment diversifient son usage sans peser sur les besoins agricoles (amendements, paillage, litière...).

DU CHAMP AU BÂTIMENT

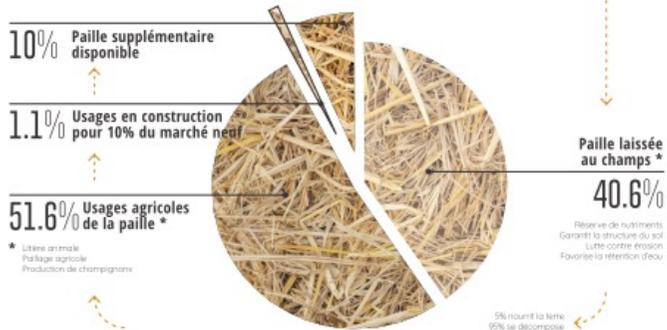
La paille de blé est majoritairement utilisée dans la filière construction, car c'est la plus abondante et c'est celle prescrite par les règles professionnelles en vigueur. Ces dernières prescrivent les modalités de conception, fabrication et mise en œuvre :

- > des bottes de pailles elles-mêmes ;
- > des ouvrages de construction utilisant les bottes de pailles comme remplissage isolant ainsi que support d'enduit.

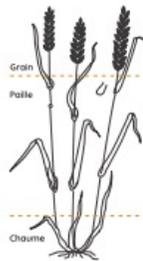
L'usage des bottes de paille en tant que matériau isolant performant et vertueux valorise une ressource disponible sans production spécifique.

VALORISATION DES USAGES

Le graphique ci-dessous rassemble des données statistiques sur une moyenne annuelle de 3 ans de 2018 à 2020. La conclusion est que l'usage de la paille comme isolant dans l'idéal de 100% des constructions neuves nécessiterait seulement 10% de la paille produite. Ainsi, tout en préservant les autres usages, la généralisation de la paille dans le bâtiment avantagera la filière agricole en la diversifiant.



LA PAILLE, C'EST QUOI EXACTEMENT ?



La paille est une tige de graminées dépouillée de son grain. C'est une fibre végétale naturelle issue de la production agricole de céréales.

Il existe différents types de pailles :
- la paille de blé, d'orge, de seigle, de riz, etc.



CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES



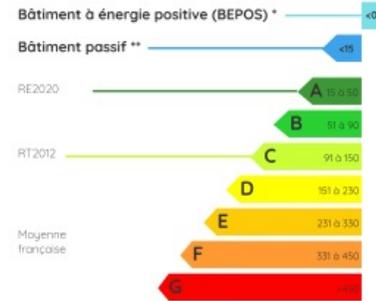
La paille est parfaitement adaptée pour réaliser des bâtiments passifs et même ceux à énergie positive lorsqu'elle est utilisée en paroi et en toiture.

Retrouvez tous les rapports de test sur le site www.rfcp.fr
Onglet >> La construction paille >> Ressources réglementaires et normatives

DENSITÉ	entre 80 et 120 kg/m ³	
DIMENSIONS COURANTES	36 cm x 46 cm x L - (55 < L < 140 cm)	
Fibres transparentes ou fluo thermiques	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE	$\lambda = 0,048$ W/(m.K)
	RÉSISTANCE THERMIQUE	$R = 7,5$ m ² .K/W
	COEFFICIENT 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	$\mu = 1,04$ (Sd = 0,12m)	
CLASSEMENT DE LA RÉACTION AU FEU	B - S1 - d0 (paille enduite à la chaux)	
CLASSEMENT DE RÉSISTANCE AU FEU	REI 120	
COMPORTEMENT AU FEU DES FACADES	3 essais LEPHIR II réussis	
AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE	-43 dB (paille enduite à la terre crue)	
VALEUR POUR LABEL BÂTIMENT BIOSOURCÉ	40 kg/m ²	
EMPREINTE CARBONE (FDES)	-9,11 kg EqCO ₂ /m ² (pour une résistance thermique de 7,5 m ² .K/W - source Inies)	
ÉTIQUETTE QUALITÉ DE L'AIR	A+	

Le matériau paille est un isolant très performant. Il convient pour une utilisation en paroi et en toiture.

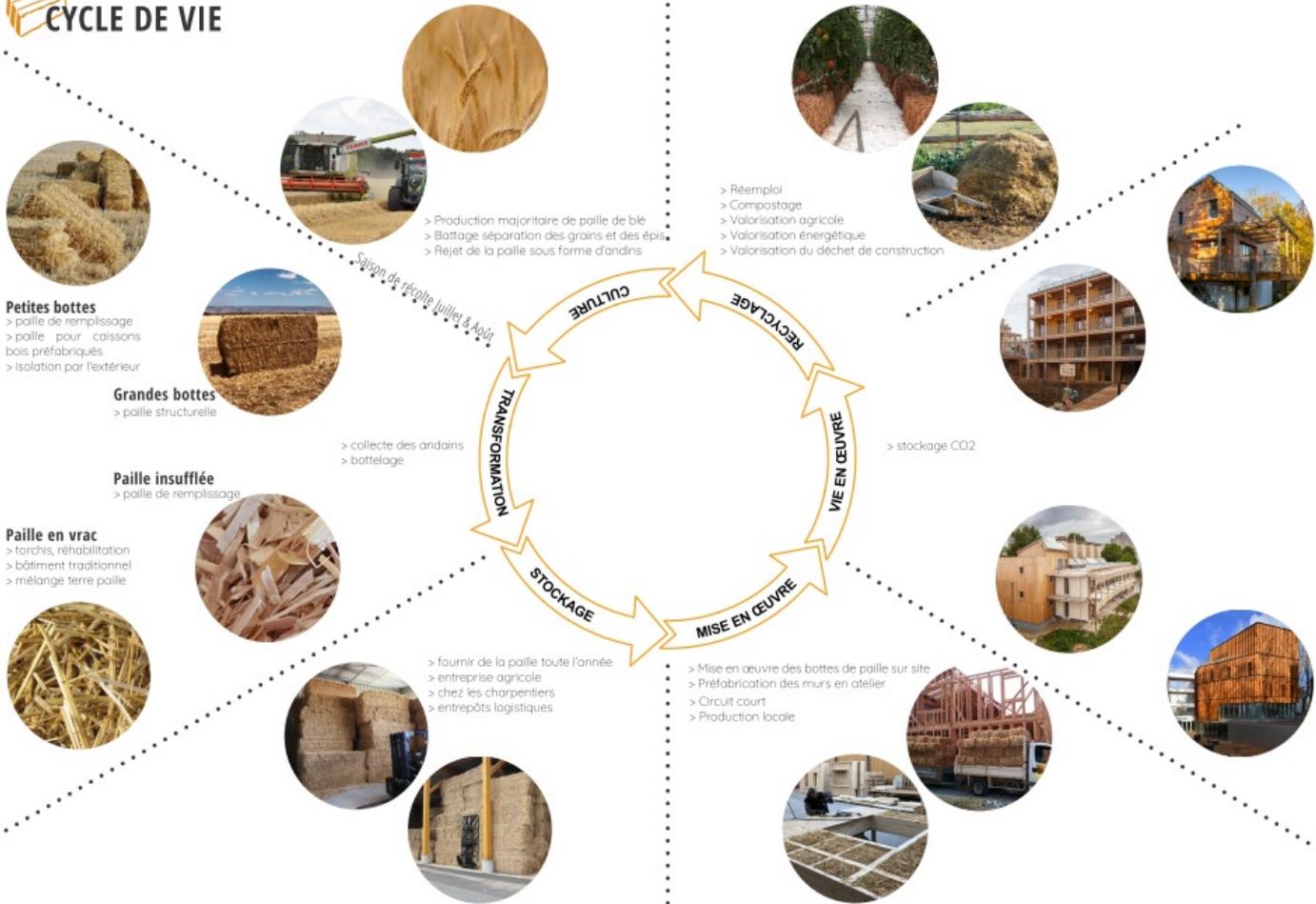
Détails des consommations (kWh/m²/an) :





Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation

CYCLE DE VIE





Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation



RÈGLES PROFESSIONNELLES

UN CADRE NORMATIF

Les Règles Professionnelles acceptées par l'Agence de la Qualité des Construction (AQC) sont des documents techniques élaborés par les professionnels du bâtiment en l'absence d'autres textes pour déterminer les modalités d'exécution de travaux. Elles ont pour but de rendre accessible à tous le savoir-faire des professionnels de la construction (concepteurs, BET, constructeurs...).

Historique de la rédaction des Règles Professionnelles

Depuis la création du Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) en 2006, la volonté de promouvoir et de faire reconnaître l'usage de la paille dans le bâtiment passe par la professionnalisation de la filière.

Dès sa création le RFCP s'est attaché à réunir les différents acteurs français (concepteurs BET, artisans, entrepreneurs...) ayant expérimenté la construction avec de la paille dans le but de rédiger les Règles Professionnelles. Les règles sont une œuvre collégiale et collaborative représentative d'un consensus professionnel.

La rédaction de ces Règles professionnelles de la Construction en Paille a été approuvée par la Commission Prévention Produit (C2P), instance de l'AQC en juin 2011. Elles sont publiées aujourd'hui chez l'éditeur Le Moniteur et en sont à leur troisième édition sous l'ISBN

Un cadre normatif

Ces Règles Professionnelles de la Construction Paille constituent le cadre officiel et normatif applicable en France.

Ce texte réglementaire, qui a fait l'objet d'un suivi d'expérience pendant 5 ans, a permis de lever un frein important de la filière paille, lié à l'assurabilité des chantiers et des bâtis. Depuis 2017, les Règles Professionnelles sont maintenant acceptées par la C2P sans suivi de retour

d'expérience, ces constructions sont de techniques courantes. À ce titre, les acteurs de la construction en respectant et appliquant ces règles peuvent bénéficier de barèmes d'assurance standards (décennale notamment).

Les Règles Professionnelles sont un guide pour les concepteurs, les constructeurs, les assureurs, les contrôleurs techniques et les experts qui travaillent autour de la construction en paille.

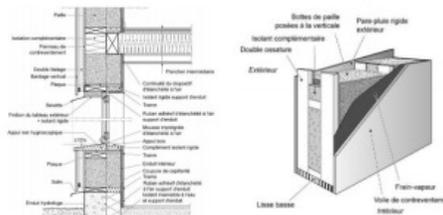
Les différents professionnels souhaitant utiliser ce matériau, le préciser et/ou le mettre en œuvre et bénéficier d'une assurance «technique courante», doivent suivre la formation de 35h et avoir l'attestation de réussite validée par un test à l'issue de la formation.

La mise en œuvre de matériaux de construction doit être réalisée par une entreprise/artisan qualifié. Le RFCP a mis en place un référentiel de formation dont la «Pro-Paille» qui couvre les pratiques décrites dans les Règles Professionnelles et qui permet aux professionnels de se former pendant 5 jours sur ces compétences.

L'ouvrage Règles Professionnelles CP 2012 et la formation détaillent ainsi :

- les propriétés du matériau botte de paille,
- les systèmes constructifs liés à l'usage de la paille (ossatures, isolation),
- la gestion des interfaces entre corps d'état (menuiseries, équipements techniques),
- la mise en œuvre des enduits, des bardages et des vêtements,
- la mise en œuvre et les contrôles à effectuer sur les bottes de paille pour s'assurer de leur qualité.

De nombreux documents pratiques sont proposés en annexe : cahier des charges, bordereaux, procédures et fiches de contrôle qualité, méthodes de calcul, cartes des conditions climatiques, etc.



ant la mise en œuvre de l'ITE paille e par... est en cours de vali-



SE FORMER

LA FORMATION PRO-PAILLE

Durée : 5 jours

L'optimisation de la conception d'un bâtiment utilisant de la paille et la mise en œuvre de bottes de paille dans la construction répondent à des exigences précises et nécessitent le suivi d'une formation. L'ouvrage des Règles CP 2012 révisées s'accompagne d'un référentiel de formation qui se décline sur une durée de 35h.

La botte de paille mise en œuvre dans la construction doit répondre à des exigences précises. Elle nécessite une adaptation des pratiques des professionnels.

La formation Pro-Paille s'adresse aux professionnels et aux particuliers soucieux d'acquérir des bases solides pour leurs projets. Elle permet d'appréhender et maîtriser cette réglementation à partir d'exercices pratiques et de cours théoriques. Elle s'appuie sur une méthode pédagogique élaborée par des professionnels de la construction paille et de la formation. Elle est validée par un examen final donnant lieu à une attestation de réussite. La « Pro-Paille » est délivrée par les organismes de formation accrédités par le Réseau Français de la Construction Paille.

Objectifs

- Appréhender le matériau botte de paille, en connaître les caractéristiques et les limites
- Connaître les bases de la thermique et de la physique du bâtiment
- Connaître le contexte réglementaire applicable à la construction en paille
- Apprendre à utiliser et maîtriser les Règles Professionnelles de construction en paille
- Découvrir et pratiquer les principales techniques de construction en paille
- Réaliser la première couche d'accroche d'un enduit sur un support en paille
- Rédiger une fiche de contrôle de qualité de mise en

Programme & calendrier des formations sur www.rfcp.fr



œuvre de la paille

LES MODULES PAR MÉTIERS

Durée : 1-3 jours

Pour répondre aux besoins spécifiques des professionnels, le RFCP met en place 6 formations courtes (d'un à trois jours) appelées «Modules par métier» qui sont dispensées sur tout le territoire, comme la «Pro-Paille». Les « Modules par métier » sont encadrés par des formateurs et formatrices certifiées par le RFCP. Ils s'adressent uniquement aux professionnels en activité de chaque métier concerné.

Les différents modules

- **Pro-Paille, architecture et MOE**
Durée 2 jours, présentiel
- **Paille & charpenterie**
Durée 3 jours, présentiel
- **Paille & enduits**
Durée 3 jours, présentiel
- **Paille & Réseaux - CVC**
Durée 1 jour, présentiel
- **Paille & Maîtrise d'Ouvrage**
Durée 1 jour, présentiel
- **Paille & Assurance et bureaux de contrôle**
Durée 1 jour, présentiel



passibat
LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

PASSIBAT 2023 : « Quels isolants biosourcés pour la rénovation énergétique passive ? »



Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation



TECHNIQUES NON COURANTES

ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR

CONTEXTE & ENJEUX

La rénovation énergétique des bâtiments constitue un des leviers pour tendre vers un modèle de développement en adéquation avec des objectifs de neutralité carbone. Face aux 4,8 millions de passoires thermiques dénombrées en France, les enjeux liés à la diminution de la consommation énergétique des bâtiments doivent impérativement être ambitieux.

En isolant les bâtiments existants avec des matériaux biosourcés comme la paille, le secteur de la construction joue un rôle central dans la lutte contre le dérèglement climatique. Une meilleure isolation des constructions contribue à diminuer leurs dépendances énergétiques.

La paille est un matériau complet, qui peut être utilisée pour la construction neuve et l'amélioration du parc bâti existant. C'est à la fois un matériau isolant performant pour le confort d'hiver et son déphasage thermique est un atout majeur pour améliorer le confort d'été. Elle reste perméable à la vapeur d'eau et n'affecte pas le transfert hygrométrique de la paroi. Elle permet par ailleurs un chantier sain et à faible nuisance. Elle est également adaptée à la rénovation en milieu occupé. La pérennité du matériau est également l'un de ses atouts majeurs. Il nous permet aujourd'hui d'avoir un retour d'expérience avec des bâtiments qui sont encore sur pieds après 100 ans et qui conservent toute leurs performances.

Dans le cadre d'une rénovation énergétique, une ITE en bottes de paille s'avère être un excellent choix et pour plusieurs raisons :

- un bâtiment mieux isolé est moins énergivore et donc moins dépendant des énergies fossiles (gaz, électricité). Ainsi il voit réduire de façon significative ses besoins en chauffage et en climatisation

- des travaux de ravalement peuvent permettre de valoriser un bâti en lui offrant une nouvelle écriture architecturale (pose d'un bardage bois sur un bâtiment qui a toujours eu de l'enduit par exemple)

- l'investissement financier dans une isolation pérenne c'est aussi la garantie d'une plus-value car l'isolant sera toujours en place au moment de la revente

En ITE, l'une des contraintes rencontrées est l'épaisseur du matériau à mettre en œuvre pour limiter les empiètements. En réduisant l'épaisseur des bottes de paille à 22 cm, la rénovation énergétique du bâtiment reste supérieure aux exigences réglementaires ($R=42 \text{ W/m}^2\text{K}$). Le matériau conserve toutes ses performances.

CADRE NORMATIF

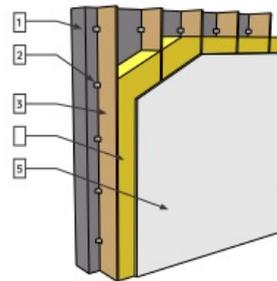
Une bonne partie des éléments techniques nécessaires à la réalisation d'une ITE Paille sont déjà décrits dans «les Règles professionnelles CP2012». Certaines spécificités liées à l'ITE n'y sont pas encore décrites (bas de mur/accroche ou mur support...) et un travail de rédaction d'un nouveau référentiel pour l'ITE Paille est en cours de rédaction.

Ce cadre normatif vient ajouter notamment la reconnaissance et le diagnostic d'une paroi support, l'analyse des propriétés hygrométriques et sa capacité à recevoir des charges.

La montée des exigences en terme de rénovation thermique et félan actuel pour l'ITE paille, avec des projets de plus en plus nombreux et ambitieux, est encourageante pour la publication d'un nouveau texte de référence, coécrit par l'ensemble des professionnels du domaine.

13 ITE AVEC STRUCTURE BOIS VERTICALE

(mise en œuvre possible avec des bottes de 37 ou 22cm)

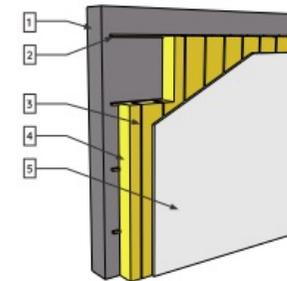


1. Mur existant
2. Equerre de fixation
3. Structure bois traversante
4. Bottes de paille
5. Enduit chaux (ou variante bardage)

Épaisseur de l'enveloppe ajoutée : 41 cm
environ 37 cm botte de paille + 4 cm enduit
Poids enveloppe ajoutée : 36 kg/m² paille
+ enduit terre/chaux 80kg/m² 130kg/m² environ
Résistance thermique : 73 m²K/W
Déphasage thermique ajouté 12-16h
Bilan carbone : -14 kg EqCO₂/m² (stockage carbone)

14 ITE PLAQUÉE SUR PAROI EXISTANTE

(mise en œuvre possible avec des bottes de 37 ou 22cm)



1. Mur existant
2. Réseau ferré de la maçonnerie
3. Fauillard de cerçage
4. Bottes de paille
5. Enduit chaux (ou variante avec différents types d'enduits, de végétaux ou de bardages possible)

Épaisseur de l'enveloppe ajoutée : 26 cm
environ 22 cm + 4 cm enduit
Poids enveloppe ajoutée : 36 kg/m² paille
+ enduit terre/chaux 80kg/m² 130kg/m² environ
Résistance thermique : 73 m²K/W
Déphasage thermique ajouté 12-16h
Bilan carbone : -8.6 kg EqCO₂/m² (stockage carbone)



passibat
LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE



Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation



Logements collectifs | ITE paille 36cm



LOGEMENT SOCIAL PARIS HABITAT

Paris, rue Convention, 15e arr. (75)



Une ITE en paille offre une plus grande qualité hygrothermique qu'une ITE conventionnelle : elle n'empêche pas les transferts de vapeur d'eau à travers la façade et le confort d'été est nettement amélioré. L'enduit minéral épais généralement appliqué sur la paille garantit une longue durée de vie à l'enveloppe. Par ailleurs, sa forte épaisseur incite à la pose des menuiseries dans le plan de l'isolant, améliorant les performances et augmentant les volumes intérieurs.

Edouard Vermès, artisan & ancien architecte chez Trait Vivant

Les premières bottes ont été posées en juillet avec deux techniques de pose. La première, innovante, consiste à poser les bottes horizontalement et à les sangler avec des bretelles. Ces dernières sont en réalité des feuillets en plastique que l'on emploie pour cercler les emballages. Ils sont tendus et accrochés mécaniquement dans le mur. Dans les étages supérieurs, les bottes sont insérées verticalement dans une assature bois selon la technique en épine, définie par les règles professionnelles éditées en 2012. Les bottes sont ensuite recouvertes d'un badigeon de terre qui vient les protéger du feu et de l'humidité le temps du chantier, puis elles reçoivent un enduit chaux-sable sur 4 cm d'épaisseur. Deux tests récents au CSTB et FCBA garantissent une tenue au feu pendant 2h de ce complexe.

Benoit Rougelot, architecte Landfabrik

Maître d'ouvrage : Paris Habitat
Architecte : Landfabrik / Trait Vivant
Lot bois : Depuis 1920
Lot paille : APLibat, Construire Solidaire
Lot Enduits : APLibat, Construire Solidaire
Lot Paille : Pascal Gbert
BE Thermique : Qui Plus Est
BE Structure : Yannig Robert
Bureau de contrôle : APAVE

Surface : 400 m² de façade
Hauteur : R+7
Durée de chantier : 2 mois
Livraison : 2020
Budget : 220 000 € HT
Coût : 243 €/m² de façade hors échafaudage
Quantité de paille : 800 bottes (36x46x90cm)
Transport : 55 km champ > chantier
Mise en œuvre paille : sur chantier



passibat
LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE



Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation



Logement individuel | ITE paille 36 cm



MAISON INDIVIDUELLE

Balançourt sur Essonne (91)

Le maître d'ouvrage est un pionnier dans son entourage, il est très impliqué et volontaire tout au long du chantier. Ce projet était l'une de nos premières réalisations ITE en paille, c'était pour nous un chantier expérimental. Lorsque l'on travaille sur de l'ITE paille, on s'intéresse à la fois à la charpente, à la structure bois, à la paille et aux enduits. Ce projet nous a permis de mettre au point une méthode de travail que nous appliquons pour nos autres projets.

L'entreprise qui a travaillé sur le chantier réalisait également l'un de ses premiers chantiers d'ITE en paille en pose bretelle. Malgré des retards de livraison des menuiseries, la bonne communication avec l'entreprise et la maîtrise d'ouvrage nous a permis de mener à bien ce projet.

Adele Terrier Vasse, architecte chez Trait Vivant

Pour ce projet, c'est le système de pose en "bretelle" avec une ITE paille de 36cm qui a été retenu. Ce système est plus exigeant sur la densité des bottes et il permet d'obtenir moins de ponts thermiques grâce une meilleure homogénéité de la paille sur l'ensemble de la paroi et ça facilite aussi la pose des enduits. Contrairement à une ITE paille de 22cm, le coût est réduit car je me suis fourni directement chez le paysan qui produit des bottes denses de 110cm de long et j'ai également utilisé moins de quincaillerie.

Edouard Vermès, artisan, alterbati & SCOP les grands mûriers

Maître d'ouvrage : Privé
Architecte : Trait Vivant
Lot bois : Alter Bâti
Lot paille : Alter Bâti
Lot enduits : Ravalement de Paris
Surface : 212 m² de façade
Hauteur : R+2
Durée de chantier : 77 jours
Livraison : 2021
Budget : 70 000 € HT
Coût : 330 €/m² de façade (enduits inclus)
Quantité de paille : 420 bottes (36x49x110cm)
Transport : 75 km champ > chantier
Mise en œuvre paille : sur chantier



LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE



Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation





Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation



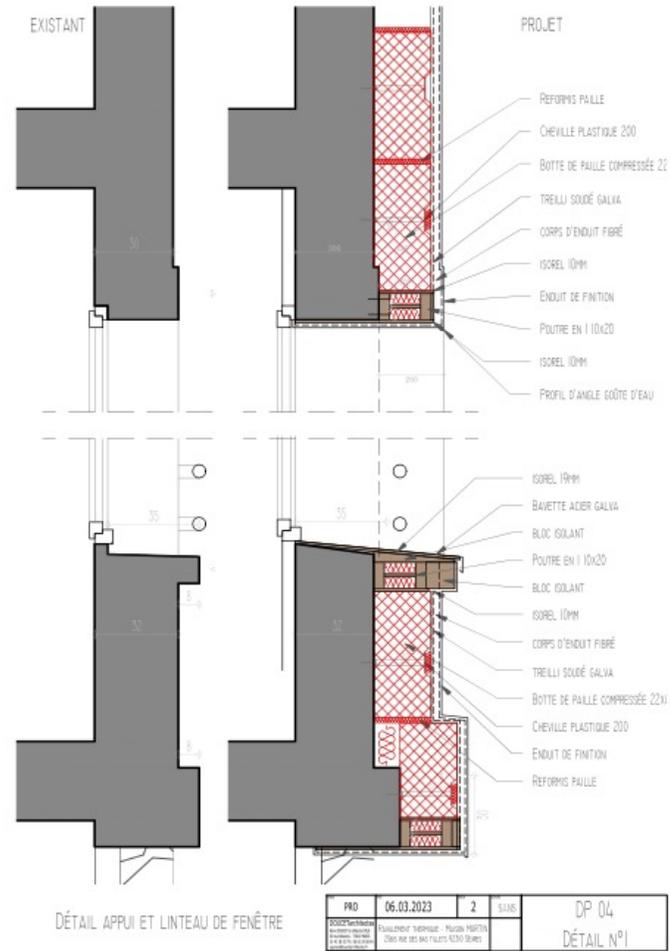


Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation





Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation





Collectif paille IDF - RFCP - Salon Passibat le passif avec les biosourcés en rénovation

PRO FIBRES

FICHE TECHNIQUE BT 360

La BT 360 a un coût de paroi plus économique. Un remplissage idéal des systèmes type mur et façade à ossature bois (MOB/FOB) et isolation thermique extérieure (ITE). Légère, facile et rapide à mettre en œuvre dans un entraxe de 600mm.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUE



A+ ÉTIQUETTE QUALITÉ DE L'AIR

RÉSISTANCE THERMIQUE
 $R = 7.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

MASSE VOLUMIQUE
 $\pm 100 \text{ kg/m}^3$

EMPREINTE CARBONE
 $-15 \text{ kgCO}_2/\text{m}^3$

AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE
 -45 dB



CONDUCTIVITÉ THERMIQUE
 0.048 W/m.k

PERMÉABILITÉ
 $\mu 1,14$

CAPACITÉ THERMIQUE MASSIQUE C
 1558 J/kg.K

EUROCLASSE FEU ENDUIT À LA CHAUX
B - s1 - d0

COMPORTEMENT AU FEU
E

CARACTERISTIQUES CONDITIONNEMENT



Format
 $L 600 \times l 550 \times Ep 360 \text{ mm}$



Volume palette
 7.2 m^3



Conditionnement sur palettes
 $1200 \times 1200 \text{ mm}$

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



A+ ÉTIQUETTE QUALITÉ DE L'AIR

RÉSISTANCE THERMIQUE
 $R = 4.58 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

MASSE VOLUMIQUE
 $\pm 100 \text{ kg/m}^3$

EMPREINTE CARBONE
 $-8.5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^3$

AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE
 -26 dB



CONDUCTIVITÉ THERMIQUE
 0.048 W/m.k

PERMÉABILITÉ
 $\mu 1,14$

CAPACITÉ THERMIQUE MASSIQUE C
 1558 J/kg.K

EUROCLASSE FEU ENDUIT À LA CHAUX
B - s1 - d0

COMPORTEMENT AU FEU
E

CARACTERISTIQUES CONDITIONNEMENT



Format
 $L 600 \times l 550 \times Ep 220 \text{ mm}$



Volume palette
 13.2 m^3

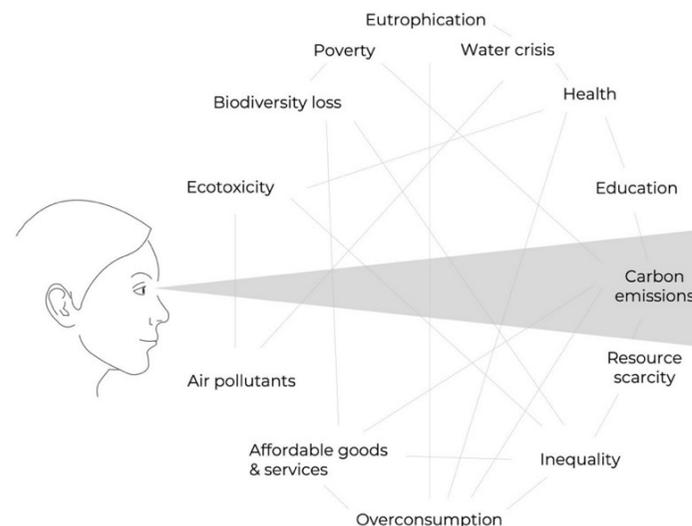


Conditionnement sur palettes
 $1200 \times 1200 \text{ mm}$

// Pour conclure

- une question de posture professionnelle à affirmer
- alerte par rapport à la tentation de la vision tunnel carbone

Carbon Tunnel Vision



Graphic by Jan Konietzko



passibat'
LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

Place aux échanges !