Isolation par l’extérieur en bottes de paille d’un immeuble de logements parisien de 28m de haut

Benoit Rougelot / architecte
agence Landfabrik (https://landfabrik.fr/)
co-président du Réseau Français de la Construction Paille (https://www.rfcp.fr/)

19.11.2021 / Peut-on massifier le nouveau BTP (Bois Terre Paille) en conservant ses valeurs humaines ?

La faim du mois et la fin du monde

« L’explosion des inégalités est en voie de constituer, avec le réchauffement de la planète, l’une des menaces majeures du XXIe siècle »

Les enjeux

L’urgence climatique nécessite des **rénovations** à la fois **énergétique** et **très peu émissive**, prenant en compte également le **confort d’été** (déphasage des matériaux).

Nous militons pour **plus de matière grise** et **moins d’énergie grise**, avec des **matériaux bruts** qui nécessitent plus d’**intensité sociale**.

A coût équivalent, c’est le travail qui est **rémunéré et valorisé** plutôt que l’achat de produits transformés mis en œuvre à bas prix.

L’acte de construire rejoint ainsi le mouvement d’une **agriculture résiliente locale en circuit court**.

Contexte

- L’immeuble de 7 étages est **occupé** et donne sur une **grande cour**. L’ensemble appartient à **Paris Habitat.**
- L’opération s’inscrit dans une **maîtrise d’oeuvre globale** (ravalement, mise au normes garde-corps, désenfumage escalier)
- Les deux façades concernées par l’ITE sont en moellons et semblent **ne jamais avoir été achevées depuis 1930**

- Volonté de la Maîtrise d’Ouvrage d’**exemplarité** :

- être exemplaire en terme d’impact carbone
- faire monter en compétence des entreprises ‘conventionnelles’ de ravalement et ITE
- montrer l’exemple (‘*on peut le faire*’) et le communiquer

- Un besoin de retour d’expérience pour pouvoir faire valider l’ITE dans les Règles Professionnelles de Construction Paille
[Les Règles Professionnelles de la CP existent depuis 2012 et permettent d’assurer décennalement les chantiers paille]

Economiser la ressource étape 1

La majeure partie du chantier (de R+3 à R+7) s'inscrit dans un **cadre conventionnel et réglementé**) :

Des épines en contreplaqué de 35cm de large fixées sur la maçonnerie existante servent à y reporter les charges (paille+enduit).

Il s'agit d'une variante des règles professionnelles de la construction paille avec ossature bois, où la paille est encastrée entre les épines (DTU 31.2)

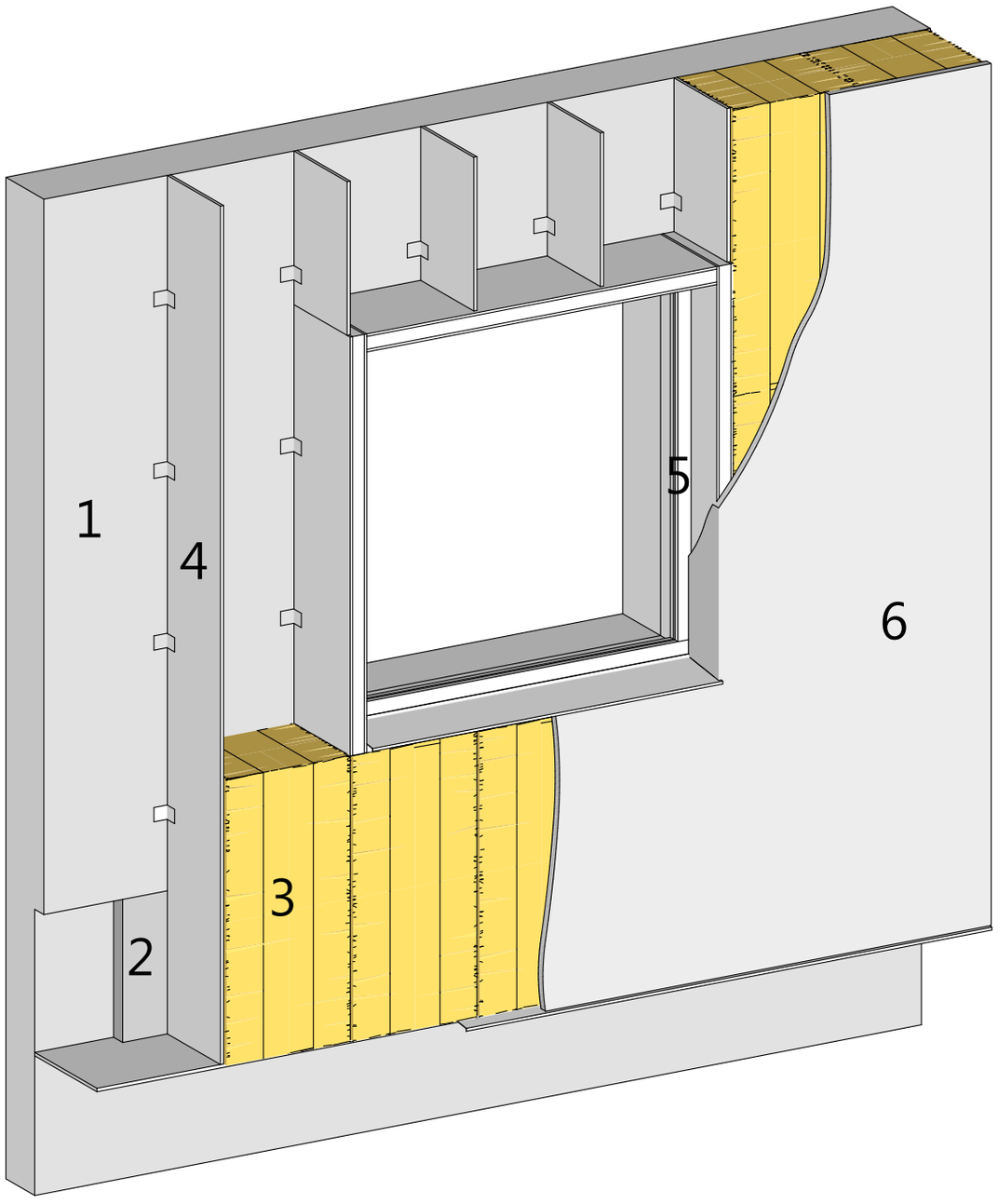


illustration : Edouard Vermès

Economiser la ressource étape 2

La zone bretelle (R+1 et R+2) est plus **expérimentale** car sans montant bois. Les bottes de paille sont directement fixées à la maçonnerie existante par des sangles. Le recours au tendeur-sertisseur est une première sur un chantier paille, même si la technique bretelle a déjà été utilisée sur de nombreuses maisons individuelles.
L'objectif de cette mise en oeuvre est d'**économiser de la ressource bois**, là où la paille est abondante. Et de démontrer que l'on peut former les futur.e.s professionnel.le.s sur un **chantier-école** avec une maîtrise d'ouvrage publique.

Une **réappropriation de l'acte de construire** est en jeu pour les concepteurs, les artisans et les usagers pour faire ensemble les villes résilientes de demain.

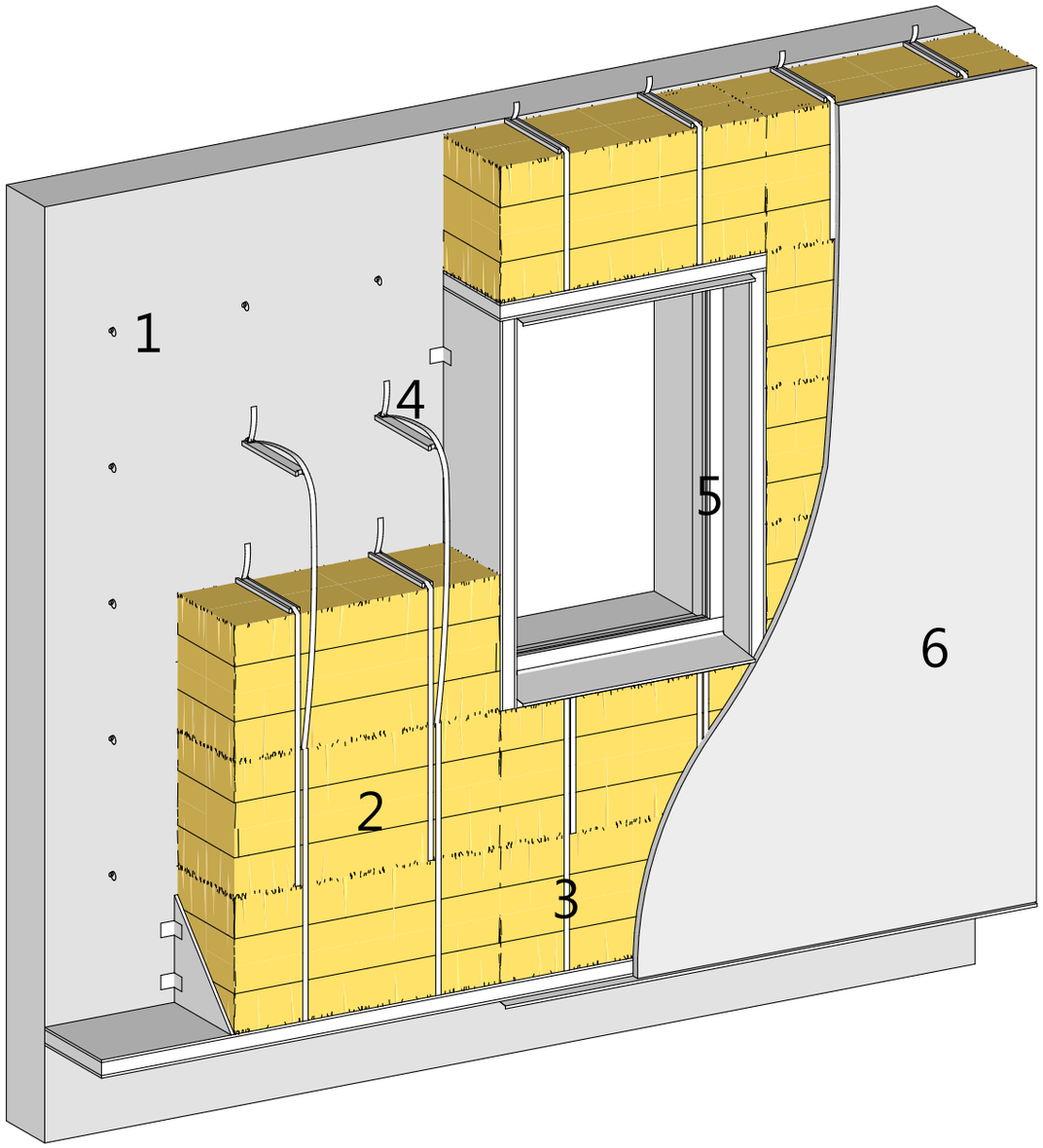


illustration : Edouard Vermès

Comparatif Energie Grise

L’avantage le plus spectaculaire du système des bretelles réside dans la faible énergie grise incorporée. Comparons quelques systèmes à résistance thermique équivalente (R=7,2 m².K/W) :

Système conventionnel, polystyrène expansé, enduit synthétique monocouche : **137,7 kWh/m²**

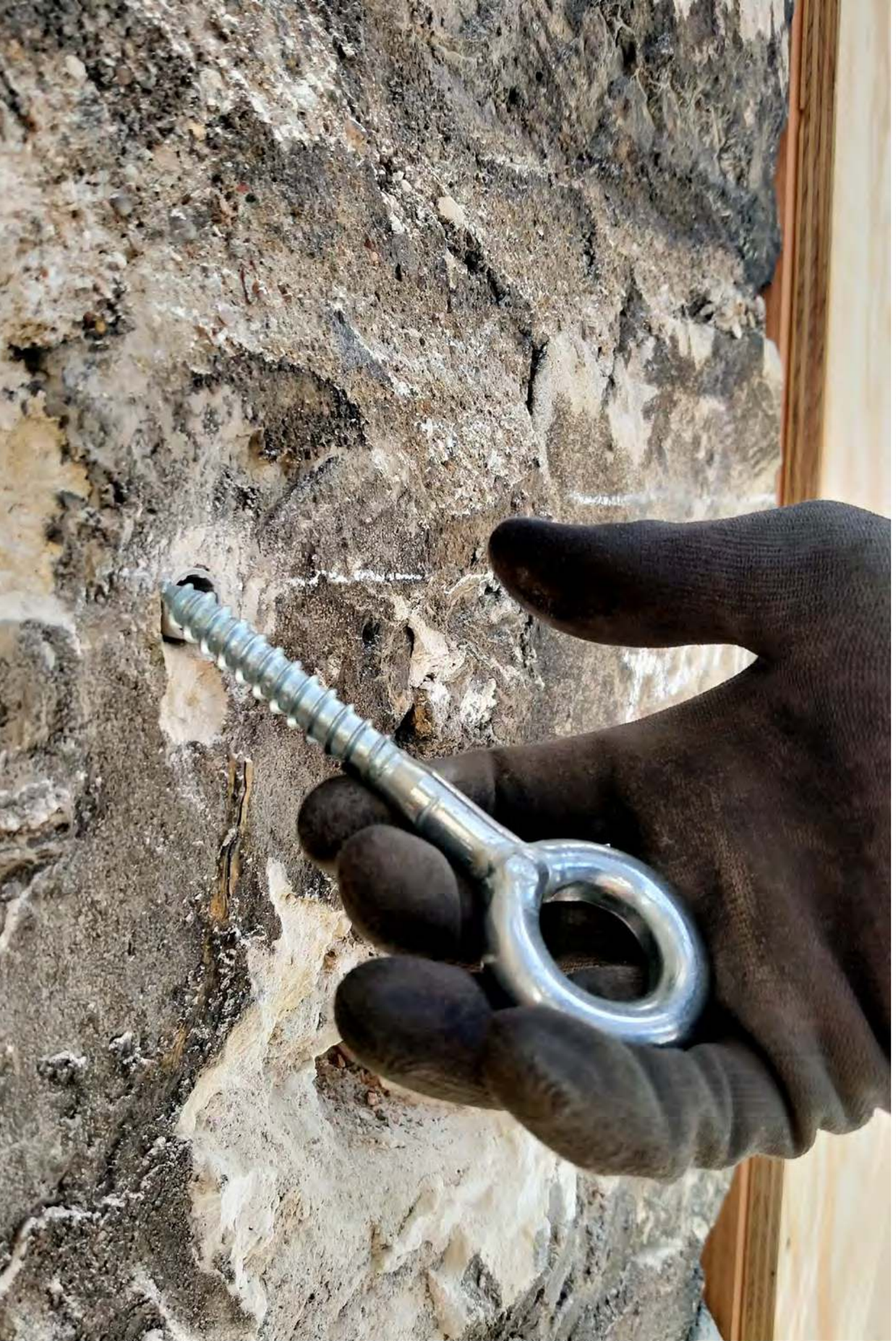
Système épines, paille et contreplaqué, enduit chaux-sable 3 cm : **48,7 kWh/m²**

Système bretelles, paille et feuillards polyester, enduit chaux-sable 3 cm : **27,8 kWh/m²**

Système bretelles optimisé, enduits de corps en terre et quincaillerie plus légère: **13,8 kWh/m²**

Moins de carbone est souvent synonyme de plus d’intensité sociale, sur des métiers valorisants. **L’argent ne va donc pas au même endroit.** Dans une société où il y a fort taux de chômage, c’est une piste qu’il faut explorer pour la transition écologique de la société.

Chantier-école



OR-T 260
B 19111280
BOSCH
2.0 Ah
Li-Ion

Layher

23/SEP/2020

“Si je ne peux pas danser, ce n’est pas ma révolution”

Emma Goldman

Qui a fait quoi

Maîtrise d’ouvrage : **Paris Habitat**

Maîtrise d’oeuvre :
Trait Vivant (architecte mandataire),
Landfabrik (architecte),
Qui Plus Est (BET thermique),
Yannig Robert (BET structure)

Bureau de contrôle : **Apave** (L. Dandres)

Entreprises :
Apij Bat
Depuis 1920
Ravalement de Paris
Collect’IF paille

Merci !

Benoit Rougelot / architecte
agence Landfabrik (https://landfabrik.fr/)
co-président du Réseau Français de la Construction Paille (https://www.rfcp.fr/)
19.11.2021 / Peut-on massifier le nouveau BTP (Bois Terre Paille) en conservant ses valeurs humaines ?

Annexes…

Densité	entre 80 et 120 kg/m3
Dimensions courantes	37 cm x 47 cm x L (L entre 80 et 120 cm)
Conductivité thermique	λ = 0,052 W/(m·K)
Résistance thermique	R > 7,5 m².K/W
Coeff. de transmission thermique	U < 0,12 W/(m2.K)
Déphasage	entre 12 et 16 heures
Capacité thermique massique	Cp = 1558 J/(kg.K)
Diffusion de la vapeur d'eau	μ = 1,04
Réaction au feu	B - s1 – d0 (paille enduite à la chaux)
Résistance au feu	120 min, paille enduite
Comportement au feu des façades	3 essais LEPIR II réussis > ERP 2ème catégorie - type R > ERP 3ème catégorie - type R > ERP 5ème catégorie - type J
Affaiblissement acoustique	-43 dB (paille enduite à la terre crue)
Valeur pour « label bâtiment biosourcé »	40 kg/m2 de surface nette de paroi isolée
Empreinte carbone (FDES)	-14 kg EqCO2/m2 de surface nette de paroi isolée
Étiquette qualité de l'air	A+

RÉGLEMENTAIRES

Ce que dit la réglementation (en l'absence d'un DTU ITE) :
Un système ITE doit posséder un Agrément Technique Européen - ATE et un Document Technique d'Application - DTA pour que sa pose soit couverte par les assurances de l'entreprise qui applique (à l'exception de l'ossature bois qui ne possède qu'un Avis technique -AT).
L'ATE détaille les performances du système évaluées selon le guide EOTA TAG 004 :

- Résistance au feu,
- Tenue aux chocs,
- Comportement hygrothermique,
- Comportement aux cycles gel / dégel,
- Perméabilité à la vapeur d'eau.

Ce que dit Olivier Gaujard (ingénieur bois, porteur du premier essai Lepir2 paille en 2011 et du chantier ci-contre) :

-L'arrêté du 7 août 2019 précisant les solutions constructives acceptables pour les rénovations de façade ne s'applique qu'aux IMH, c'est-à-dire aux immeubles d'habitation dont le plancher du logement le plus haut est situé entre 28 et 50 m au-dessus du sol le plus haut accessible aux engins de secours. **Il ne s'applique donc pas à cet immeuble de 7 étages**.

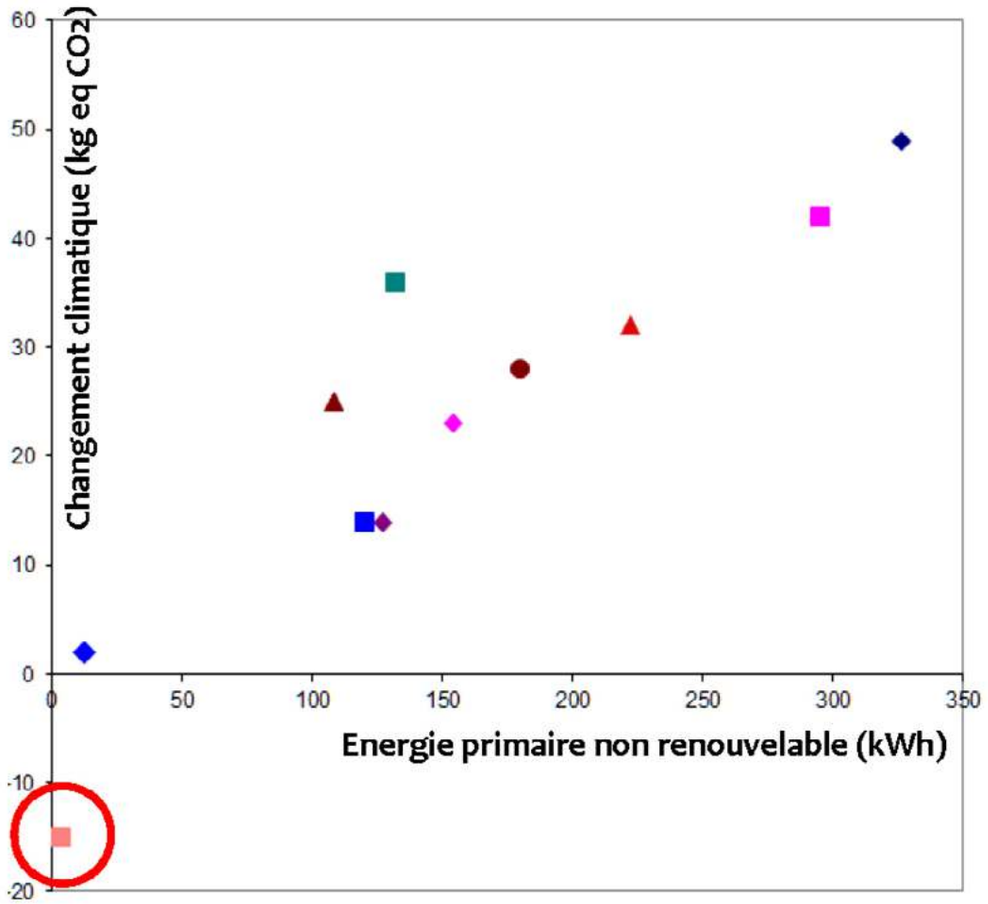
Néanmoins, l'article 2 de cet arrêté indique : « Solution 2 : les systèmes de façade sont classés au moins A2-s3, d0. Néanmoins, un sous-ensemble du système peut ne pas être classé A2-s3, d0, à condition qu'il soit protégé par un **écran thermique**, de telle sorte qu'il n'y a pas d'effets aggravants vis-à-vis de la performance d'un système de façade classé au moins A2-s3, d0. L'écran thermique a une performance de résistance au feu EI30 et l'efficacité du système de façade est démontrée par une appréciation de laboratoire ».

Même dans le cas d'un IMH, il serait possible d'utiliser des bottes de paille comme cela est fait sur ce chantier, à la condition de démontrer par une appréciation de laboratoire que l'enduit de façade à la chaux de 4 cm d'épaisseur constitue bien un écran thermique de résistance au feu EI30. Cela a été fait pour un feu se développant dans un local avec l'appréciation de laboratoire du CSTB RS20-012 du 6 janvier 2020 (EI 120 !).
Il faudrait idéalement faire une nouvelle appréciation de laboratoire pour un feu se propageant sur l'extérieur de la façade, ce qui me semble possible par extrapolation avec l'appréciation de laboratoire précitée, sans recours à un essai LEPIR 2, à condition de respecter les prescriptions du Guide Façade du CSTB relatives au traitement des embrasures de menuiseries, et/ou en se référant à l'essai LEPIR 2 du FCBA pour la SCI Ste-Anne. **Ce test est accessible sur le site du RFCP.**

Comme l'ensemble des tests que nous mettons en open-source.
Les Règles Pro sont disponibles aux éditions Le Moniteur

IMPACTS

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX A RESISTANCE THERMIQUE EQUIVALENTE : 7,1 m².K/W



- @ Polyuréthane - Isolants de murs - 30 à 50 kg\m3 λ:0,025
- @ Polystyrène expansé - plaques - 20 à 40 kg\m3 λ:0,034
- @ Laine de roche - plaques et panneaux souples - 0 à 50 kg\m3 λ:0,04
- @ L. de verre - rouleaux - 25 à 50 kg\m3 λ:0,034
- @ L. de verre - plaques et panneaux souples - 25 à 50 kg\m3 λ:0,04
- @ Laines et fibres de bois - plaques et panneaux souples - 50 à 100 kg\m3 λ:0,038
- Isolant thermique FOAMGLAS® T4+ - 115 kg\m3 λ:0,041
- Métisse MD "Cloisons" - Fibres textiles recyclées - 050 kg\m3 λ:0,039
- Biofib' duo isolant Chanvre/Lin - 030 kg\m3 λ:0,041
- Ouate de cellulose soufflée - 023 kg\m3 λ:0,04
- Paille RT 2012 (perpendiculaire à la fibre) - 100 kg\m3 λ:0,052

Comparatif d'isolants à performaces équivalente (R = 7)	Energie primaire Non renouvelable (kWh)	Chgt climatique (kg eq CO2)
@ Polyuréthane - Isolants de murs - 30 à 50 kg\m3 λ:0,025	326	49
@ Polystyrène expansé - plaques - 20 à 40 kg\m3 λ:0,034	295	42
@ Laine de roche - plaques et panneaux souples - 0 à 50 kg\m3 λ:0,04	108	25
@ L. de verre - rouleaux - 25 à 50 kg\m3 λ:0,034	120	14
@ L. de verre - plaques et panneaux souples - 25 à 50 kg\m3 λ:0,04	154	23
@ Laines et fibres de bois - plaques et panneaux souples - 50 à 100 kg\m3 λ:0,038	180	28
Isolant thermique FOAMGLAS® T4+ - 115 kg\m3 λ:0,041	132	36
Métisse MD "Cloisons" - Fibres textiles recyclées - 050 kg\m3 λ:0,039	222	32
Biofib' duo isolant Chanvre/Lin - 030 kg\m3 λ:0,041	127	14
Ouate de cellulose soufflée - 023 kg\m3 λ:0,04	12	2
Paille RT 2012 (perpendiculaire à la fibre) - 100 kg\m3 λ:0,052	3	-15

Sources : FDES
Logiciel COCON