

# LES ÉCO-MATÉRIAUX EN ÎLE-DE-FRANCE

## QUEL DÉVELOPPEMENT, QUELLES INNOVATIONS ?

RENCONTRE POUR L'ESSOR DES FILIÈRES DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

13/06/2024



2<sup>e</sup> Rencontre pour l'essor  
des filières des matériaux  
biosourcés

Comportement  
hygrothermique  
du béton de  
chanvre et  
stockage  
biogénique des  
matériaux  
biosourcés

Recherches en cours

LM Ingénieur



...

...

# **Comportement hygrothermique du béton de chanvre**

·  
·  
·  
·  
·  
·



## PLAN D'INVESTISSEMENT FRANCE 2030

Soutien à l'innovation dans la construction matériaux bois, biosourcés et géosourcés

### PROJET PYTHAGORE

Performances hYgroThermiques : Analyse Globale et Observation Reglementaire



## PROJET PYTHAGORE

L'objectif du projet est de démontrer les performances hygrothermiques du béton de chanvre, à partir de :

- La caractérisation complète du béton de chanvre à l'échelle matériau
- L'évaluation des performances du matériau par des essais jusqu'à l'échelle 1
- L'évaluation des performances du matériau par l'instrumentation et la modélisation numérique
- L'évaluation du confort perçu par les occupants
- La valorisation des résultats dans la réglementation

**Durée du projet : 4 ans**

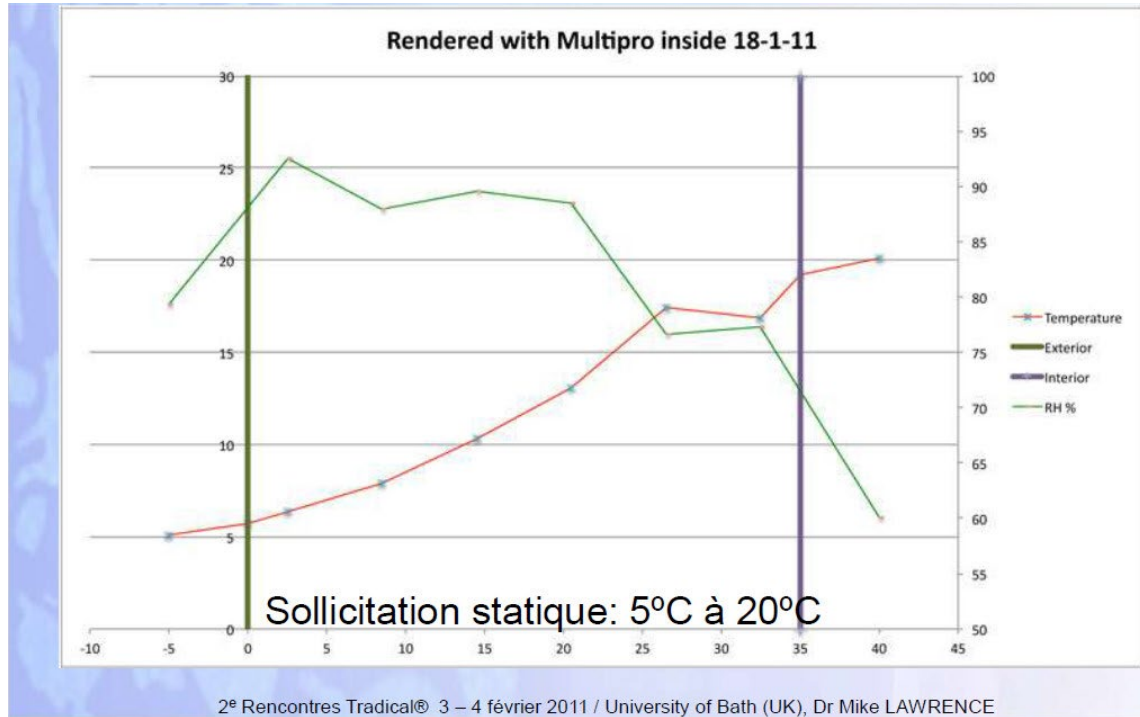
**Mike Lawrence**  
Université de Bath

Recherche menée pour  
**BCB Tradical**  
2011



2<sup>e</sup> Rencontres Tradical© 3 – 4 février 2011 / University of Bath (UK), Dr Mike LAWRENCE

© BCB Tradical



© BCB Tradical

# Un précédent : campagne de suivi des transferts de chaleur et d'humidité d'un immeuble de logements sociaux, à Brunoy (91)

Maître d'ouvrage : Habitat & Humanisme

Maître d'œuvre : DLA architectes + LM ing

Née de l'intention initiale du Parc Naturel Régional du Gâtinais Français qui dès 2018 avait songé à évaluer les retombées positives de sa politique d'aide à la rénovation énergétique du bâti ancien, les CAUE 77 et 91 se sont saisi de l'opportunité d'instrumenter un immeuble réhabilité par Habitat & Humanisme.

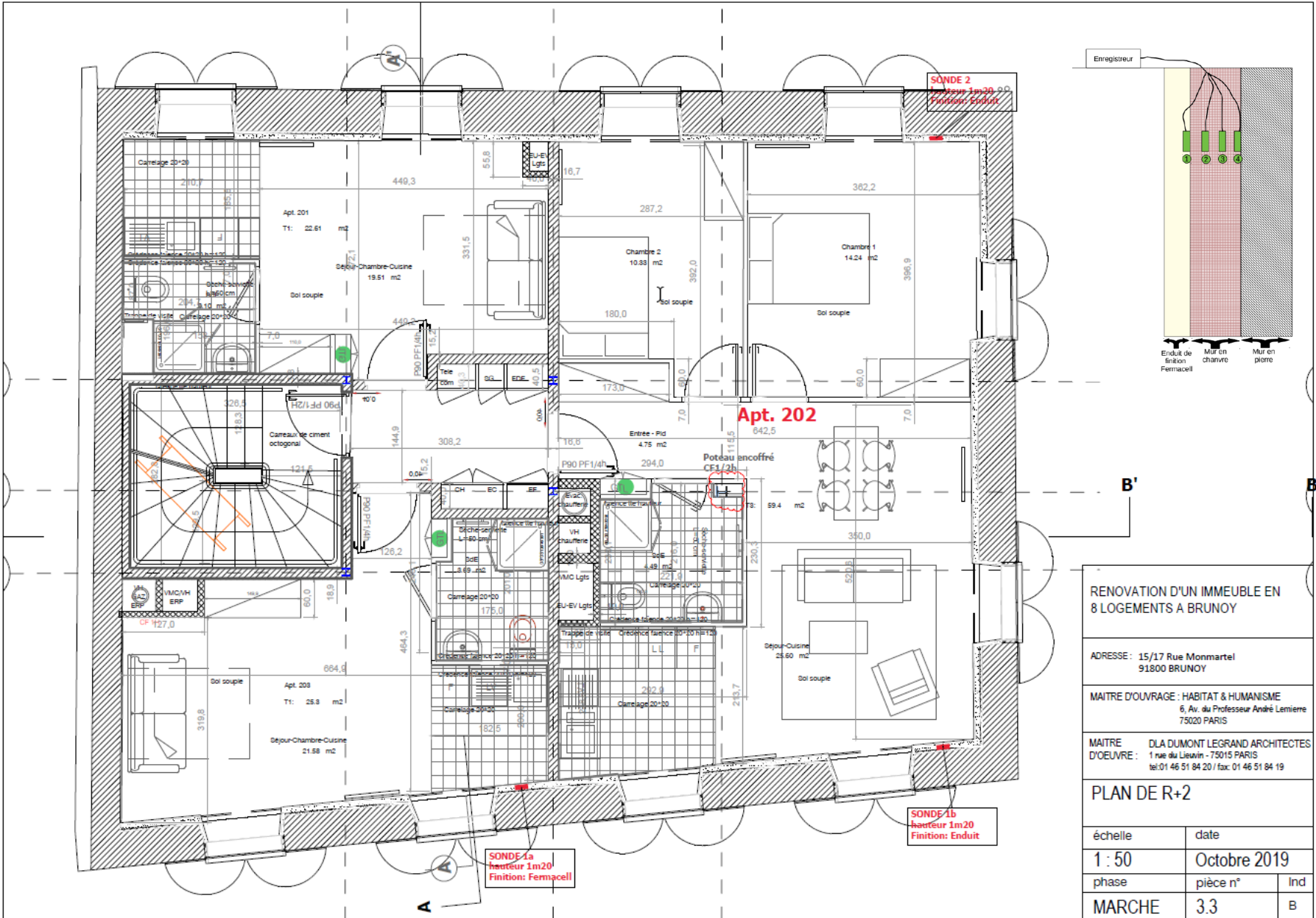
Au printemps 2020, les deux CAUE ont confié au CEREMA une mission d'étude au double objectif :

- développer les connaissances sur les transferts d'humidité dans le béton de chanvre
- rendre compte de son comportement hygrothermique,
- caractériser la performance globale du bâti réhabilité (énergie, confort d'hiver et d'été).

L'instrumentation a consisté en la pose de 3 séries de 4 sondes selon 3 localisations différentes, dans l'épaisseur de parois isolées en béton chaux/chanvre et exposées Est et Ouest.

La durée d'instrumentation va s'étendre sur 3 années et prendre fin en 2024.

# Plan de localisation des sondes dans le doublage intérieur des murs

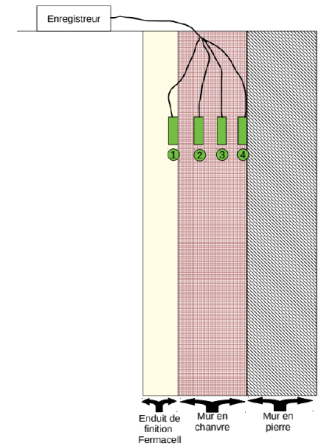




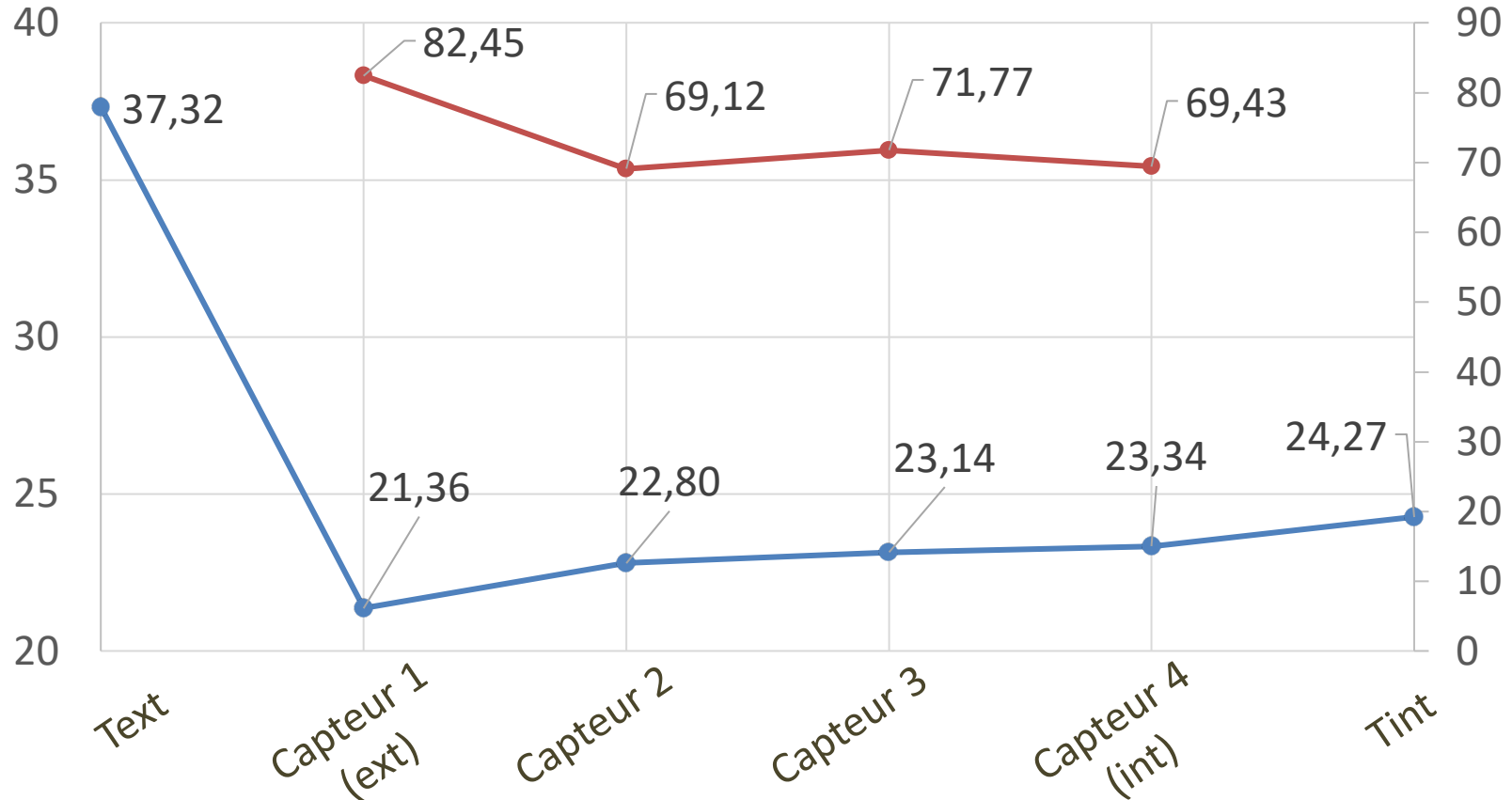
# BRUNOY

## COMPORTEMENT DES MURS ÉTÉ 2022

Profil béton de chanvre façade "nord est"  
11 juin 2022 à 17h

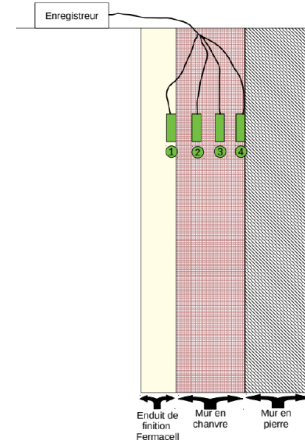


● Température (°C) ● Humidité (%)



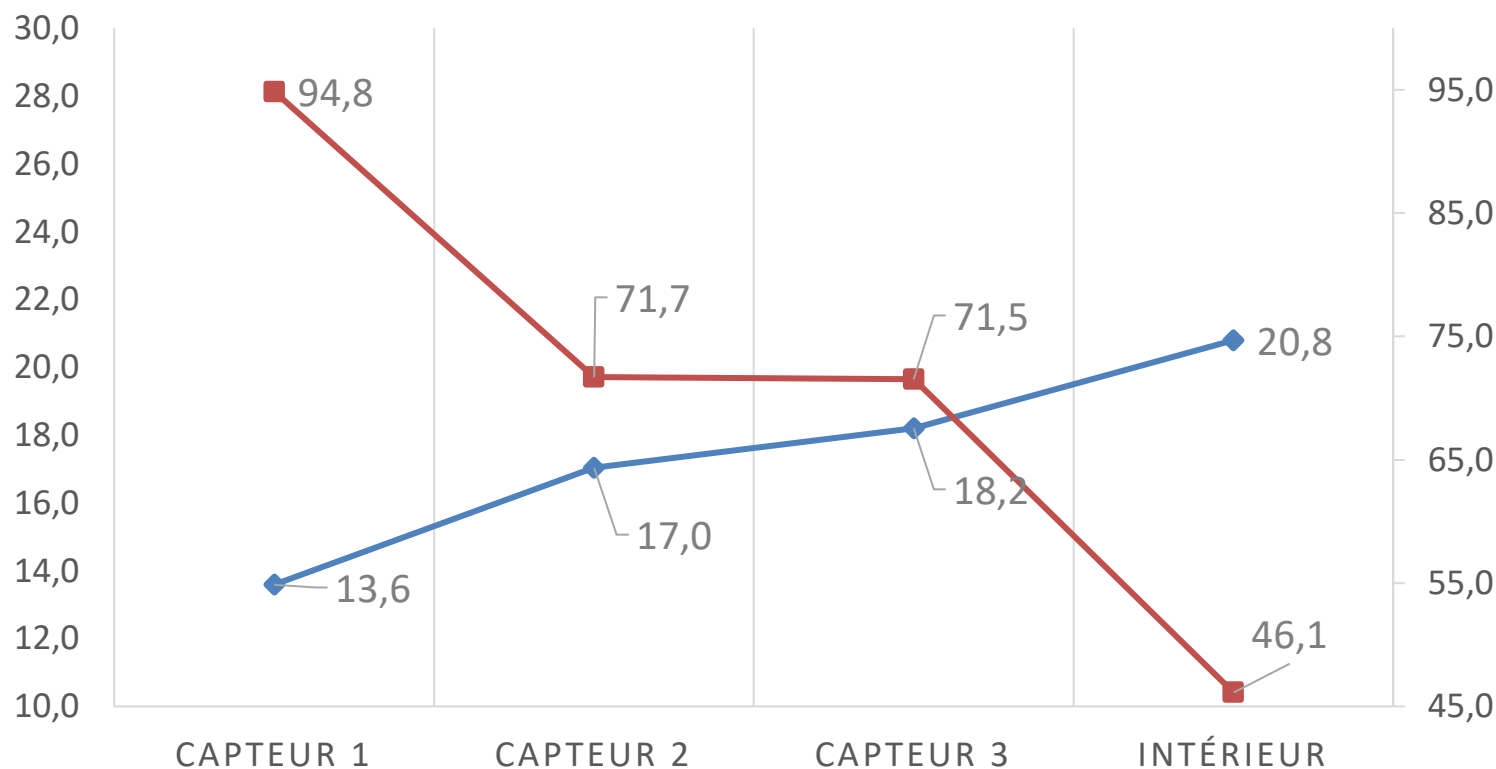
# BRUNOY

## COMPORTEMENT DES MURS HIVER 2021-22



PROFIL DANS LE BÉTON DE CHANVRE SUR 1 MOIS EN HIVER (FAÇADE "NORD EST")

◆ Température (°C)    ■ Humidité relative (%)

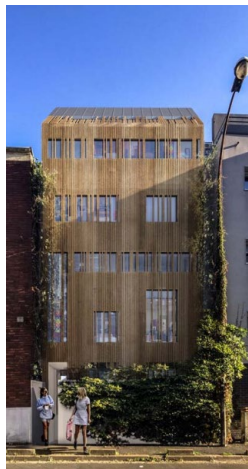


2023 / 2024

## LM.ing collabore à la réalisation de 6 chantiers en béton de chanvre

- 18 rue du Petit Musc, Paris, Mir architectes (10 logements)
- 18 rue Pradier, Paris, MAO architectes (15 logements)
- 11 rue des Fédérés, Montreuil, NXNW architectes (11 Logements)
- 16 rue de Vitry, Montreuil, Architecture studio (2 Maisons)
- Logements Zac Mellinet, Badia Berger architectes, Nantes
- Réhabilitation de l'hôtel Seignelay, LBBA architecture, Paris

Une partie de ces bâtiments feront l'objet d'une instrumentation



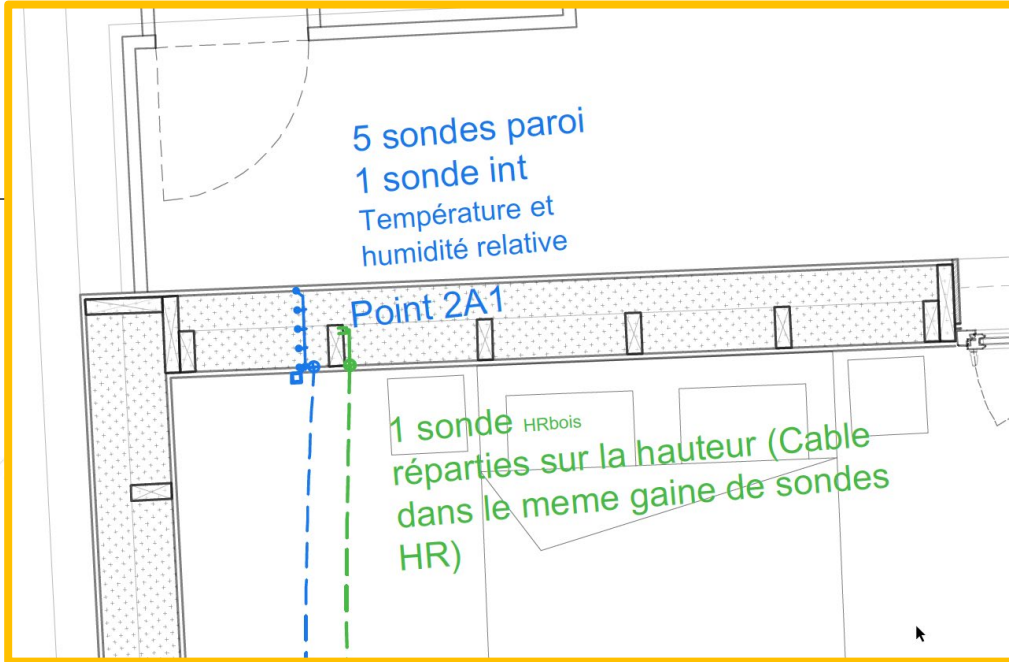
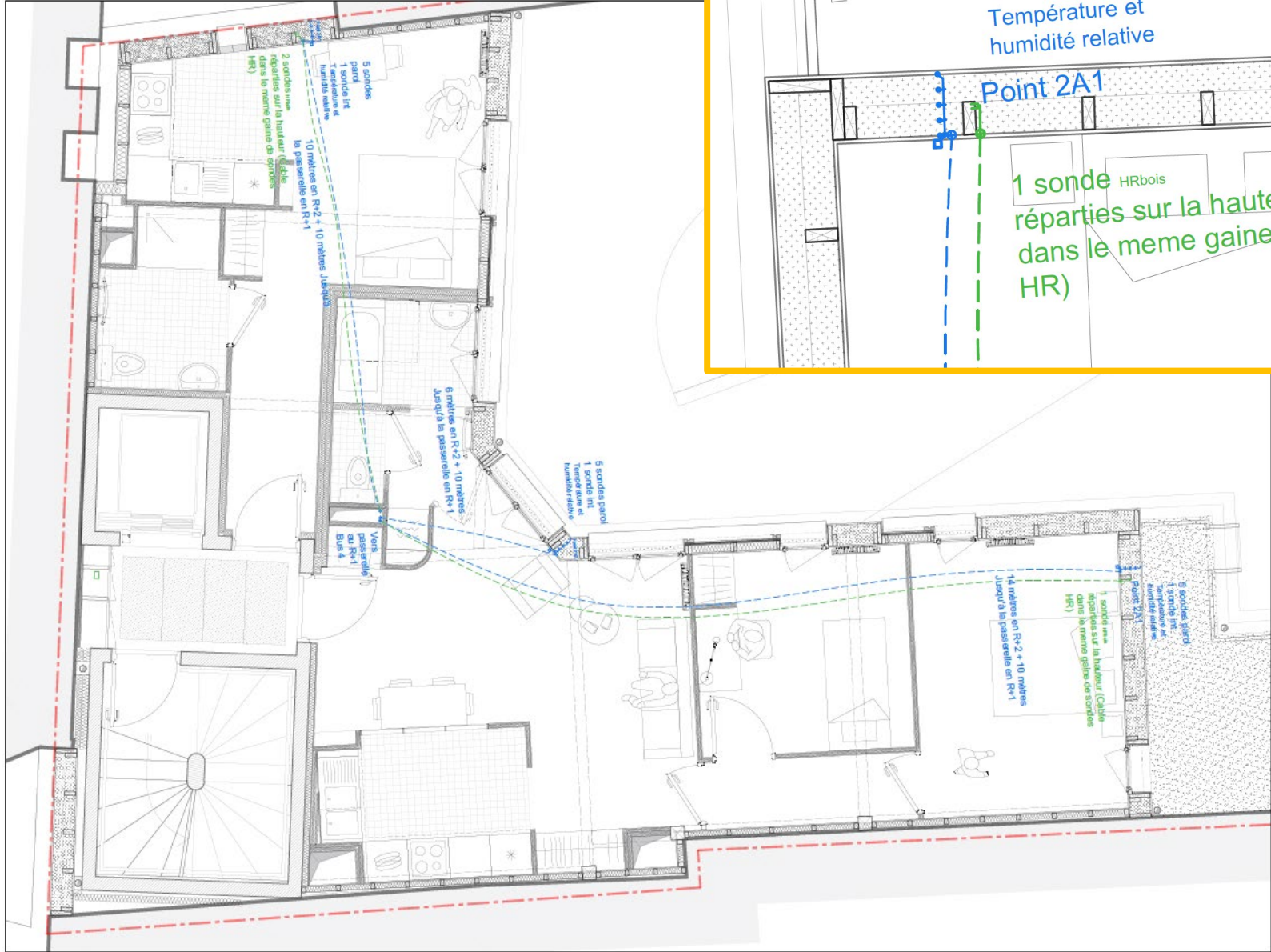
**18 rue du Petit Musc,  
Paris 4<sup>e</sup>**

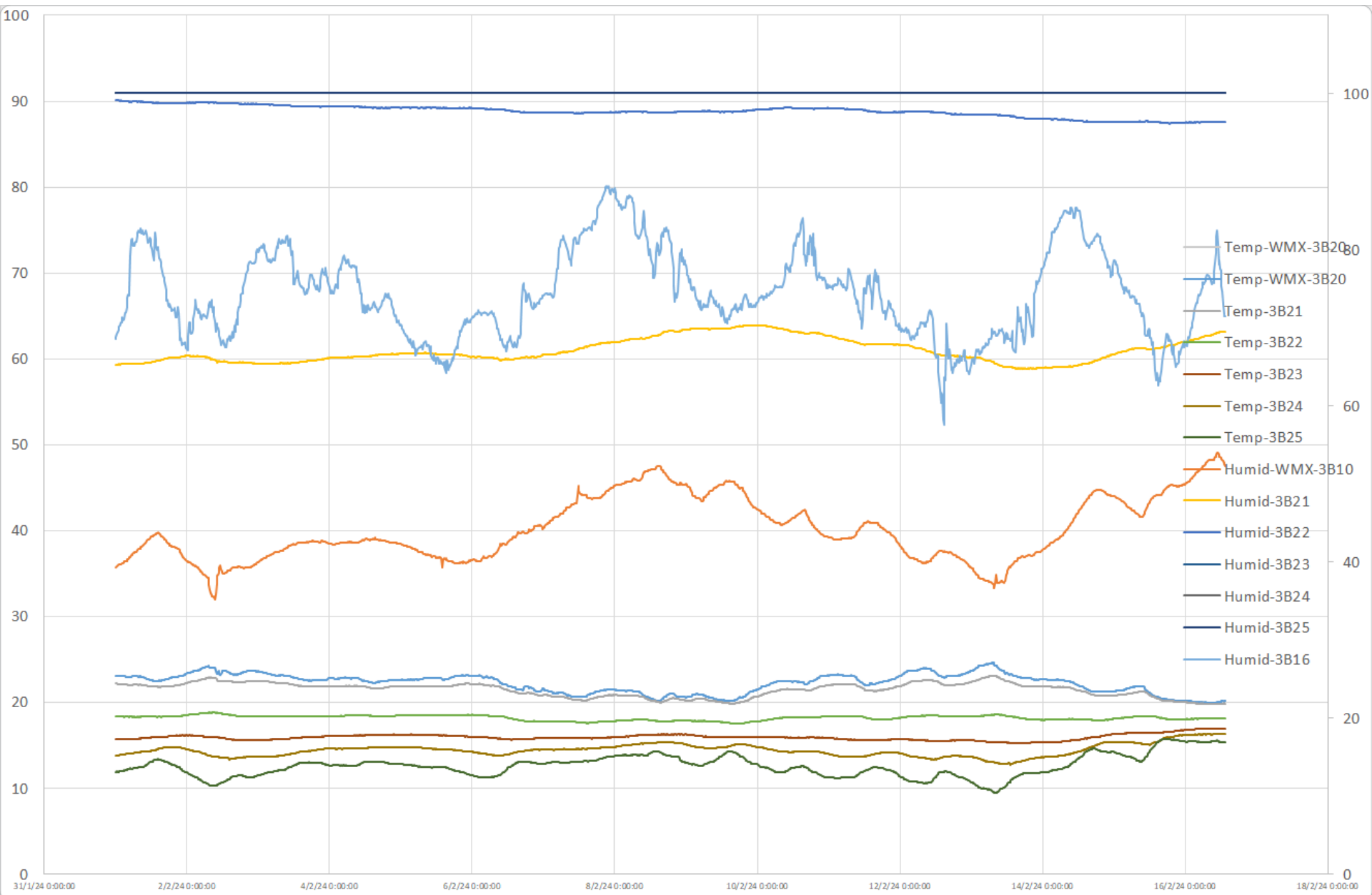
Surélévation d'un  
bâtiment pour la  
création de 8 logements  
sociaux

Maître d'ouvrage :  
Paris Habitat OPH

Maîtrise d'Œuvre :  
Mir architectes  
LM ingénieur  
C Tek

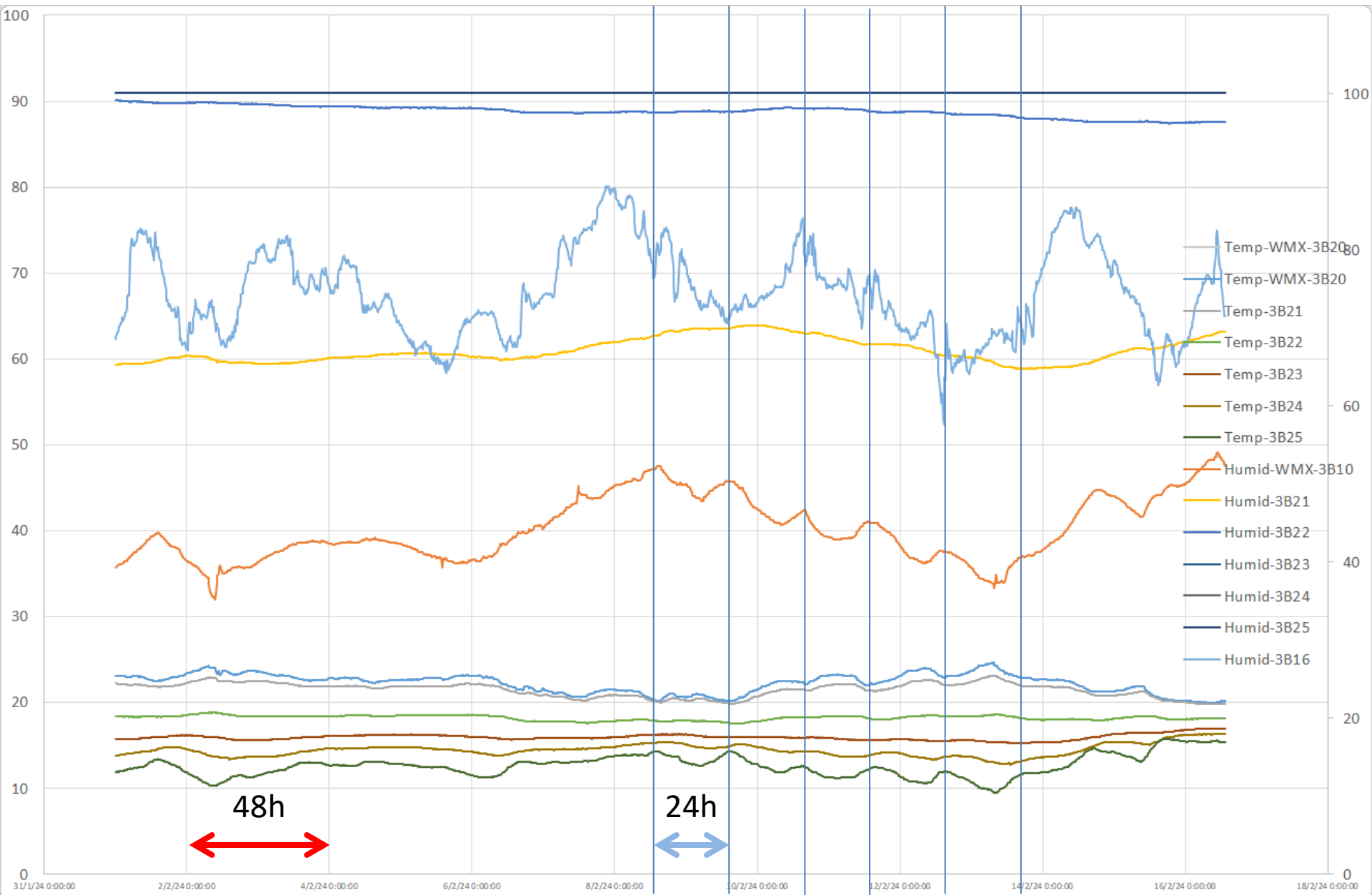






Position des mesures dans la profondeur depuis l'intérieur :

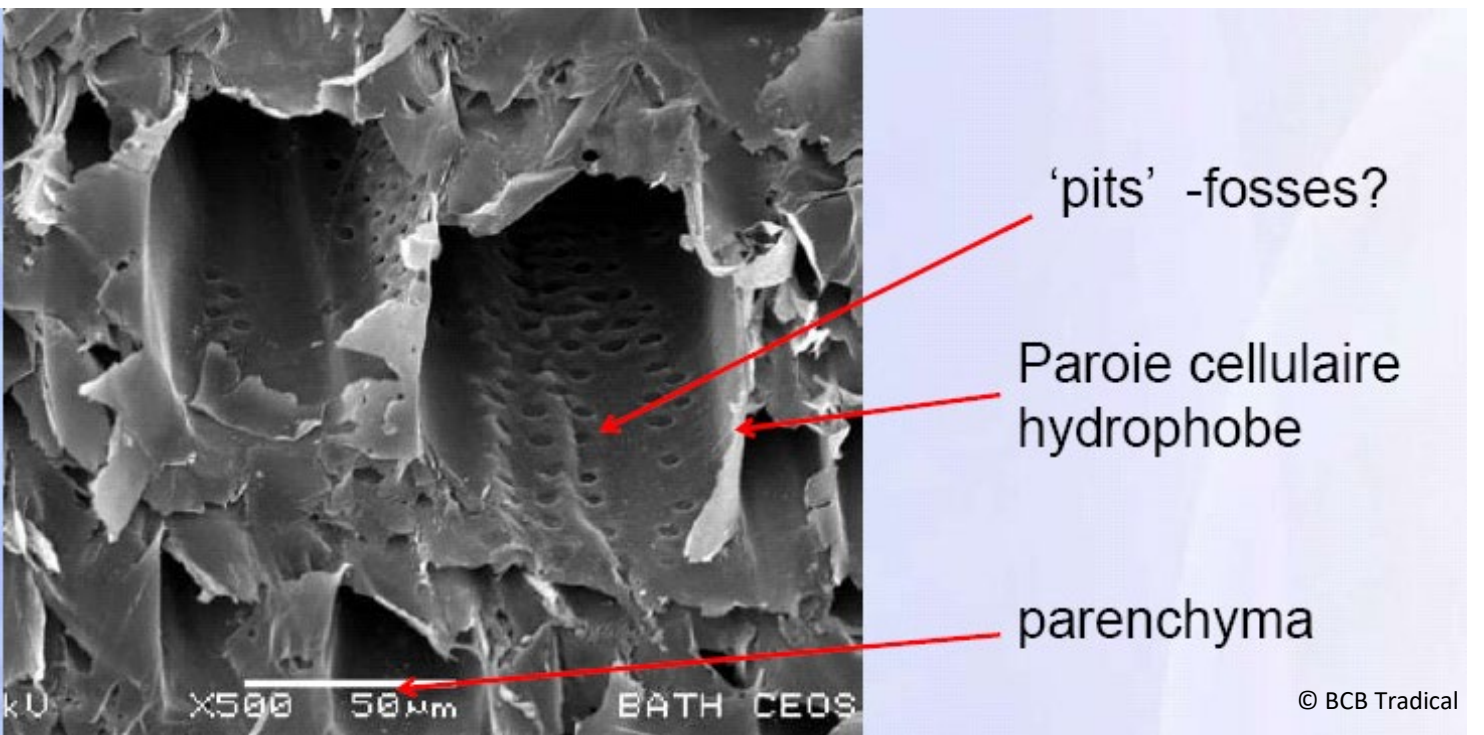
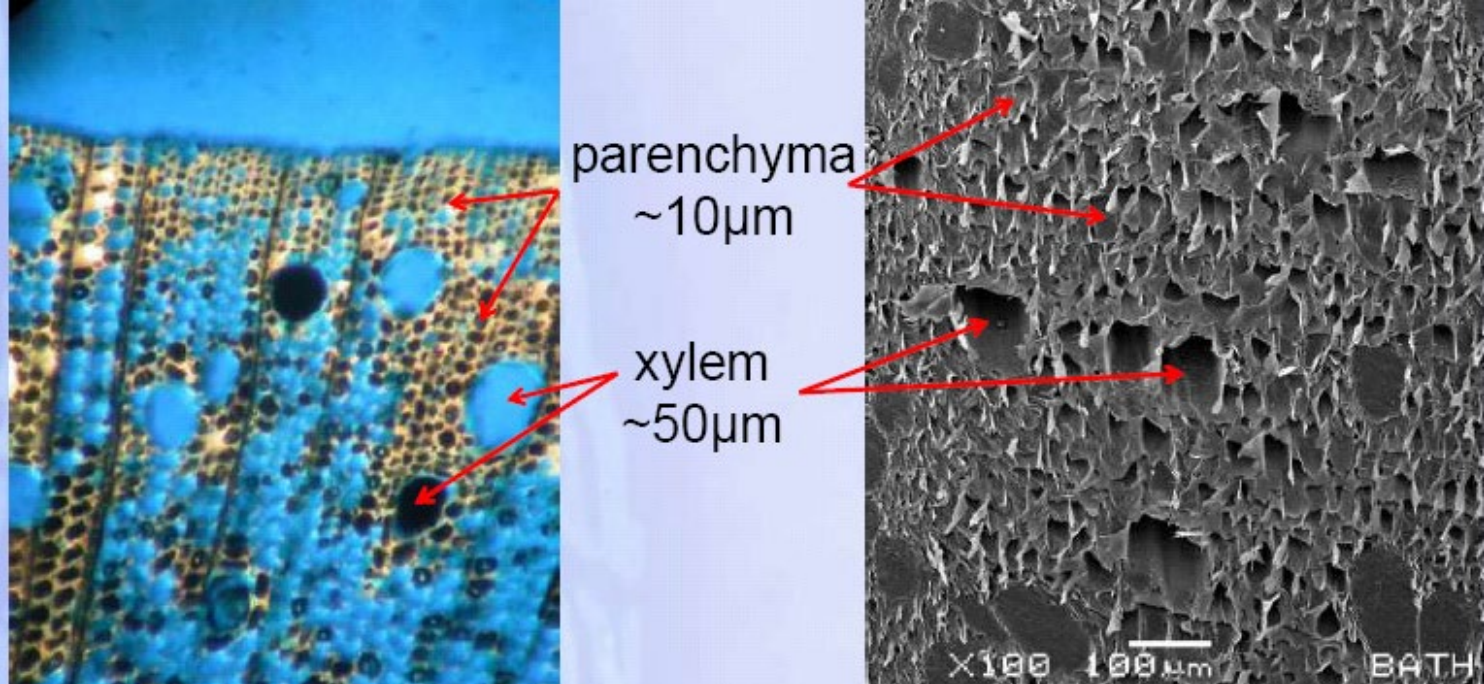
- 1/ 0cm
- 2/ 7,5cm
- 3/ 15cm
- 4/ 22,5cm
- 5/ 30cm
- 6/ Ext.



On observe un déphasage de près de 12h entre les surfaces intérieures et extérieures de la paroi.

**Mike Lawrence**  
Université de Bath

Recherche  
menée pour  
**BCB Tradical**  
2011





...

# Stockage de carbone biogénique dans les bâtiments

...

LM Ingénieur  
Structure enveloppe environnement

·  
·  
·

**ETH** zürich

# ... Stockage de carbone biogénique dans les matériaux biosourcés

La RE 2020 :

une nouvelle réglementation environnementale, intégrant les flux et processus de construction

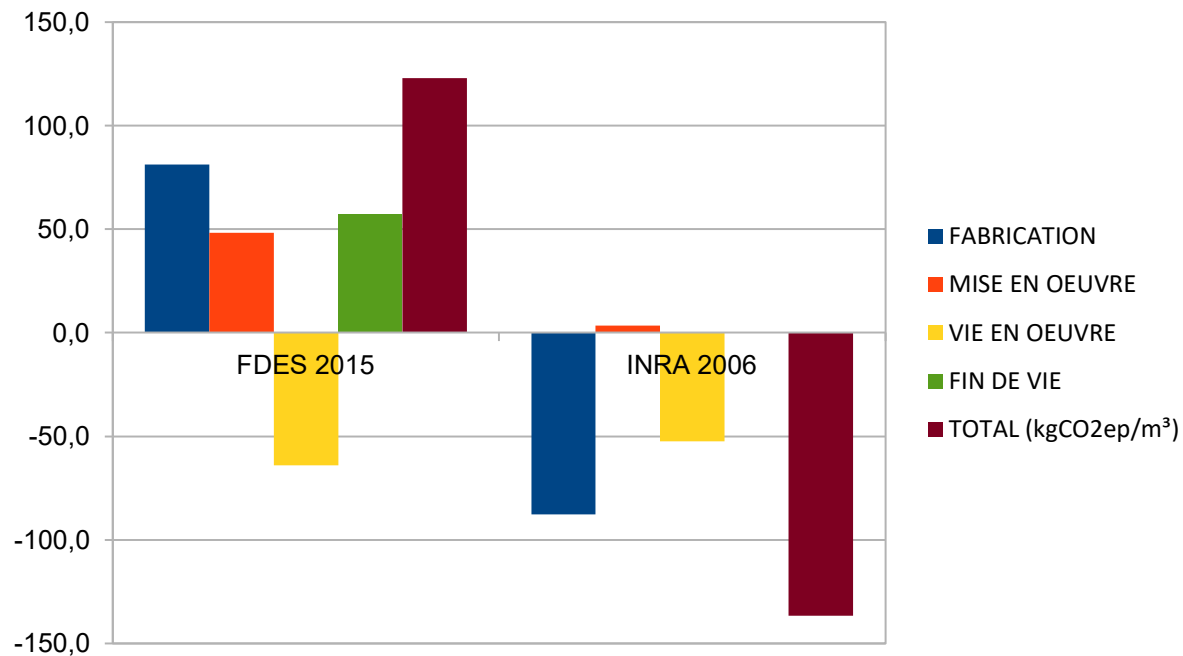
**déterminante**, mais avec quelques **limites** :

- Le **stockage biogénique** est pris en compte de manière très variables dans les FDES
- La nouvelle norme EN 15804 A2 implique une **révision défavorable** aux matériaux biosourcés
- La **fin de vie** des FDES ne prends en compte que les filières existantes au jour de la déclaration
- Les **optimisations à venir** de fin de vie (recyclage, réemplois...) ne sont pas intégrées dans l'ACV

•  
•  
•  
•  
•  
•

# Analyse du cycle de vie du béton de chanvre

	FABRICATION	MISE EN OEUVRE	VIE EN OEUVRE	FIN DE VIE	TOTAL (kgCO2ep/m <sup>3</sup> )
FDES 2019	89,8	35,3	-73,3	70,8	122,6
FDES 2015	81,3	48,2	-63,9	57,4	122,9
INRA 2006	-87,7	3,3	-52,3	0,0	-136,7



# Faisons l'hypothèse d'une massification de la construction biosourcée en 2050

Territoire considéré : France

Cette hypothèse pourrait être considérée à l'échelle de la région IDF

Ressource de paille produite :	50 Millions T/an
Ressource de paille disponible pour la construction :	15 Millions T/an
Incorporation de matière biosourcée dans le bâtiment :	100 à 300 kg/m <sup>2</sup>
Dans un logement de 100 m <sup>2</sup> biosourcée	10 à 30 T/logement de matière
500 000 logements (réhab + neuf) / an =>	5 à 15 M T/an matière biosourcée

# Bilan des flux de carbone en 2050

Territoire considéré : France

Carbone stocké dans la paille de chanvre : 1,54 kgCO<sub>2</sub>/kg

Carbone stocké dans la paille de céréale : 1,44 kgCO<sub>2</sub>/kg

500 000 logements (réhab + neuf) / an =>

**7,5 à 22,5 M T CO<sub>2</sub>/an stocké**

**Stratégie nationale bas carbone :**

Réduire le bilan de 400 à 80 MT/an

+ Compensation des 80 MT d'émissions par stockage :

Forêt	35 Mt/an
Bois matériaux	20 Mt/an
<b>CO<sub>2</sub> enfouis</b>	<b>15 Mt/an</b>
Sol	10 Mt/an

**Le stockage de carbone biogénique dans le bâtiment constitue donc une alternative à l'enfouissement géologique de CO<sub>2</sub> (une technologie risquée et nécessitant des investissements massifs)**

# Bilan des flux de carbone en 2050

Notion de flux, notion de stock

## **Le flux**

Nombre de nouveau logements par an pouvant inclure des biosourcés  
Hypothèse conservative  $\sim 10\text{Mt CO}_2/\text{an}$

## **Le Stock**

Une fois que tous les logements sont rénovés avec biosourcés et que l'on ne construit pas de nouveaux logements (stabilité population), l'ensemble des logements contiennent autour de  $300\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{m}^2$

Problème des méthodes de calcul actuelles :

Elle considèrent le stockage biogénique à l'échelle du bâtiment et pas du stock bâti

En prenant la fin de vie du bâtiment... qui aura lieu dans 50 ans.

# LCA biobased

*Study taken system from **building stock***

Example in Philippines

With HILTI foundation



**Improved bareque technique can be used for housing purpose**  
*(e.g. typhoon and earthquake resistant affordable houses built by HILTI foundation)*

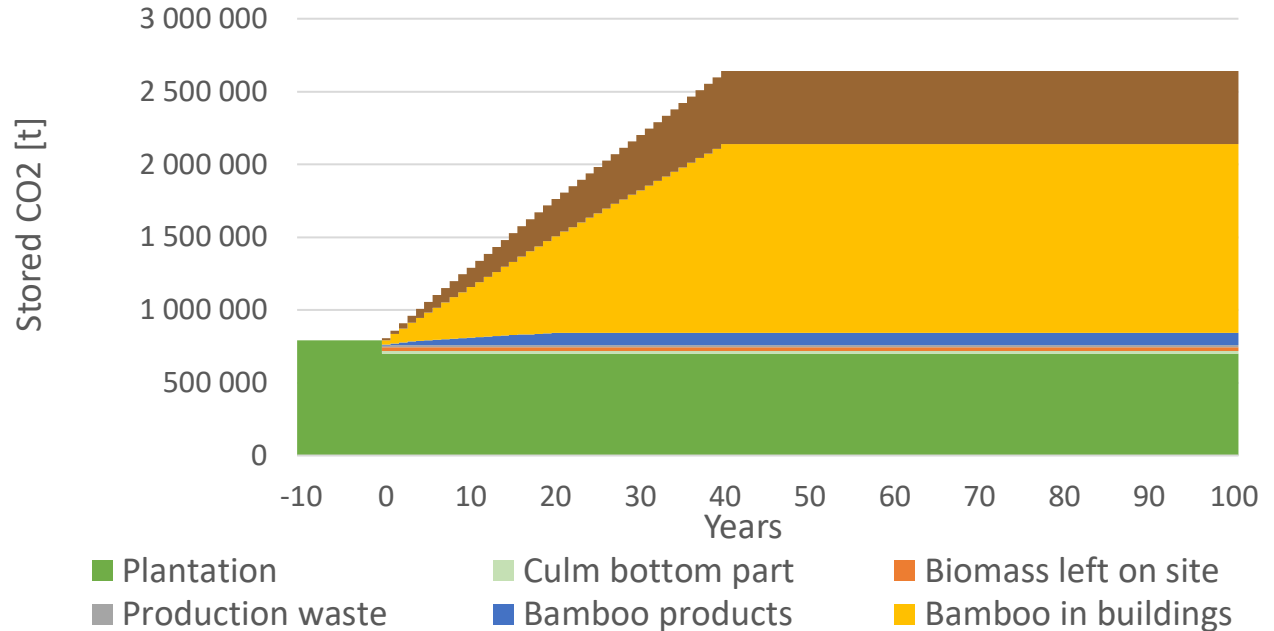
Scs: Timo Bundi, 2022. ETH Master Thesis

# Exemple philippines

## Carbon storage

With 25'000 houses built per year (life time of house=50yrs)

- Constant increase until the first demolitions
- In the long-term, three times the carbon storage (+ 2 Mio. t) than only in forest
- Condition: Construction activity kept constant



Scce: Timo Bundi, 2022. ETH Master Thesis

On voit clairement:

Potentiel dans le stock bati (Jaune) bien plus important que dans la foret. Effet cumulatif Foret+bati

Le flux annuel est constant et augmente tant qu'il y a de nouveau logements construits

Quand duree de vie des batiments est atteinte, on ne perd pas le stockage, mais on stabilise le stock.. Autant d'émission que de stockage.. Donc on ne peut plus utiliser cette technique comme emission negatives (compenser les émissions).



# LES ÉCO-MATÉRIAUX EN ÎLE-DE-FRANCE

RENCONTRE POUR L'ESSOR DES FILIÈRES DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

RETROUVEZ NOS PUBLICATIONS

[www.arec-idf.fr](http://www.arec-idf.fr)

