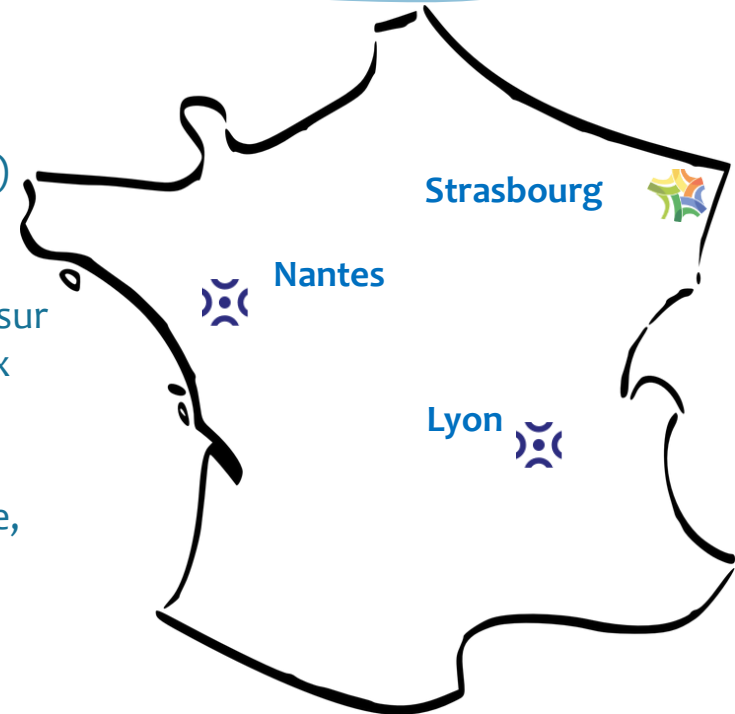


Performances acoustiques des matériaux biosourcés et/ou géosourcés : Référentiels, données et perspectives

Philippe Glé – UMRAE

*RE2020, rénovations énergétiques : quels impacts sur l'acoustique ?
Paris*

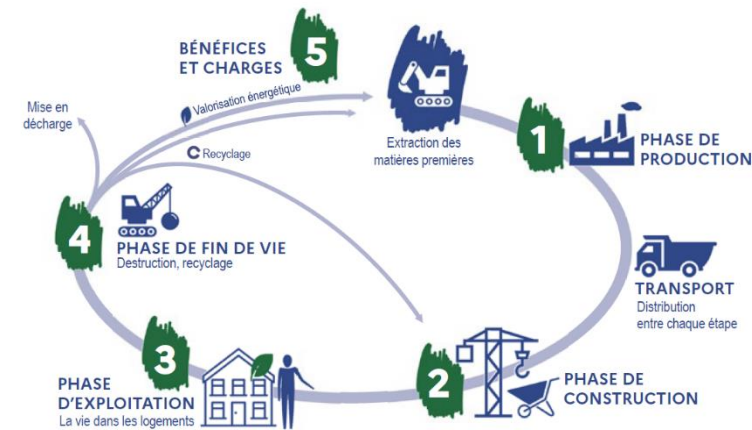
- L'UMRAE est **une unité de recherche conjointe** entre
 - l'**Université Gustave Eiffel** (ex Ifsttar)
 - le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (**CEREMA**)
- L'UMRAE
 - est un **laboratoire de référence en matière de recherche** sur le bruit dans l'environnement et contribue à de nombreux projets de recherche européens et français.
 - mène des **activités de recherche et de développement** et participe à l'**innovation** dans son domaine de compétence, en particulier en ce qui concerne les infrastructures de transport terrestre.
- Le pôle BioGéo
 - Une équipe-ressource au CEREMA sur la **thématique des matériaux biosourcés et géosourcés**
 - Des moyens d'essais et de modélisation en **acoustique et thermique**



1. Contexte et définitions
2. Spécificités et performances des bio / géosourcés
3. Perspectives de travail

Contexte et définitions

- De forts enjeux environnementaux:
 - Réduction des émissions de CO₂
 - Réduction de l'énergie grise (énergie nécessaire à la mise à disposition d'un ouvrage au sens de la norme NF EN 15978)
 - Réduction de l'énergie consommée en phase opérationnelle
 - Evaluation des impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment (ACV)



- Un cadre réglementaire en pleine évolution

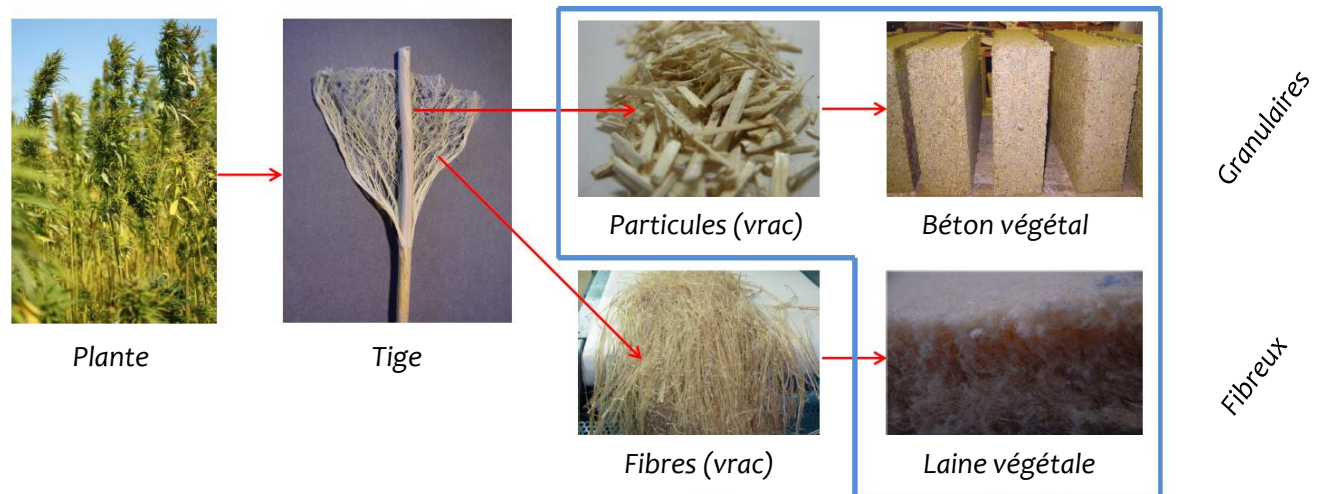


- Le nouveau cadre de la RE2020: une réglementation à la fois énergétique et environnementale
 - Introduction de l'ACV
 - $I_{c_{\text{construction}}}$ (kg éq.CO₂/m²): indicateur d'impact sur le changement climatique des produits de construction
 - Aspect dynamique intégrant la temporalité des émissions: un avantage pour les matériaux biosourcés stockant du carbone lors de leur croissance

Matériaux bio et géosourcés?

○ Définitions:

- Biosourcés: Des matériaux partiellement ou totalement issus de la biomasse d'origine végétale ou animale, avec deux familles de sous-produits



- Géosourcés: Des matériaux issus de ressources d'origine minérale, tels que la terre crue ou la pierre sèche

Des matériaux granulaires

○ Exemples de matériaux granulaires:



Bois



Chanvre



Lin



Colza



Tournesol

○ Possibilités de formulation/mise en œuvre:



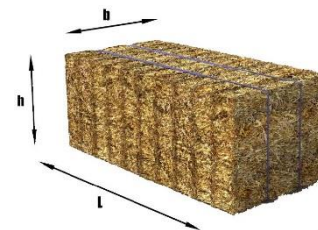
Chaux/ciment



Terre



Extractibles



Tissage



Vrac

Des matériaux fibreux

○ Exemples de matériaux fibreux:



Bois



Chanvre



Lin

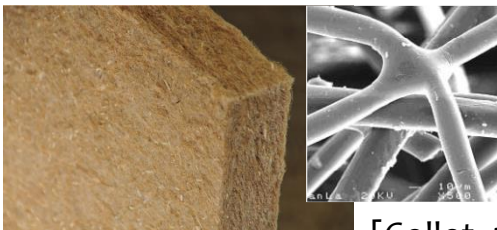


Jute



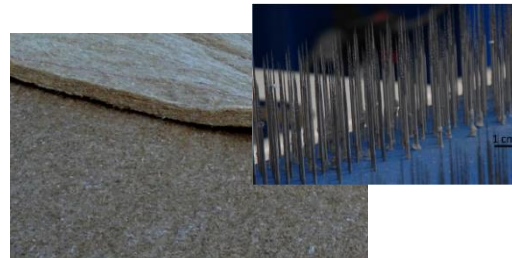
Mouton

○ Différents process utilisés:



Thermoliage

[Collet, 2004]



Aiguilletage



Vrac

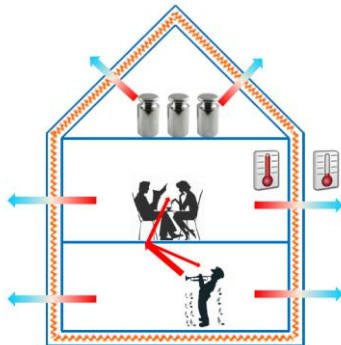
○ Matériaux bio/géosourcés: quelles applications?

■ Cadre général

- Des utilisations multiples : Automobile, textile, plasturgie, papeterie, ...

■ Focus bâtiment

- Utilisation comme matériau multifonctionnel
- Utilisation plus spécifique



Liste non exhaustive des produits du bâtiment contenant de la biomasse

Structure			Revêtements de sol et de mur			
Charpentes, ossatures, ...	Blocs (porteurs, coffrage, ...)					
Isolants						
Rigide	Semi-rigide	Vrac	Bétons végétaux (projeté, bloc, ...)	Paille		
Chimie de formulation						
Peinture	Plasturgie	Liants	Agents rhéologiques	Huiles de décoffrage		

© CODEM

[Codem, Construction21, 2022]

- Produits rencontrés dans le bâtiment

- Des produits déjà industrialisés, d'autres en développement

biofib
isolation

mētisse®
L'isolation durable

pavatex
SOPREMA

STEICO
Le système constructif par nature

BUITEX

Isonat

KANABAT

BIOSYS



- Volumes/surfaces de matériaux

- Le volume des isolants biosourcés est de 3 350 milliers de m³ en 2021, soit une augmentation d'environ 30 % sur ces 6 dernières années [TBC Innovation, 2021]
 - En termes de surface, cela représente 33 millions de m² en 2021, soit 10-11% du marché des isolants [Karibati, 2021]

- Dynamique économique

- Un fort potentiel de valorisation des surfaces et volumes de co-produits disponibles (ex: pour les fibres végétales, seulement 2 à 3% des ressources sont valorisées) [FRD, 2020]

○ Structuration de la thématique

■ Niveau économique

- CF2B (cf2b.org) : Collectif des filières biosourcées du bâtiment
 - * Ouate, Paille de céréales, Chanvre, Filières émergentes
- AICB (www.batiment-biosource.fr): Association des Industriels de la Construction Biosourcée
 - * Chanvre, Lin, Fibre de bois, Ouate, Coton recyclé,

■ Niveau académique / recherche

- GdR MBS (gdr-mbs.univ-gustave-eiffel.fr)
- PNT (projet-national-terre.univ-gustave-eiffel.fr)
- RILEM TC (www.rilem.net): 236 BBM, 274 TCE, 275 HDB, BEC ...

- Quelles performances acoustiques?
 - Données déjà disponibles?
 - Equivalence par rapport à d'autres solutions?
 - Compréhension physique de leur comportement?

- Points de vigilance particuliers?
 - En lien avec leur plage de variabilité?
 - En lien avec leur origine naturelle?

Spécificités et performances acoustiques des bio / géosourcés

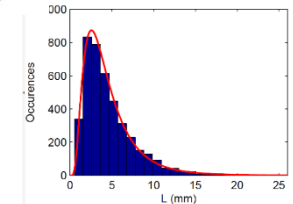
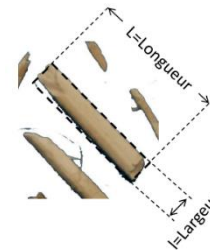
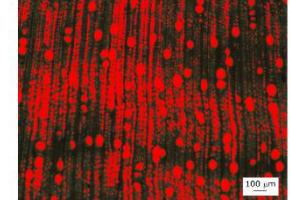
Spécificités des Biosourcés?

- Microstructure
 - Particules et fibres poreuses
 - Approche multiéchelle
- Anisotropie
 - Fibres, granulats allongés
- Distribution granulométrique
 - Dimensions caractéristiques
 - Largeur de distribution
- Variabilité
 - Process naturel
 - Composition chimique
 - Caractère hygroscopique
 - Durabilité?

Inter-particle pores



Intra-particle pores

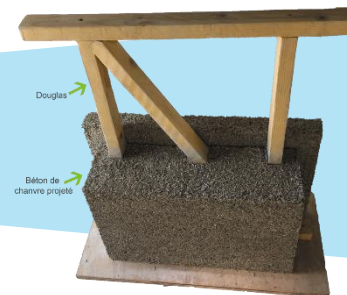
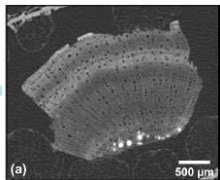


	Mineral wools	Plant wools
$\rho_{frame} (kg.m^{-3})$	≈ 2600	1000-1500
Diameter (μm)	1-10	20-40
Micro-porosity	-	2-16 %

○ Enjeux

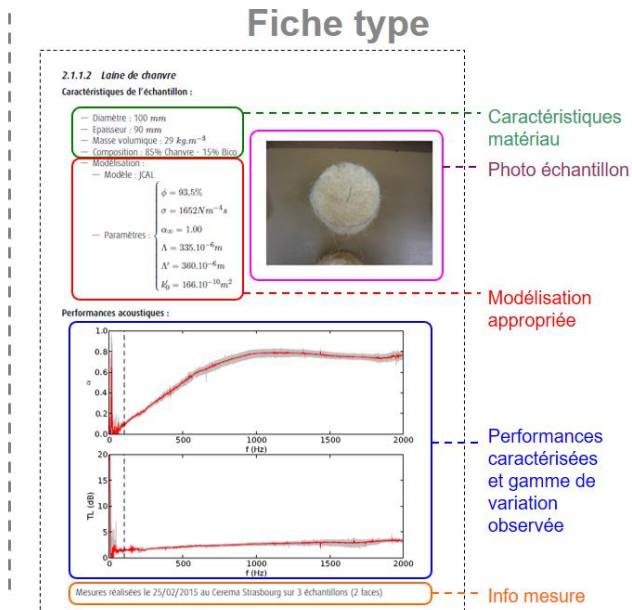
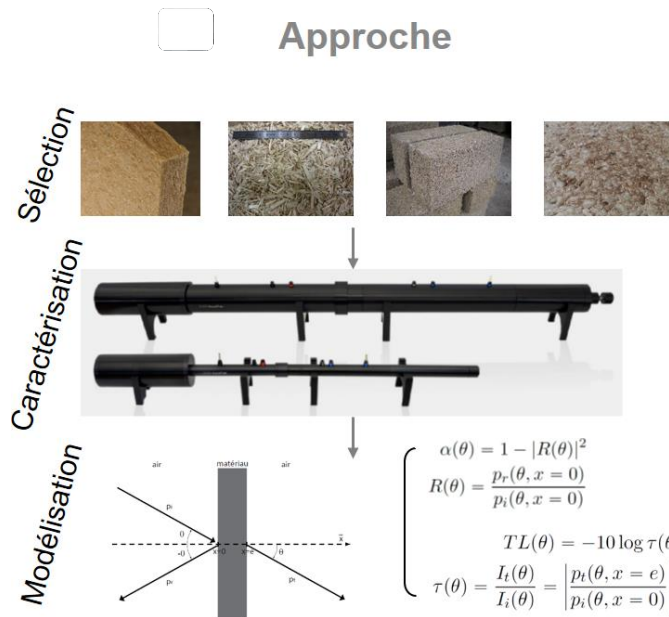
- Besoin de maîtrise des performances in situ
- Des matériaux encore peu connus sur le plan acoustique
- Une approche délicate liée à leurs spécificités...

○ Démarche



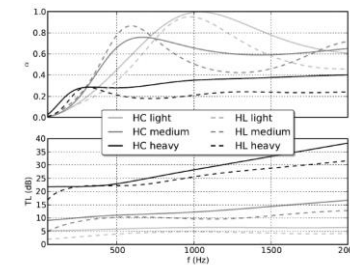
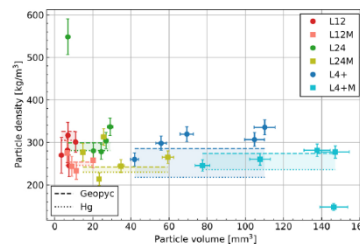
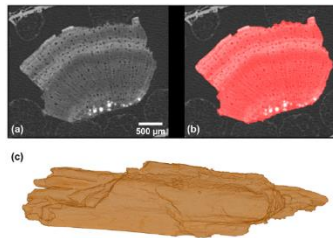
Compréhension du comportement à l'échelle matériau

- Projet DHUP MABIONAT – MATériaux BIOsourcés et NATurels pour une construction durable [2012-2016]

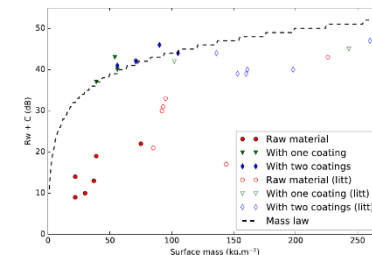
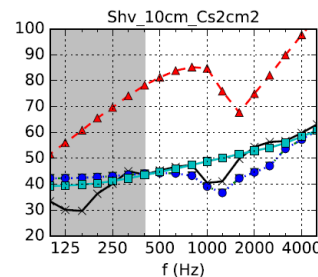
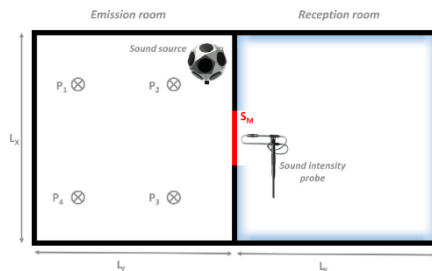


- *Projet Ademe ECOTERRA - Développement d'ECO-matériaux en TERRe-Allégée pour des constructions écologiques performantes [2017-2021]*

Echelle
matériaux



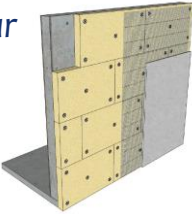
Echelle paroi



Mesures de référence à l'échelle de la paroi

Voir [Etude CSTB-Cerema, 2018]

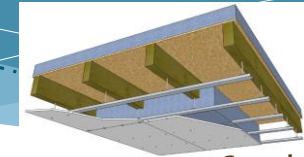
Doublage extérieur
 $\Delta R_{w+C} = 2\text{dB}$



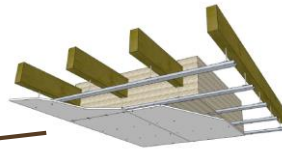
Toiture
 $R_{w(C,Ctr)} = 52(-4,-11)\text{dB}$



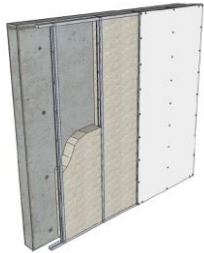
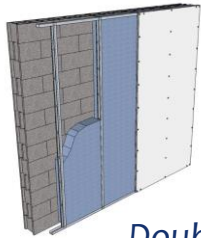
Combles perdus +
 $R_{w(C,Ctr)} = 54(-5,-12)\text{dB}$



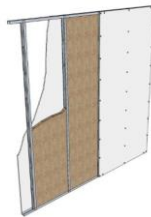
Combles perdus
 $R_{w(C,Ctr)} = 43(-1,-8)\text{dB}$



Doublage intérieur
 $\Delta R_{w+C} = 20\text{dB}$



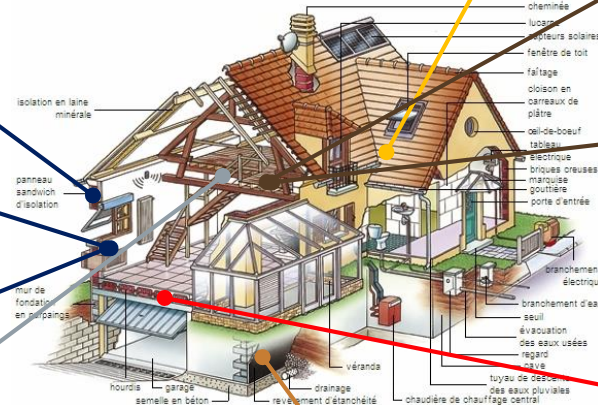
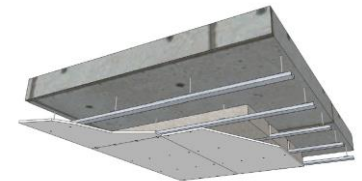
Cloison 72/48
 $R_{w(C,Ctr)} = 40(-5,-11)\text{dB}$



Mur chaux-chaux
 $R_{w(C,Ctr)} = 46(-2,-4)\text{dB}$



Plafond suspendu
 $\Delta R_{w+C} = 15\text{dB}$

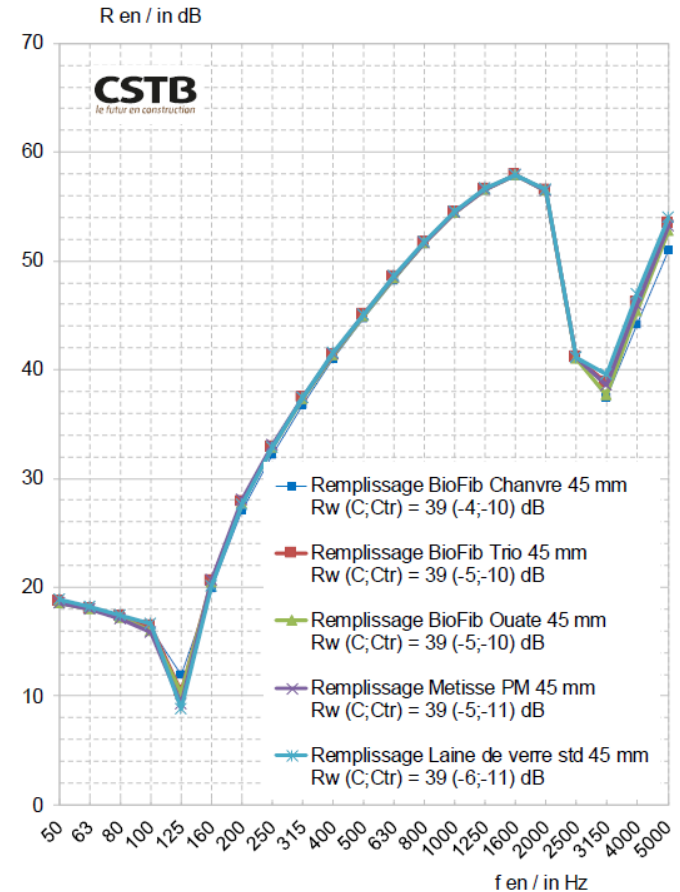


Mesures de référence à l'échelle de la paroi

- Analyses de l'étude [CSTB-Cerema, 2018]:

Performances acoustiques des systèmes avec laines biosourcées similaires aux systèmes avec laines minérales (⚠: mise en œuvre !)

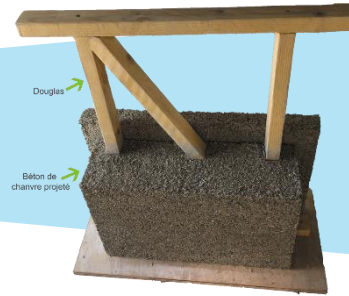
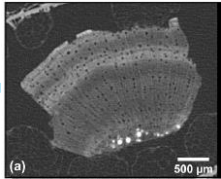
- Cloisons
- Doublages sur ossature (sans contact avec mur support)
- Plafonds suspendus sur ossature sous plancher béton de 140mm (sans contact avec plancher)
- Combles perdus et toitures (hors cas des matériaux en vrac)
- De nombreuses questions encore en suspens



Perspectives

○ Les projets en cours et à venir...

- *Projet National Terre Crue -> AAP SIC (France 2030) [LASA, CSTB, Cerema, Univ Eiffel, ENTPE]*
- *Projet LOCABATI - LOCAL Biobased Aggregates for building Thermal Insulation, Ademe [UBS, Cerema, Ecole des Ponts ParisTech, LMDC, IMT Mines Alès, UniLasalle, Elan Createur, Plâtre Vieujot]*
- *Thèse A. Kouakou - Analyse microstructurale des empilements granulaires biosourcés pour une modélisation multiphysique consolidée [Cerema, Ecole des Ponts ParisTech / Navier, UBS / IRDL]*
- *Thèse T. Sa - Optimised vegetal wools for indoor comfort: coupling fire treatment with acoustic and hygrothermal performances [Cerema, Univ Eiffel, ENTPE, CETELOR, Materia NOVA]*
- *Thèse L. Mutel - Optimisation de l'épaisseur des laines végétales ignifugées pour des applications de confort intérieur acoustique et hygrothermique [Cerema, Univ Eiffel, ENTPE, CETELOR, LAUM]*



- **Caractérisation microstructure**
- Distribution de tailles de pores
- Arrangements granulaires / fibreux
- Modélisation micro-macro
- **Anisotropie**
- **Comportement poroélastique**
- **Comportement multiéchelle**
- Durabilité
- Modélisation multicouche, **couplage structure-matériau**
- Qualification des performances (α_w , R_w , ΔR)
- **Transmissions latérales (Dn,f,w)**
- **Expérimentations in situ (DnT,A, L'nT,w, R'I)**
- **Transmissions latérales (Kij)**
- **Enquêtes de perception / confort acoustique**

Merci pour votre attention...

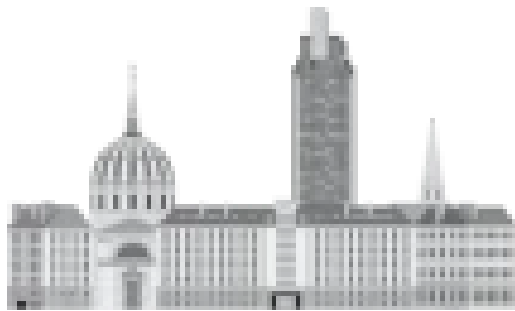
- Contact :
 - Philippe.Gle@cerema.fr

- Liens :
 - <http://www.umrae.fr/>



L'Unité Mixte de Recherche en
Acoustique Environnementale (UMRAE)
est un laboratoire de recherche
commun entre l'Ifsttar et le Cerema,

SAVE THE DATE !



25-29 August 2024

inter.noise
NANTES **FRANCE**