Webinaire

Laboratoires de recherche / Acteurs de la construction : comment créer des partenariats gagnants?

26.01.2021

Programme

1ère partie :

- Introduction
- Cartographie des équipes de recherches Grand Est en lien avec la thématique « Chimie, Matériaux et Systèmes Constructifs ».

2ème partie

- Présentation de l'Institut Jean Lamour et de l'équipe Matériaux pour le Génie Civil
- Exemple de projet innovant collaboratif

3ème partie

- Retour d'expérience sur un projet accompagné et labellisé par le Pôle
- Accompagner au montage de projet innovant collaboratif

Intervenants

André de CHEFDEBIEN
Directeur Innovation et Marketing stratégique - groupe Rector Lesage

Jean-Michel MECHLING
Maître de conférences
Equipe Matériaux pour le Génie Civil

Franck LAMY
Dirigeant de l'entreprise TerraTerre

Quentin BARBE
Chef de projet Matériaux et systèmes constructifs

1ère Partie

Introduction

Cartographie des équipes de recherches dans le Grand Est

QUI SOMMES NOUS ?

Pôle de compétitivité labellisé par l'Etat Français
pour accompagner des
Projets collaboratifs auprès des acteurs du bâtiment, des matériaux et de l'énergie.

L'acteur incontournable de la filière du bâtiment - véritable locomotive du développement de solutions innovantes

(en lien avec le CSF « Industries pour la construction »)

VIESSMANN
Wienerberger
BARRISOL
VOLTEC solar
WÜRTH
mathis
LE MEILLEUR DE LA CONSTRUCTION BOIS LAMELLÉ-COLLÉ • www.mathis.eu
SAUTER
Pour l'environnement durable.
SOPREMA
L'étanchéité assurée
SAINT-GOBAIN
hager Group
UPM
KNAUF
CLEMESSY
RECTOR
MIEUX CONSTRUIRE ENSEMBLE
socomec
Innovative Power Solutions
techniwood
L'innovation nous construit
nsc environment
MULTIPLIS
expertise / solution / réalisation
solares bauen
des ingénieurs pour l'énergie
PlastiFibre
CYBER FLUIDES
BUREAU D'ÉTUDES FLUIDES
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
cetim
LaBPS
INGÉROP
Inventons demain
egis
OTE INGÉNIERIE
UHA
UNIVERSITÉ DE HAUTE-ALSACE
GRE
INRA
SCIENCE & IMPACT
INSA
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES STRASBOURG
Cerema
Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
ORDRE DES ARCHITECTES
CAPEB
L'Artisanat du Bâtiment
DRÔME
AQC
Agence Qualité Construction
FÉDÉRATION CINOV
FFB
FEDERATION FRANÇAISE DU BATIMENT
L'UNION SOCIALE POUR L'HABITAT
FIBOIS
La filière bois Ardèche-Drôme
lermab
enstib
EPINAL
LABORATOIRE DE MÉCANIQUE BIOMÉCANIQUE • POLYMÈRE • STRUCTURES
Elithis
Life • Green • Lab
fibres
PÔLE
ÉNERGIVIE
ABLE MATERIALS AND BUILDINGS
VEOLIA
ENVIRONNEMENT
nexity
FONCIA
vivialys
GROUPE
CM-CIC
Sarest
habitat de l'ill
Rive Gauche RG gestion
mmh
meurthe & moselle HABITAT
Plurial Novilia
Groupe ActionLogement
Néolia
Groupe ActionLogement
Boulle
Auteur de votre habitation
Opus 67
vivre son habitat
CUS habitat
Office Public de l'Habitat de l'Eurométropole de Strasbourg
slh
Groupe ActionLogement
Habitationmoderne
LAZARD
sers
vivre l'espace ensemble
BOUYGUES CONSTRUCTION
EIFFAGE CONSTRUCTION
VINCI
GRDF
GAZ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE
SPIE
es
EDF
demathieu bard
CONSTRUCTION
CKD
ENTREPRISE GÉNÉRALE DE BÂTIMENT
KS construction

3 Domaines d'Actions Stratégiques

Chimie, matériaux et systèmes constructifs

Services, énergie et territoires bas carbone

Economie circulaire

3 Moyens d'actions

Projets collaboratifs

Faciliter l'émergence de projets d'innovation Collaboratifs

Réseau

Animer un large réseau d'acteurs experts, complémentaires et Interconnectés

Services

Accompagner les porteurs de projets dans leurs transitions

Cartographie des équipes de recherche

Cartographie des équipes de recherche

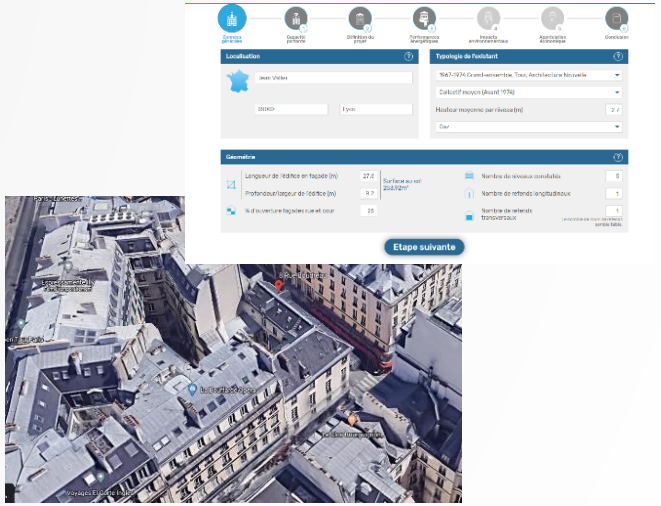
Institut Carnot MECD
Matériaux & Equipements pour la Construction Durable

Effectifs : 2 laboratoires universitaires , 4 centres techniques industriels, 250 chercheurs et techniciens

Axes de recherches :
- Construction durable
- Mixité multifonctionnelle
- Mise en œuvre, exploitation et usages
- Transition numérique

Plateformes de compétences :
- Pilote de conception/fabrication
- Physique du bâtiment
- Mécanique-Feu
- Réalité immersive

Projet LIGN2TOIT : faisabilité technico-économique d'un projet de surélévation



Cartographie **des équipes de recherche**

Laboratoire MATIM - MATériaux et Ingénierie Mécanique – Université de Reims Champagne Ardenne, Ecole d'Ingénieur EPF Troyes

Effectifs : 29 permanents (Reims, Troyes, Charleville) - 24 doctorant(e)s

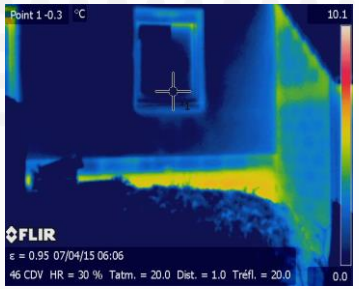
Axes de recherches :

- Eco-matériaux et construction durable.
- Nouveaux matériaux, matériaux bio-sourcés et efficacité énergétique pour la construction durable.
- Performances énergétiques et simulation numérique.

Compétences

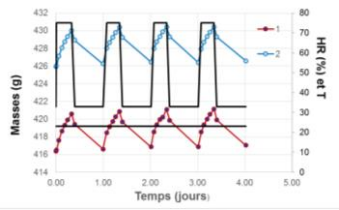
- Caractérisation physique et modélisation numérique du comportement hygrothermique des agro-matériaux à base de fibres végétales (chanvre, miscanthus, liège, ortie, rafles, sarments de vigne…).
- Mécanismes hydrodynamiques, aérodynamiques et thermiques dans les systèmes de production d'énergie (photovoltaïque, éolienne) ou dans les systèmes constructifs.

Mesure de perméabilité



Thermographie infrarouge

Brique d'amidon et de pulpes de betterave



Mesure de MBV

Mesure de porosité (mercure)

Cartographie des équipes de recherche

Chaire Ingénierie des Bétons (IdB) – ESTP Paris Campus de Troyes et de Cachan

Réduire l'impact environnemental du béton

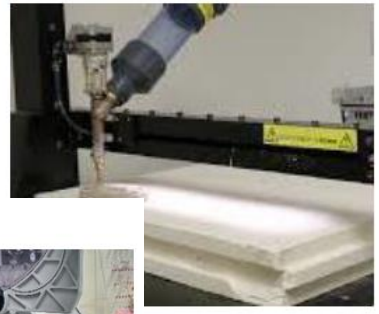
Effectif : 5 Enseignants Chercheurs permanents, 2 Post Doctorants, 1 Doctorant, 1 Technicien

Axes de recherches et compétences :

- **Valorisation des ressources** : bétons de fibres végétales, clinkérisation par mécanosynthèse indirecte, recyclage du béton dans le liant
- **Procédés et systèmes constructifs innovants**: formulation pour fabrication additive béton, béton connecté
- **Approche performantielle globale** : lixiviation des granulats recyclés, utilisation de béton recyclé pour stocker du CO2, performances des nouveaux liants

Caractérisation des ciments et des granulats :
surface spécifique, BET, Vicat, tamiseuses, granulométre laser, …

Fabrication additive
imprimante 3D de paillasse



Caractérisation physico chimique :
ATG, Fluorescence X, Diffractomètre X, Spectromètre IR, Spectromètre UV-V, calorimètre

Cartographie des équipes de recherche

Institut Carnot MICA (https://www.carnot-mica.fr/)

Créateur de matériaux innovants
De la Recherche Fondamentale à l'application industrielle

Effectifs : 9 unités de recherche, 8 centres de ressources technologiques et 1 centre technique industriel (CRT/CTI).

Axes de recherches :

- Spécialiste des matériaux fonctionnels, surfaces, interfaces et procédés associés

Compétences :

- Fonctionnalisation de surface
- Fabrication d'objets 3D et 4D
- Matériaux actifs et intelligents
- Structures allégées et renforcées (composites, textiles et mousses)
- Eco-innovation
- Caractérisation multi-échelles et métrologie

Cartographie des équipes de recherche

Equipe de recherche Génie Civil et Énergétique

Effectifs :

Équipe de 25 enseignants chercheurs permanents INSA/ UNISTRA/ ECAM rattachée au laboratoire Icube-Département mécanique https://gce.icube.unistra.fr/index.php/Accueil

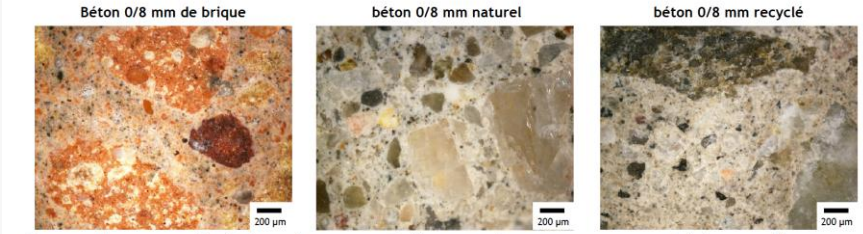
Axes de recherches : Matériaux / Énergétique / Ouvrages et Parasismique

Compétences :

Matériaux
- Interactions environnement et bétons
- Analyse et étude des caractéristiques des matériaux solides (bétons à impact environnemental réduit, matériaux alternatifs, matériaux du second œuvre)
- Analyses de cycle de vie
- Conception de surfaces

Energétique
- Étude des parois isolantes
- Simulations numériques et modélisations

Ouvrages et parasismique
- Etude du comportement des ouvrages sous sollicitations mutliphysiques et dynamique
- Matériaux d'infrastructures (bétons bitumineux, matériaux non traités)
- Renforcement des infrastructures par composites
- Mécanique des sols
- Endommagement
- Génie parasismique, Appuis en néoprène fretté
- Méthodes de calculs numériques : éléments discrets, éléments de frontières , éléments finis



Béton 0/8 mm de brique	béton 0/8 mm naturel	béton 0/8 mm recyclé
Terre cuite concassée (briques)	Sable naturel	Sable recyclé
Ciment CEM II	Gravillons naturels	Gravillons recyclés
Eau + Adjuvant	Ciment CEM II	Ciment CEM II
	Eau	Eau + Adjuvant

Cartographie des équipes de recherche

Twitter : @Carnot_Iceel / LinkedIn : Carnot Icéel

Effectifs : 14 unités de recherche et **12** centres de ressources technologiques, centres techniques industriels et structures de transfert

Axes de recherches (associés au marché Aménagement & Construction) :
Matériaux, Systèmes constructifs, Recyclage, Simulation

Compétences :
- Développement de matériaux (bétons) et comportement des structures
- Développement de matériaux biosourcés à fonctionnalités renforcées
- Etude et développement de produits et procédés pour la construction bois
- Valorisation des bois (démolition, ameublement) en matière et énergie
- Déconstruction – démantèlement – entretien d'ouvrages par jet fluide Très Haute Pression
- Etude et simulation du comportement au feu des structures en bois
- Simulation de l'évacuation incendie pour de grands ensembles multi-compartimentés
- Contrôle de santé des structures (SHM) : du diagnostic à la maintenance prédictive

© LERMAB, ENSTIB

Composantes mobilisables

CRITT BOIS • Institut Jean Lamour
Institut de Soudure • LEMTA
LERMAB • TJFU

Cartographie des équipes de recherche

Equipe S&O-2I (Systèmes et Objets Intelligents en Interaction)
Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN)

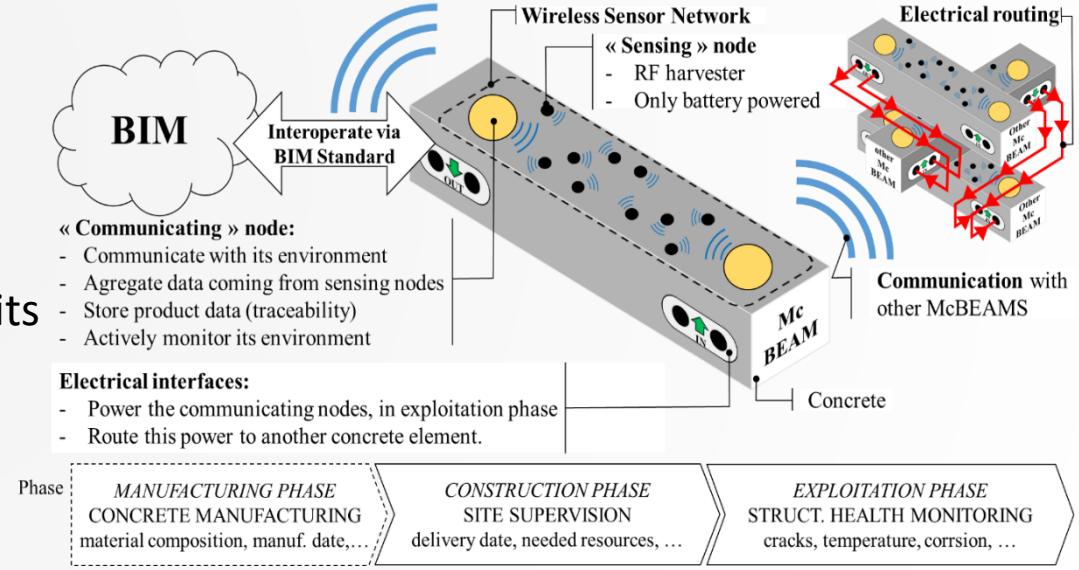
Effectifs : 12 permanents

Axes de recherches :

- maquette numérique et simulation 4D,
- Optimisation et Lean chantier,
- Objets communicants pour la traçabilité/surveillance de produits

Compétences :

- Internet des objets,
- Ingénierie des connaissances,
- Aide à la décision en contexte incertain,
- Simulation



Cartographie des équipes de recherche

Equipe « Matériaux Biosourcés »
Laboratoire : Institut Jean Lamour (UMR CNRS – Université de Lorraine)

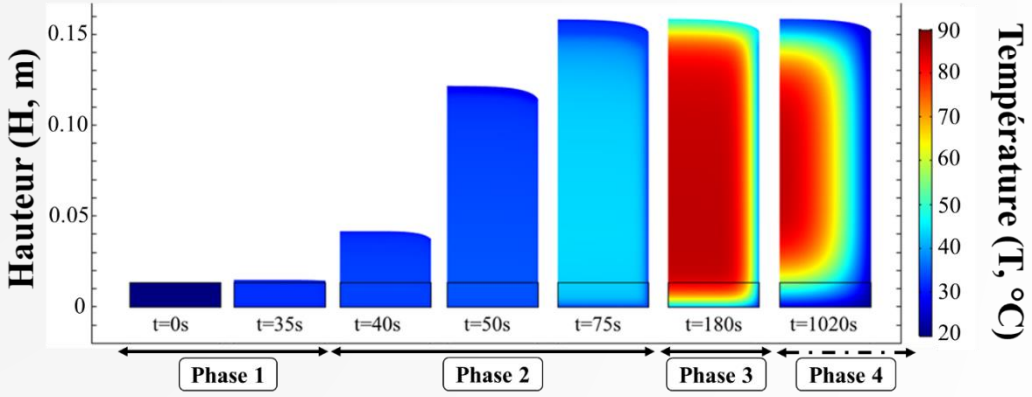
Effectifs : 4 permanents, 4 doctorants, 1 ingénieur, 8 chercheurs contractuels et 1 chercheur détaché du privé

Axes de recherches (2 exemples du secteur de la construction):

- Développement de mousses isolantes biosourcées (isolants biosourcés ininflammables)
- Etude hygrothermique d'un coffrage perdu bois-béton

Compétences :

- Synthèse, caractérisation et applications des matériaux poreux, pour la plupart biosourcés
- Caractérisation thermique, chimique, structurale et mécanique des matériaux
- Modélisation des transferts thermo-hydriques dans les matériaux



Expansion d'une mousse isolante biosourcée et évolution de sa température en cours de moussage (vue 2D de la simulation)

2ème Partie

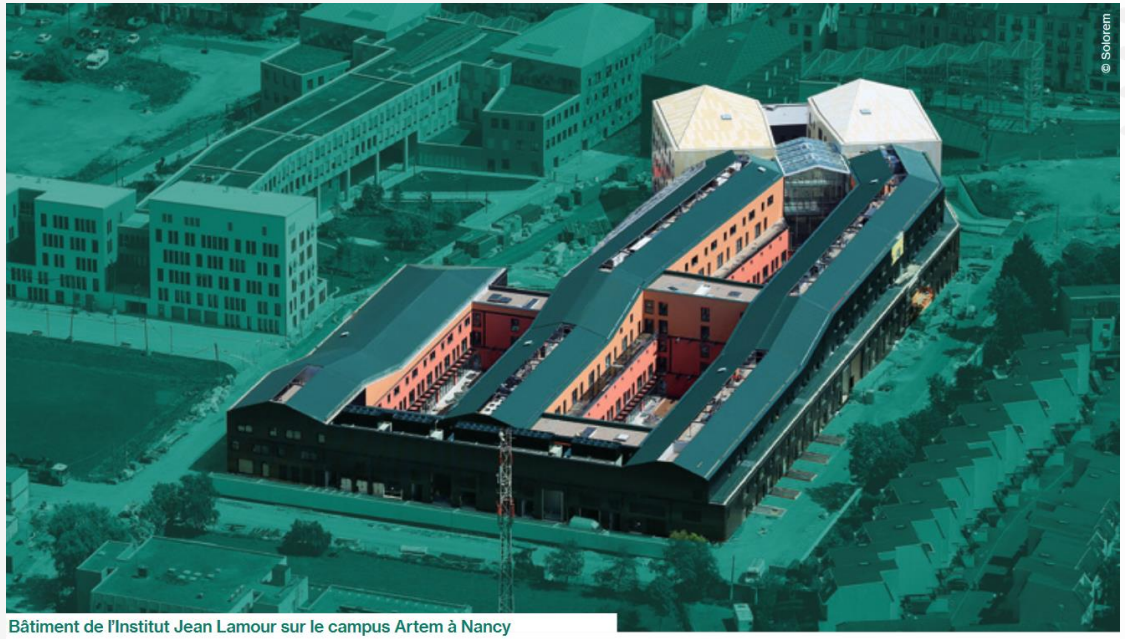
Présentation du laboratoire d'accueil
Exemple de projet collaboratif

Institut Jean Lamour

Laboratoire de recherche fondamentale et appliquée en science et ingénierie des matériaux et des procédés

- 166 chercheurs permanents, 100 personnels d'appui, (171 doctorants + post-docs + master2, etc.)
- 4 départements scientifiques
- 24 équipes de recherche
- **Thématiques** : Matériaux, Nanosciences, Plasmas, Surfaces, Métallurgie, Electronique,

  … **matériaux du génie civil**



Bâtiment de l'Institut Jean Lamour sur le campus Artem à Nancy

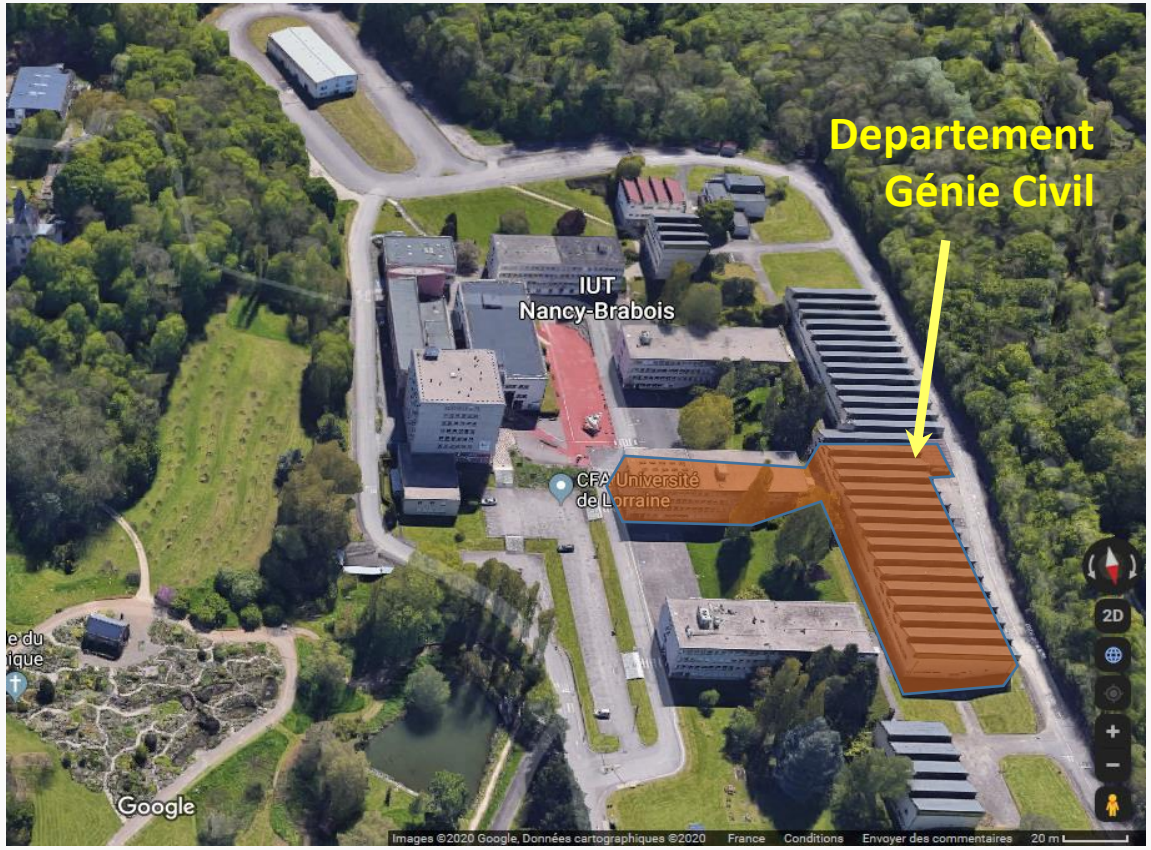
- **Plateformes techniques et équipements :**
  - Mesure des propriétés magnétiques
  - **Calcul scientifique**
  - **Diffraction des rayons X et spectroscopie Mössbauer**
  - **Microscopies électroniques et microsondes**
  - Micro et Nanotechnologies
  - Dépôt et analyse sous ultravide de nanomatériaux
  - Élaboration et fabrication additives
  - **Atelier mécanique et électronique**

Institut Jean Lamour

Equipe Matériaux pour le Génie Civil

Membres permanents

Firas Al Mahmoud
Jean-Luc Blin-Lacroix
Rémi Boissière
Cécile Diliberto
Sarah Janvier
Abdel Khelil
André Lecomte
Jean-Michel Mechling
Sébastien Roux
Romain Trauchessec



Membres non permanents

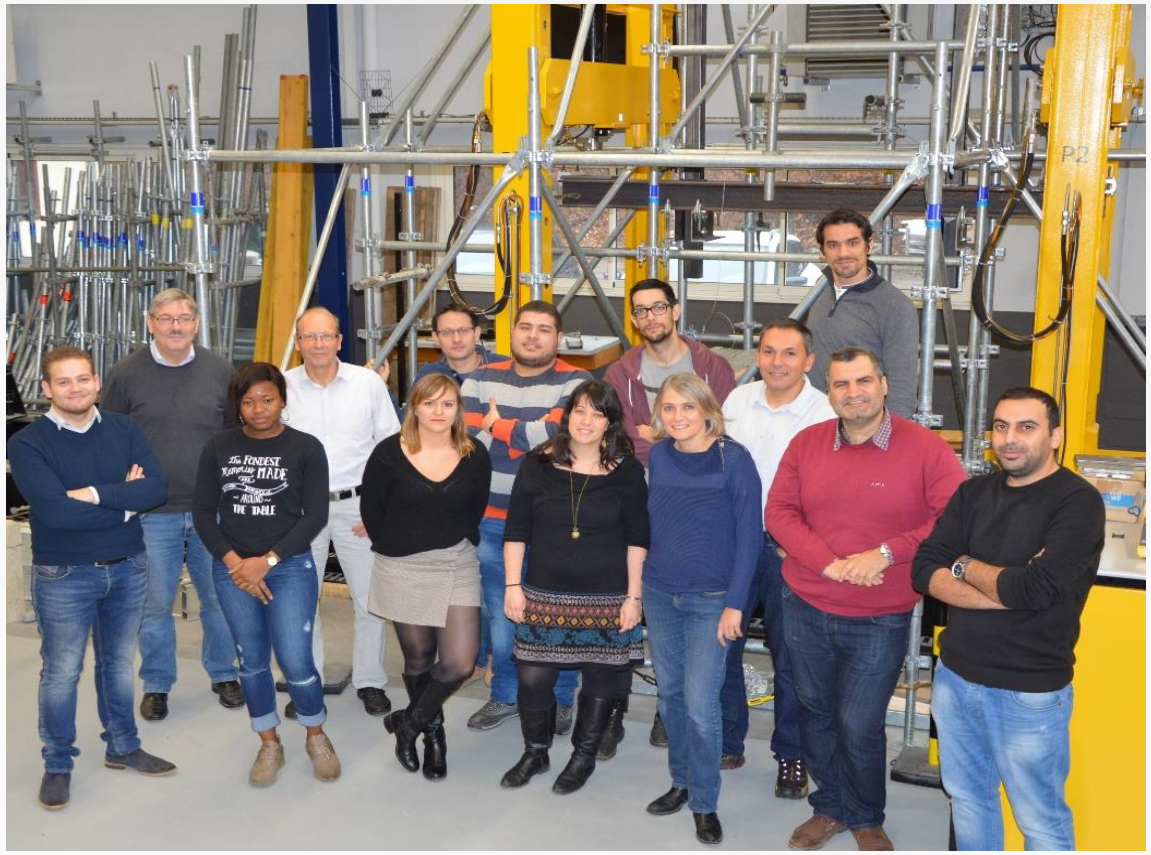
Mohammad Abdellah
Daniel Agossou
Chahinez Aissaoui
Jennifer Astoveza
Mohammed Nadjib Brahim
Cheissou Koto-Tamou
Hichem Krour
Charlotte Mercier
Faridha Sawadogo
Moulay Idriss Tabet Derraz

Institut Jean Lamour

Equipe Matériaux pour le Génie Civil

Membres permanents

Firas Al Mahmoud
Jean-Luc Blin-Lacroix
Rémi Boissière
Cécile Diliberto
Sarah Janvier
Abdel Khelil
André Lecomte
Jean-Michel Mechling
Sébastien Roux
Romain Trauchessec



Membres non permanents

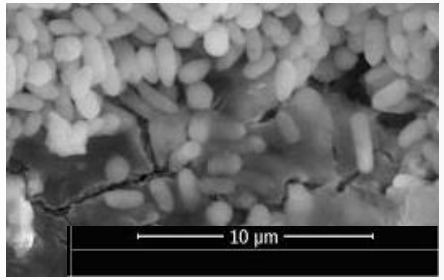
Mohammad Abdellah
Daniel Agossou
Chahinez Aissaoui
Jennifer Astoveza
Mohammed Nadjib Brahim
Cheissou Koto-Tamou
Hichem Krour
Charlotte Mercier
Faridha Sawadogo
Moulay Idriss Tabet Derraz

Institut Jean Lamour

Synthèse de phases cimentaires

Equipe Matériaux pour le Génie Civil – Compétences

- Développement de matériaux biosourcés et liants hydrauliques bas carbone
- Valorisation de co-produits industriels et matériaux de déconstruction dans les ciments et les bétons

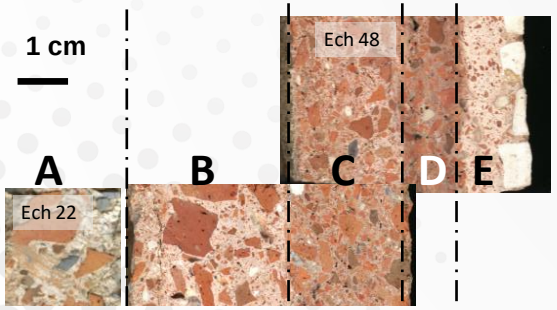


Bactéries sulfato-réductrices

- Biodétérioration et durabilité des bétons et des pierres
- Dimensionnement et modélisation de l'instabilité des structures
- Renforcement et réparation des ouvrages

Cuisson de clinker

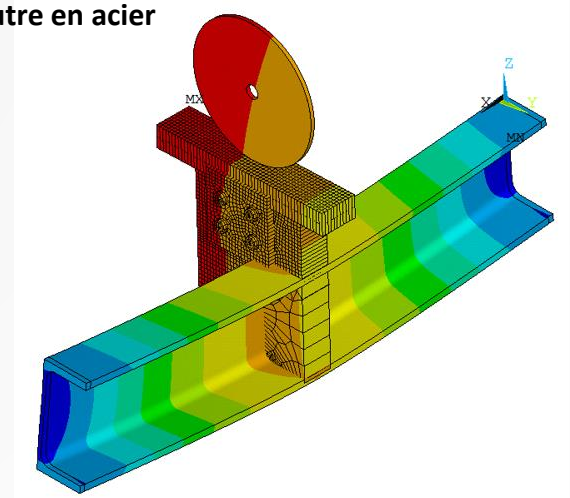
- Archéomatériaux



Mortiers gallo-romains

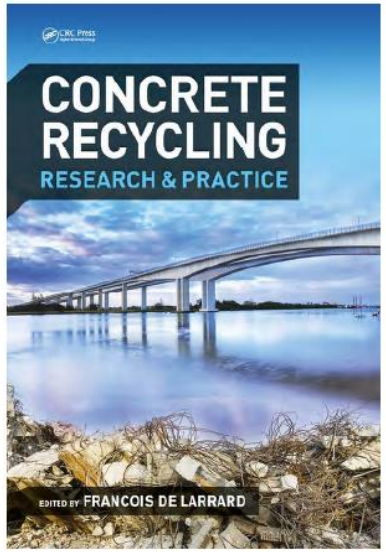
Renforcement de poutres par joncs en carbone

Modélisation du déversement d'une poutre en acier



Institut Jean Lamour

Equipe Matériaux pour le Génie Civil



Ouvrage scientifique de synthèse de Recybéton

- **1** – Implications de l'ensemble de l'Equipe dans le **Projet National Recybéton** Poursuite des travaux dans le cadre du **projet Européen Seramco**, etc.

- **2** – **Développement d'un nouveau connecteur pour structures mixtes** béton / acier ou béton /bois

Suivi continu de réactions d'hydratation et de vieillissement par spectrométrie RAMAN in situ

Essai de mesure de la résistance en cisaillement et étude du comportement d'une liaison acier / béton

- **3** - Caractérisation des produits cimentaires par **spectrométrie Raman in situ** (suivi cinétique des pathologies des ouvrages)

Collaboration avec l'IFSTTAR (Université Gustave Eiffel)

TERRATERRE

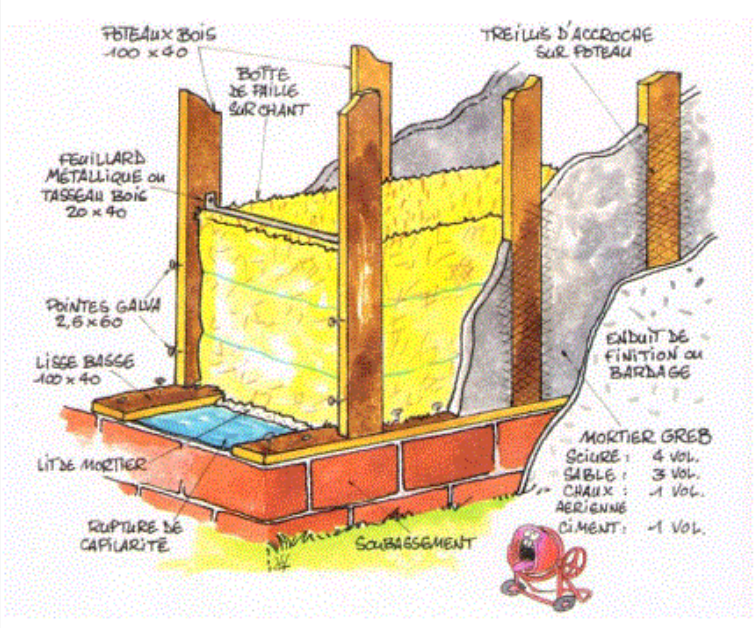
Présentation de l’entreprise

Franck LAMY Gérant de la Sarl **TERRATERRE**
Créée en Avril 2016
Activités : Rénovation et construction de bâtiments géo-sourcés
en paille et Terre
3 salariés
1 apprenti en Licence BE bois
Localisation : Liffol le petit (52)

TERRATERRE

Présentation du GREB - Technique

- La **technique du Greb** (Groupe de Recherche Ecologique de la Baie) a été importée du Québec en 2001 par Vincent Brossamain et a depuis été choisie par de nombreux auto constructeurs.
- Processus de réalisation assez simple
- Constructions stables de manière «empirique »



TERRATERRE

Recherche & Développement

Objectif du projet:

- Remplacer la technique du mortier Greb traditionnel très fastidieux à appliquer par un moyen mécanisable et rapide à mettre en œuvre.
- **Développer un mur préfabriqué en atelier** en système constructifs industriels répondant aux exigences structurelles (DTU et Eurocodes)

TERRATERRE

Recherche & Développement

Les obligations du constructeur et la technique du Greb :

Le professionnel qui construit en paille (ossature, paille et enduit) devra répondre à **3 obligations différentes**:

- Construire une enveloppe qui réponde aux exigences structurelles (Eurocode et DTU)
- poser un isolant répondant aux exigences techniques et thermiques (CP 2012 et RT 2012)
- appliquer un enduit sur bottes de paille (CP 2012)

TERRATERRE

Recherche & Développement – première réalisation

- Première validation technique (fabrication des bureaux de l'entreprise) :
- Recherche d'un mortier projetable avec une pompe à enduire de type façadier
- Essai concluant avec le Plâtre gros (Paysan) MGC 150 - Plâtre Vieujôt de Montmorency (95)
- **Mise au point d'une formule interne « Terraterre » avec MGC 150 et mélange de sciure**
- Projection sur module préfabriqué sur site :
  - Rapidité de mise en œuvre
  - Séchage rapide en surface
  - Imperméabilisation des murs en paille

TERRATERRE

Recherche & Développement

- Transport, élévation et assemblages sur site des modules préfabriqués

TERRATERRE

Recherche & Développement

Conclusion

- La technique du Greb est une technique utilisable et assurable professionnellement.
- Elle répond à toutes les exigences réglementaires actuelles et est une technique économique et très simple à mettre en œuvre directement sur chantier. Le résultat autrement plus performant et pertinent par un système constructif modernes industriels.

TERRATERRE

Recherche & Développement

Conclusion

- La technique du Greb est une technique utilisable et assurable professionnellement. Elle répond à toutes les exigences réglementaires actuelles et est une technique économique et très simple à mettre en œuvre directement sur chantier.
- Le résultat autrement plus performant et pertinent que de nombreux systèmes constructifs modernes industriels.

- **Il restait à prouver scientifiquement le bien fonfé du mortier mis au point, pour contreventer la structure**

Le projet collaboratif

Objectifs de la collaboration – Solution proposée

- **Partenariat** avec le laboratoire via un **stage de 5 mois de Master2 Génie Civil** (Faculté des Sciences et Technologies, Vandœuvre-lès-Nancy)
- Encadrement du stagiaire / Exploitation complémentaire des données / restitution des données par les deux enseignants-chercheurs

- Coût pour l'entreprise :
  - indemnité du stagiaire (3.600€)
  - frais environnement du laboratoire (8.900€ HT)
  - prise en charge matérielle du mur d'essai
  - Fourniture des matériaux destinés aux essais à l'IJL

- Co-financement public
  - **Bpifrance – GrandE-nov reprend 50% des frais**
  - Crédit impôt-recherche possible pour le financement des stages

- **Retombées attendues**
  - **Certification (assurances)**
  - **Validation de la technique / mise en production / augmentation du CA**

Le projet collaboratif

Objectifs de la collaboration – Solution proposée

- Déroulement du stage de 5 mois (mars – juillet 2019)

  volet bibliographique / état de l'art

  conception de l'essai en semi-grandeur et de son instrumentation

  caractérisation physique des matériaux de contreventement (GREB – MGC150)

  modélisation avec le code de calcul Abaqus

  mise en œuvre de l'essai en semi-grandeur

- Essais complémentaires / traitement des données / rapport d'essai (début 2020) :

Le projet collaboratif

Fabrication sur le site de Terraterre (essai semi-industriel pilote)

Le projet collaboratif

Normalisation des formules des mélanges réalisés

		Masse	Volume
		kg	L
2,660	MGC 150	1111,3	417,8
1,482	Sciure	--	--
	Eau	452,3	452,3
	air	--	129,9
	Etat frais	1563,6	1000

Malaxeur planétaire à mortiers :
Etalement : 14 cm

MGC150/Eau = 0,41

Fabrications d'échantillons
(14 moules de 3 éprouvettes)

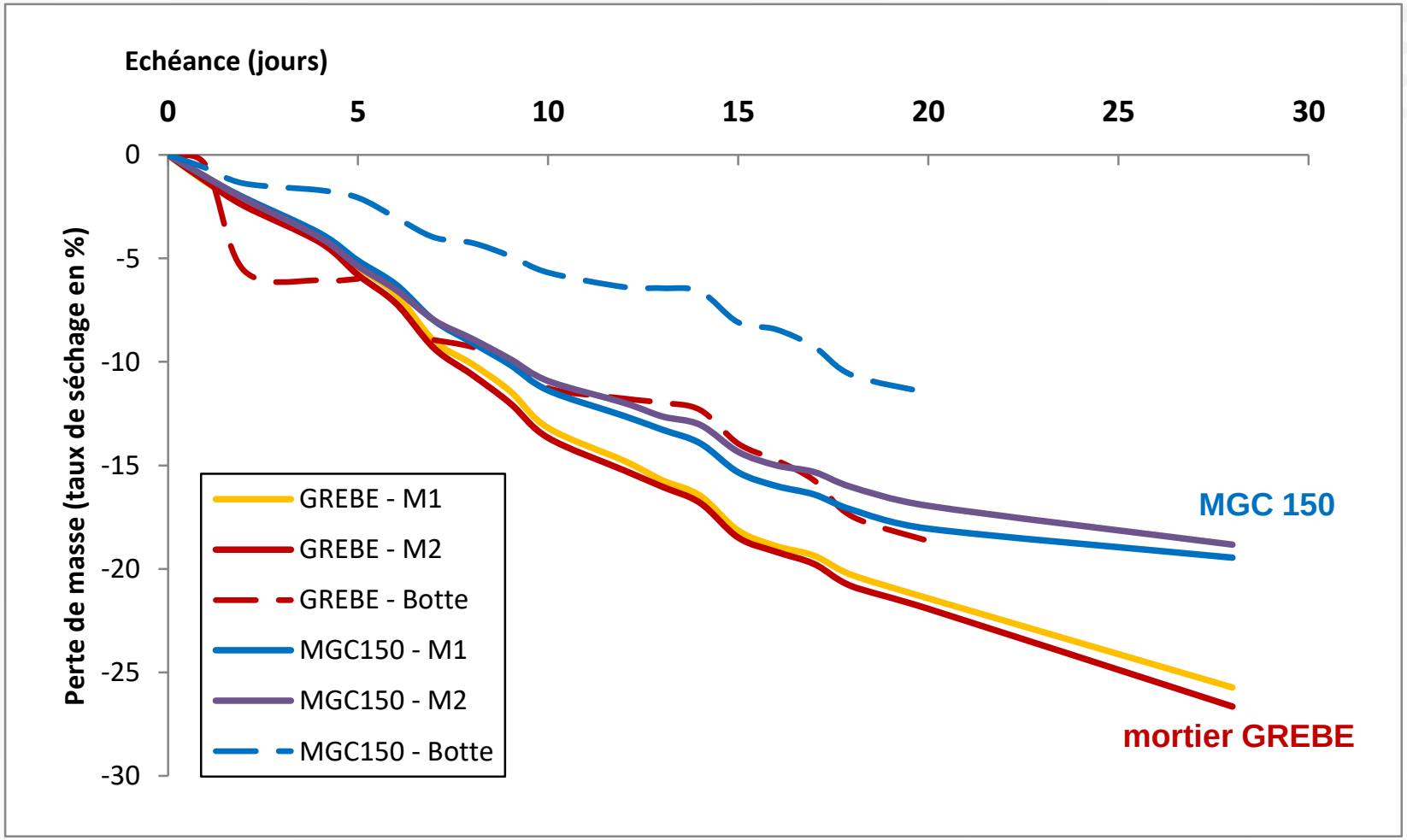
- ✓ Densité moyenne : **1,588**
- ✓ Ecart moyen : **± 0,010**

Le projet collaboratif

Suivi du séchage – différents mélanges essai industriel pilote

- Eprouvettes « 4×4×16 cm³» non démoulées conservées à côté des murs témoins
- Enduits conservés sur bottes de paille, à coté des murs témoins

Masse volumique / taux de séchage au cours du temps



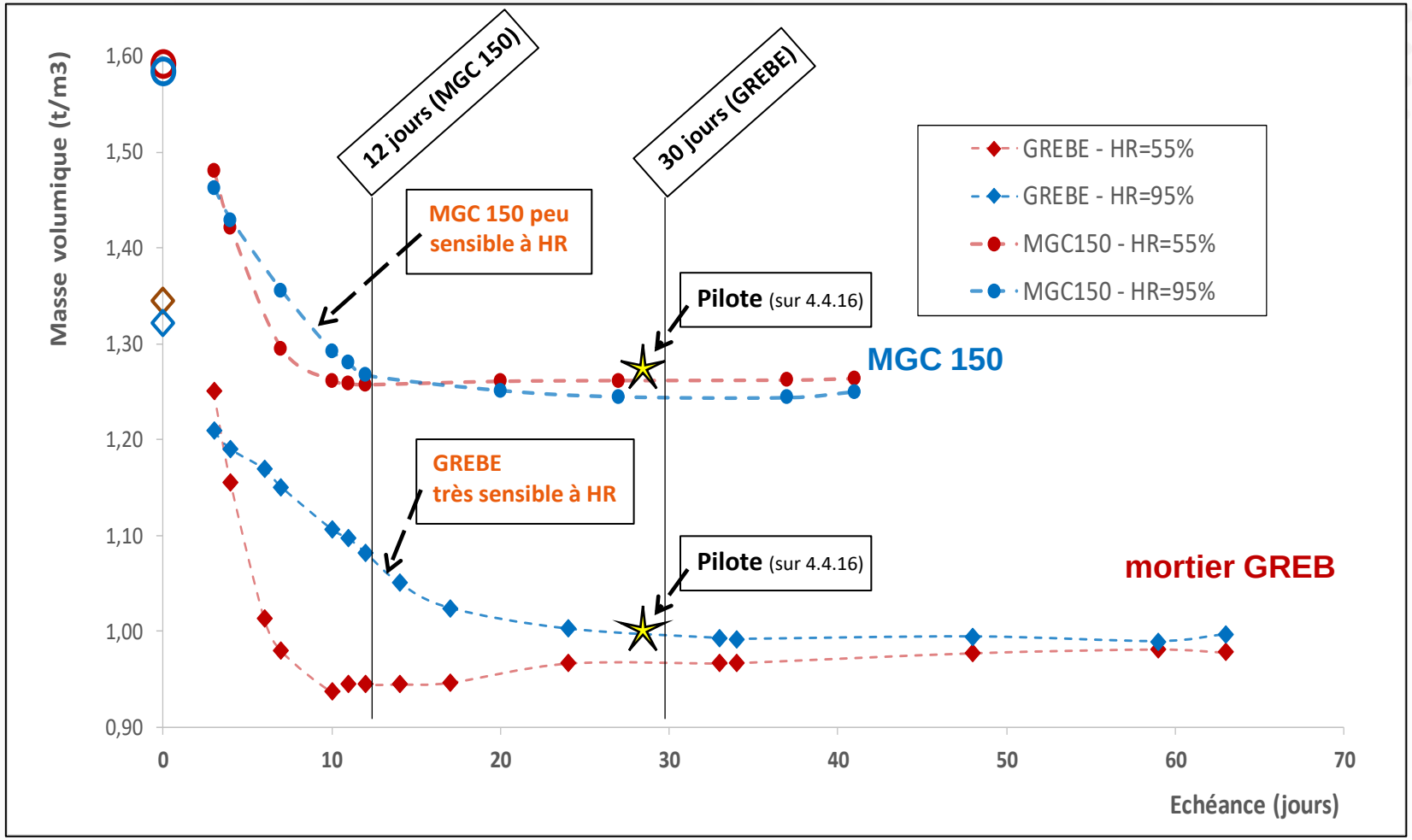
Le projet collaboratif

Suivi du séchage en laboratoire

- Conservation en enceintes climatiques régulées à 20°C

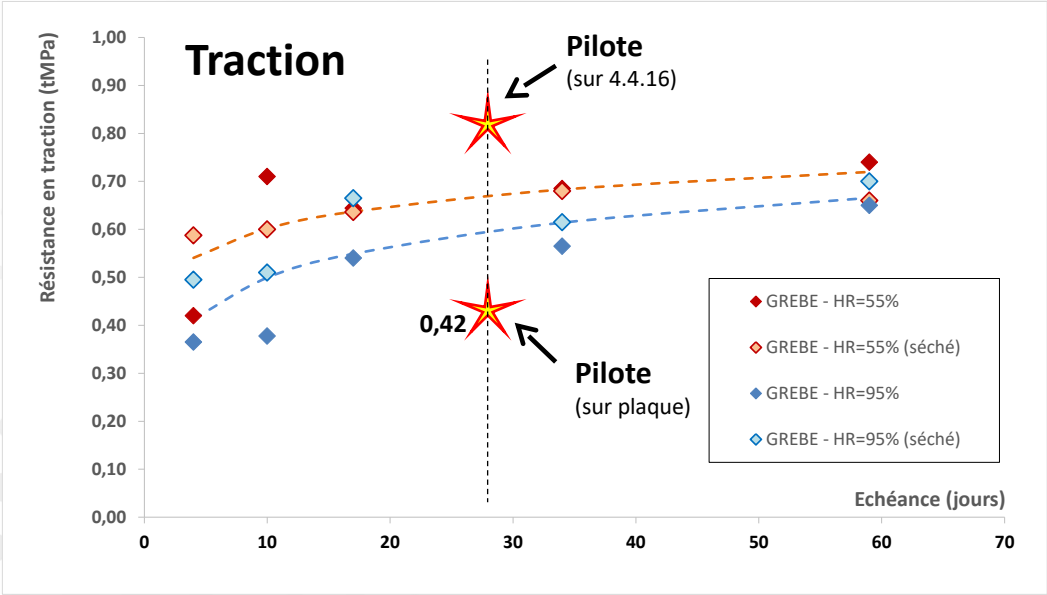
- Démoulage à 3 jours. (conservation à 20°C)

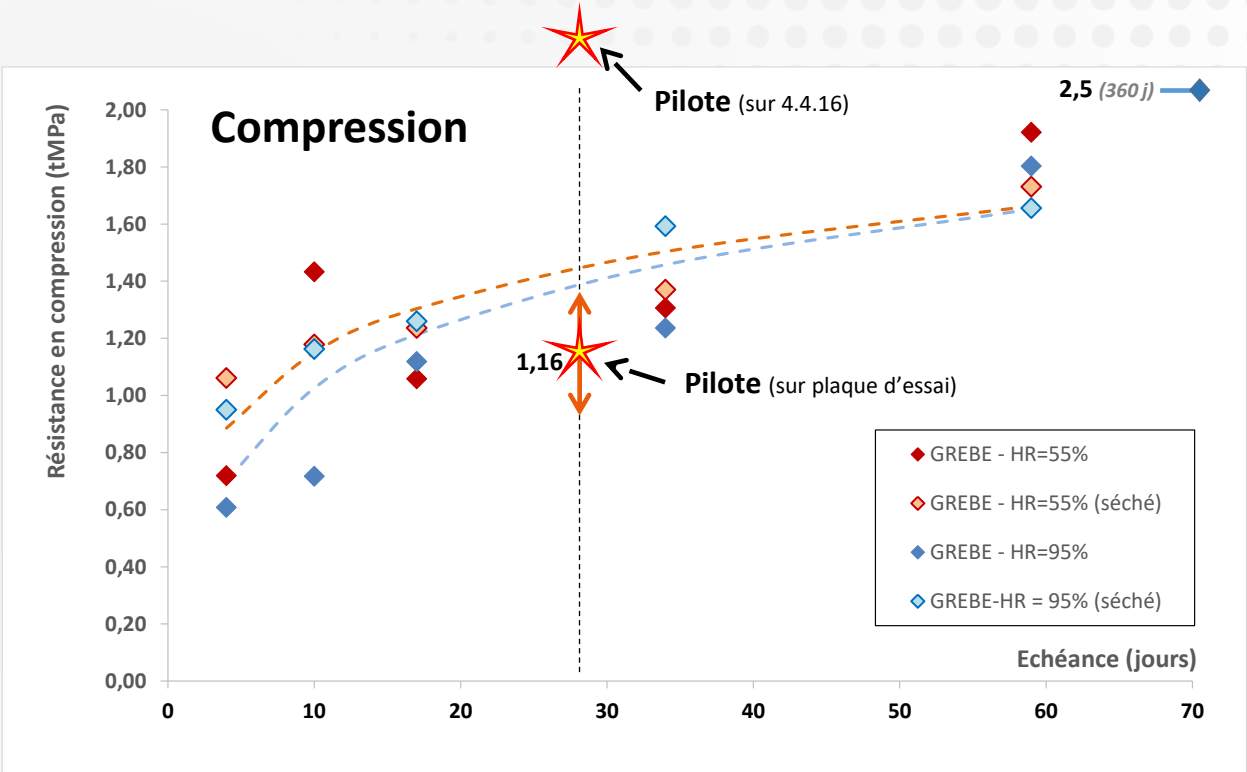
Evolution de la masse volumique en fonction du temps et des conditions de séchage



Le projet collaboratif

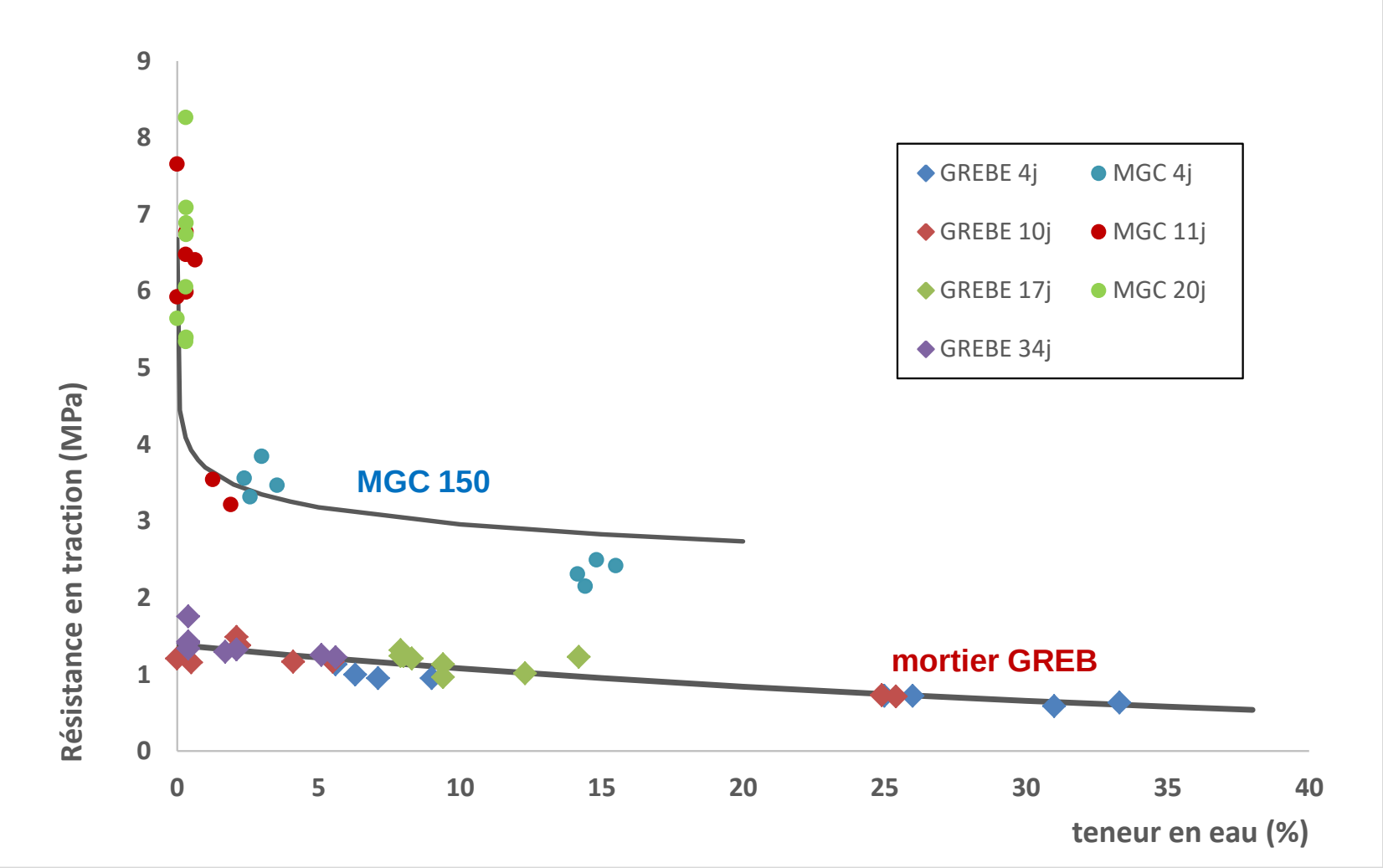
Suivi des propriétés mécaniques du mortier GREB





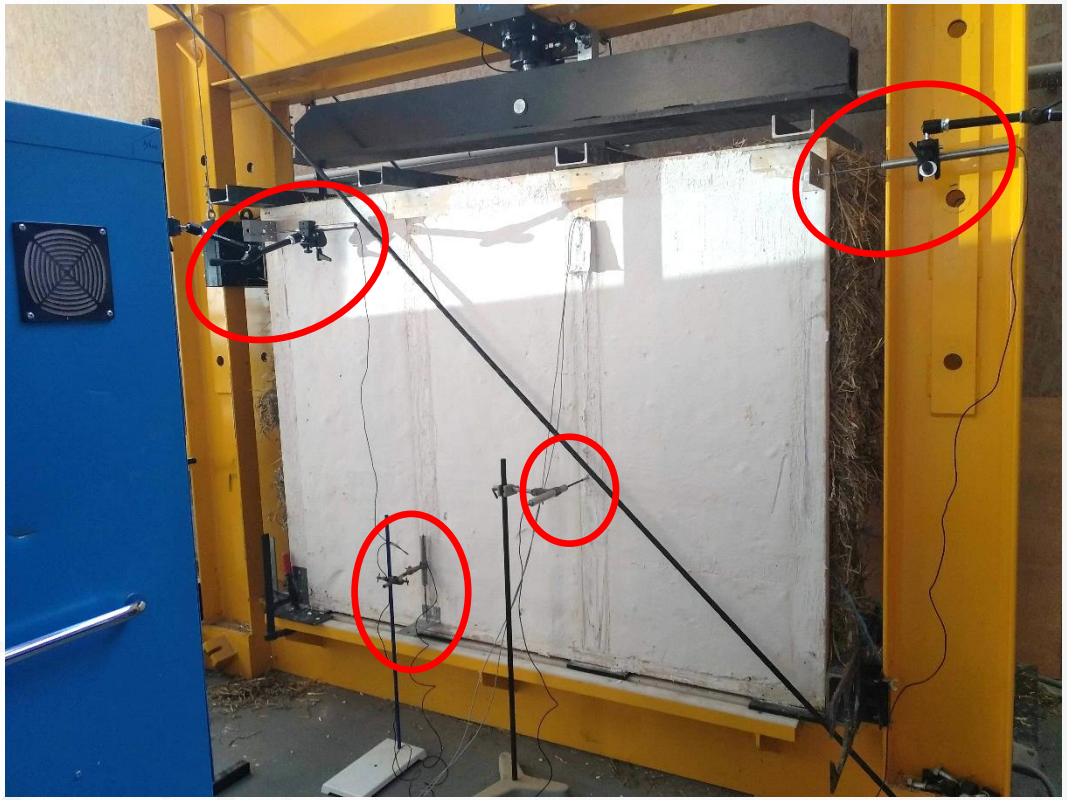
Le projet collaboratif

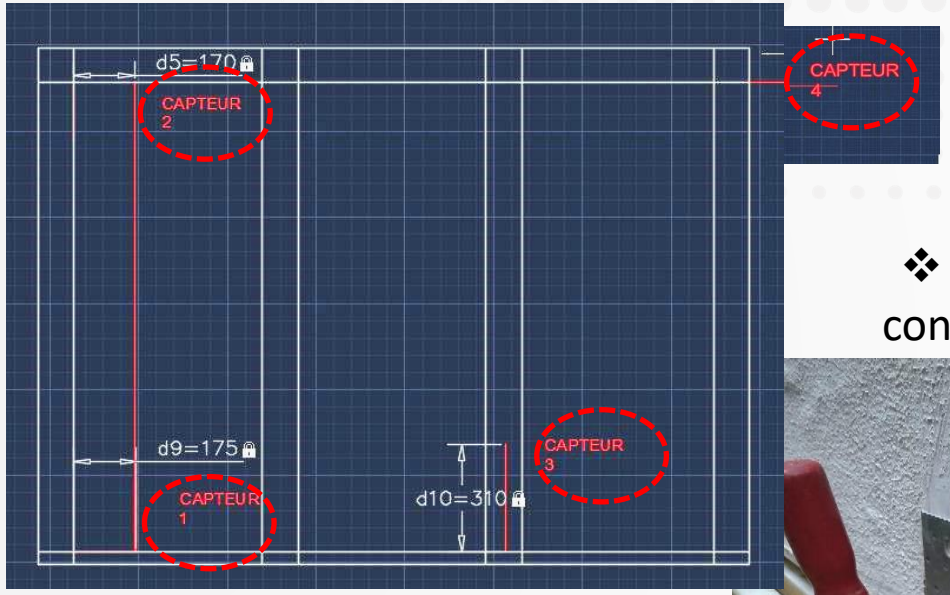
Suivi des propriétés mécaniques du mortier GREB



Le projet collaboratif

Essai du comportement mécanique de la structure



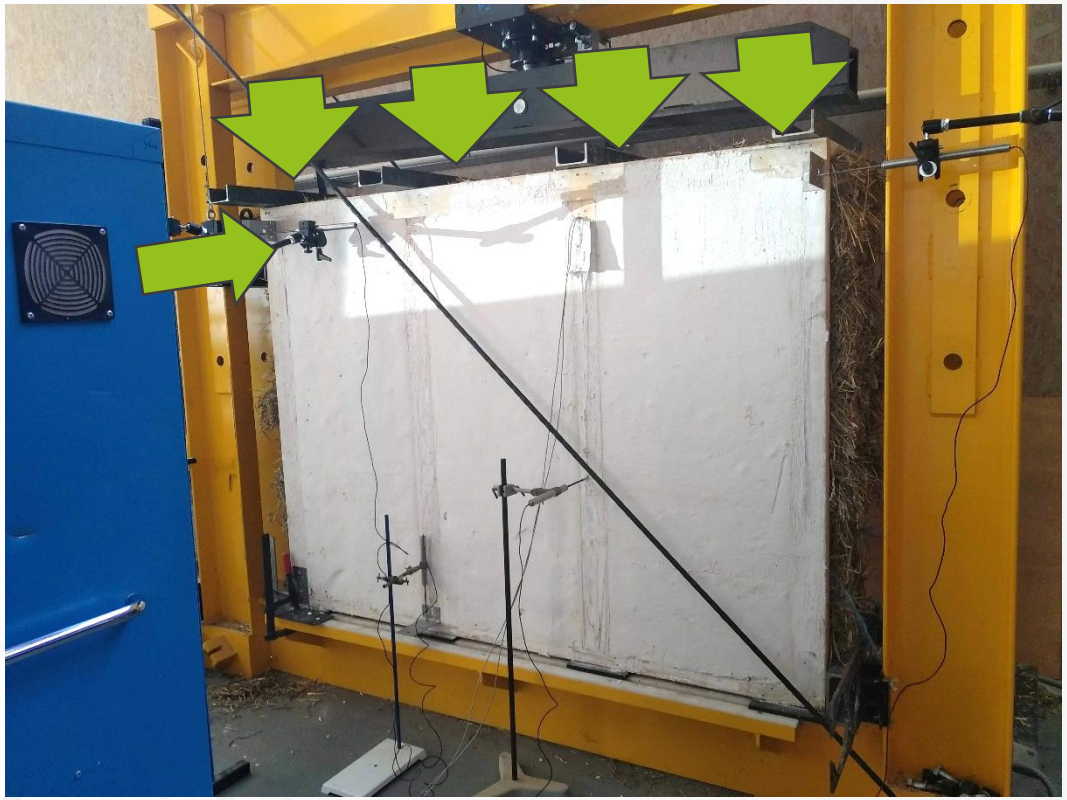


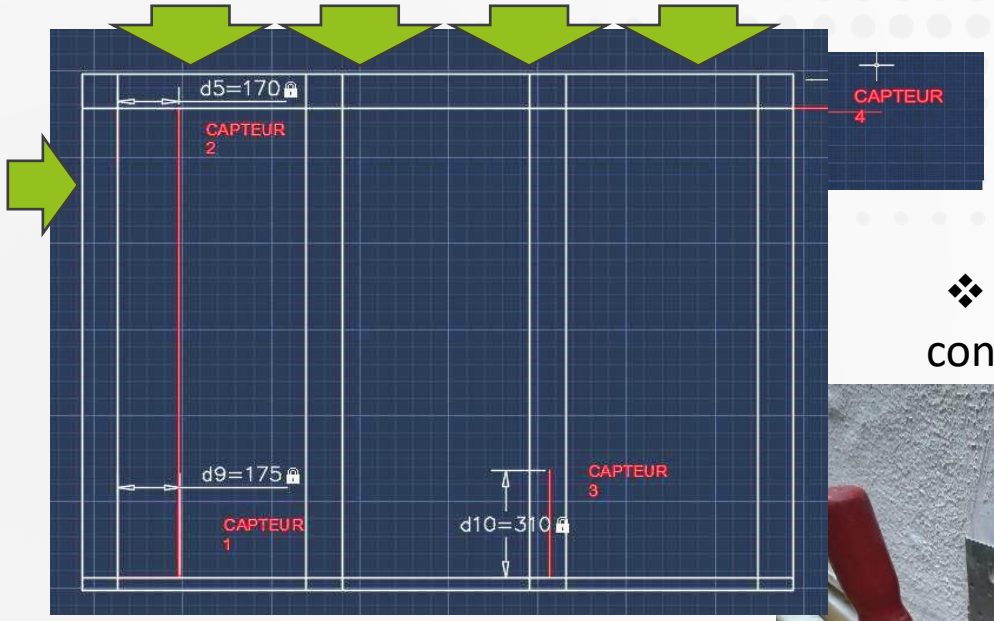
❖ Maintien à la base contre le soulèvement

❖ Jauge de déformation installée sur un feuillard

Le projet collaboratif

Essai du comportement mécanique de la structure





❖ Maintien à la base contre le soulèvement

❖ Jauge de déformation installée sur un feuillard

Le projet collaboratif

Essai du comportement mécanique de la structure

❖ Suivi des modes de ruine

Le projet collaboratif

Conclusion – retombées pour les partenaires

- Validation de la technique et mise en production

- Formation d'étudiants
- Publications scientifiques internationales

- **Projet fructueux pour les différents partenaires (entreprises et laboratoire de recherche)**
- **Perspectives ouvertes sur une nouvelle collaboration (BTC)**

Institut Jean Lamour

Equipe Matériaux pour le Génie Civil

Questions/Réponses

3ème Partie :

Retour d'expérience : Projet innovant collaboratif accompagné par le Pôle

Accompagner la structuration et le montage des projets

Retour d’expérience : le projet ERGORFORM

Chiffres-clés : périmètre d'analyse

Les chiffres présentés dans cette étude portent sur un échantillon de 60 projets labellisés et financés par le Pôle Fibres Energivie entre 2016 et 2020 à l'échelon national et régional.

Les projets européens sont exclus du périmètre d'analyse.

Budget moyen des projets financés

National

1,44 M€

Budget médian : 0,708 M€

1,11 M€

Budget moyen des projets financés sur la période sur l'ensemble

Régional

0,46 M€

Aides apportées moyennes aux projets financés (subvention & avance remboursable)

National

425 k€

356 k€

Aide moyenne aux projets financés sur la période sur l'ensemble

Régional

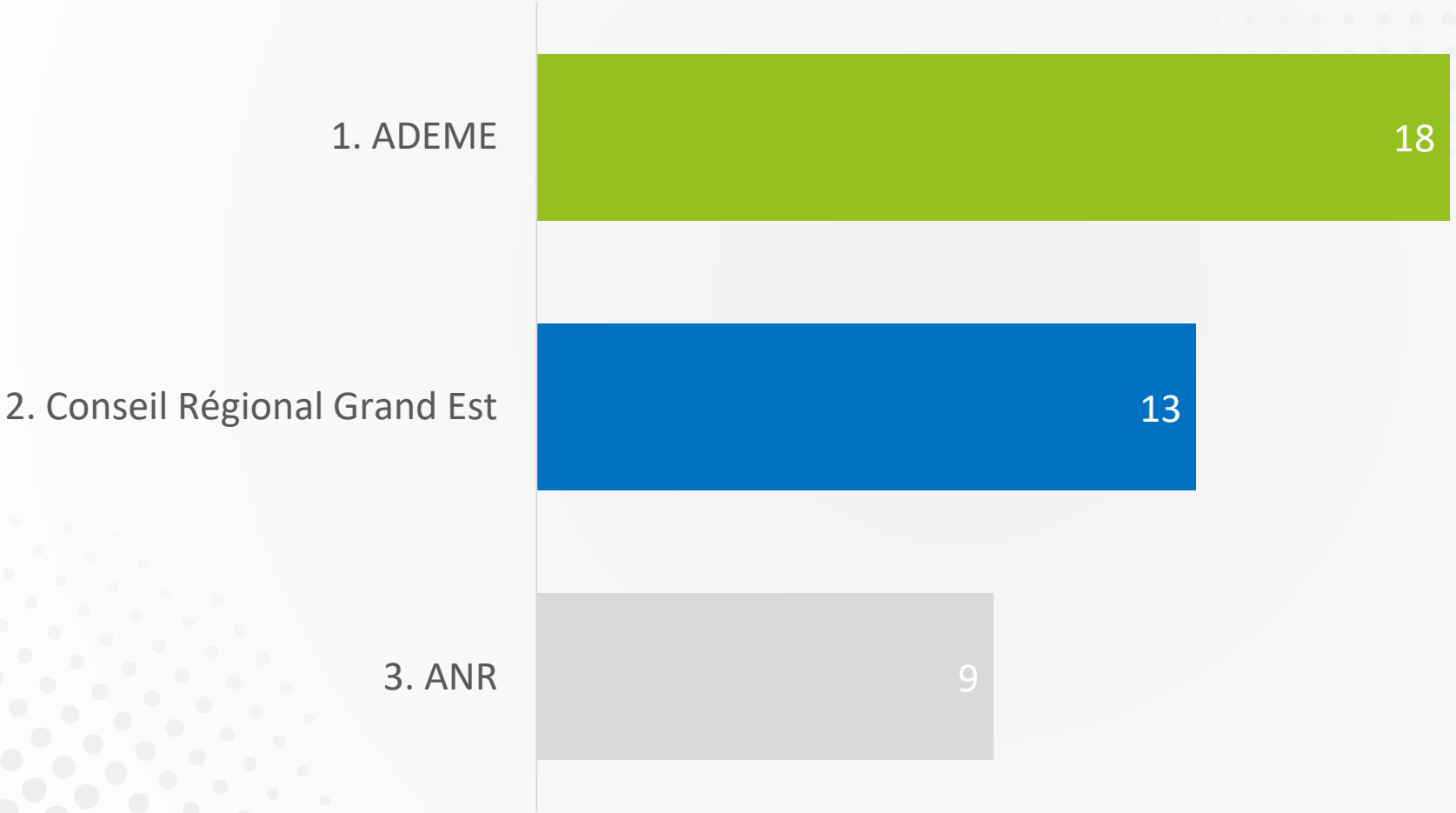
226 k€

Rapport projets labellisés / projets financés

62%

Des projets labellisés par le Pôle ont été financé

Top 3 Opérateurs Portefeuille



Répartition Projets collaboratifs vs Monopartenaires

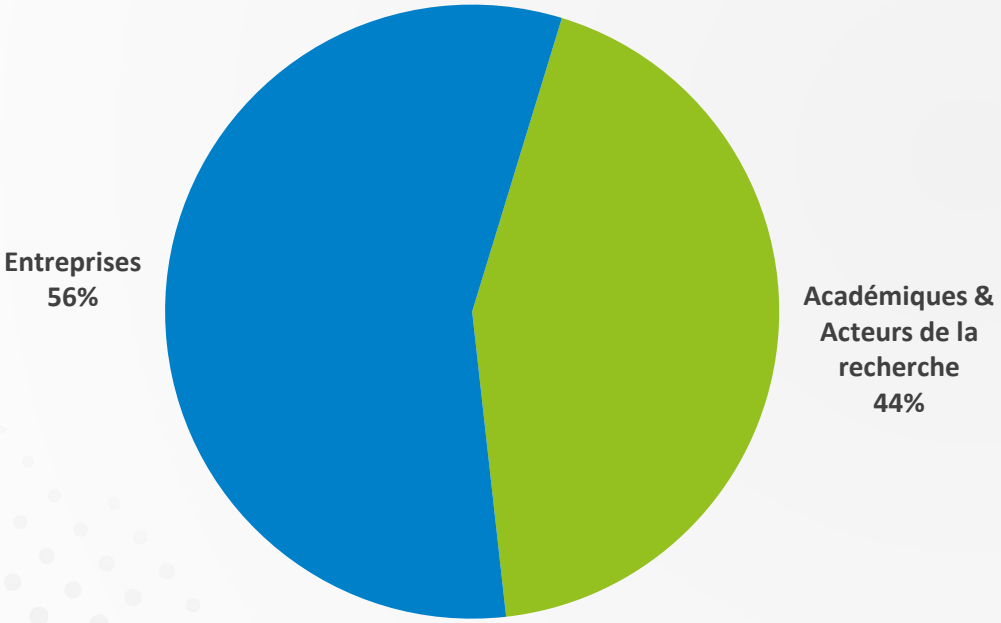
Ensemble

National

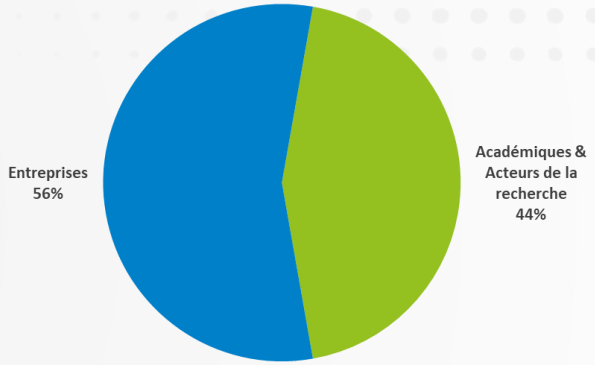
Régional

Répartition de la typologie des acteurs dans les projets de collaboratifs de R&D

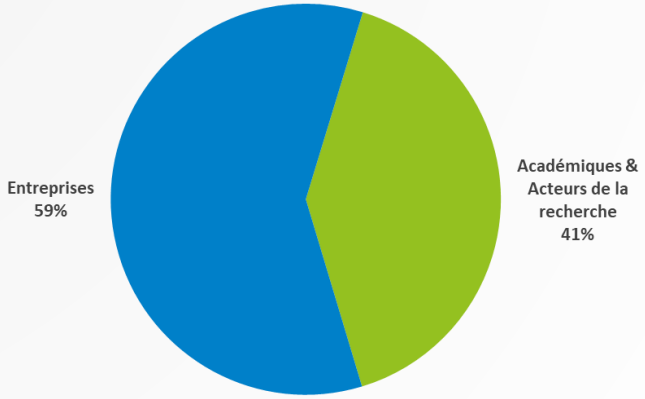
Ensemble



National



Régional



Accompagner la structuration et le montage des projets

Détecter: identifier les opportunités d'innovation et analyser la faisabilité en toute confidentialité

Collaborer: constituer le consortium (identification des compétences clés, mise en relation, intégration des acteurs académiques,…) et concevoir le projet

Evaluer : labellisation du projet par le conseil d'innovation

Financer: identifier les guichets de financement publique (région/ France/ Europe) et faciliter l'obtention de fonds

Valoriser: contribuer à la visibilité du projet (en respectant les volontés du consortium) et assister la mise sur le marché

MARCHES/ TECHNOLOGIES

Questions/Réponses

Contactez nous

projet@fibres-energivie.eu

03 70 29 98 00

06 73 41 65 86

Suivez nos actualités

www.fibres-energivie.eu

/company/pôle-alsace-energivie

/FibresEnergivie

UNIVERSITÉ DE LORRAINE | IUT Nancy-Brabois Génie Civil - Construction Durable

cnrs

INSTITUT CARNOT ICÉEL

INSTITUT JEAN LAMOUR

fibres PÔLE ÉNERGIVIE SUSTAINABLE MATERIALS AND BUILDINGS

Merci à tous pour votre participation!!!