

GDR : MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

JEMAB

CLUNY - 2016

Directeur : Sofiane AMZIANE

Directeur Scientifique : Christophe LANOS

Secrétaire : Sandrine Marceau



DÉFINITION DES MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

- Matériaux à base de grains ou de fibres végétales issus de plantes annuelles (bambou, chanvre, lin, tournesol, miscanthus,)

- Exemples :

Bétons

Laines

Panneaux



ETAT DES LIEUX

Le domaine des biosourcés est très dynamique avec :

- Un développement massif d'opérations régionalisées et dans les réseaux de centre technique
- Financement dynamique par les Région, Conseil général,
- Poids important des financements sur projet focalisant les moyens sur des réseaux de partenaires (Projets Européens, ANR,)
- Bourses Cifre



SOUHAITS

RÉUNIONS (CLUNY, KARIBATI, ICBBM, GDR BOIS,)

- Nécessité d'une coordination scientifique et d'une plate forme d'échanges entre tous les acteurs de la recherche sur matériaux biosourcés en France.
- Il s'agit de constituer une communauté bien identifiée capable de répondre aux multiples défis techniques, technologiques et de formation dans le biosourcé

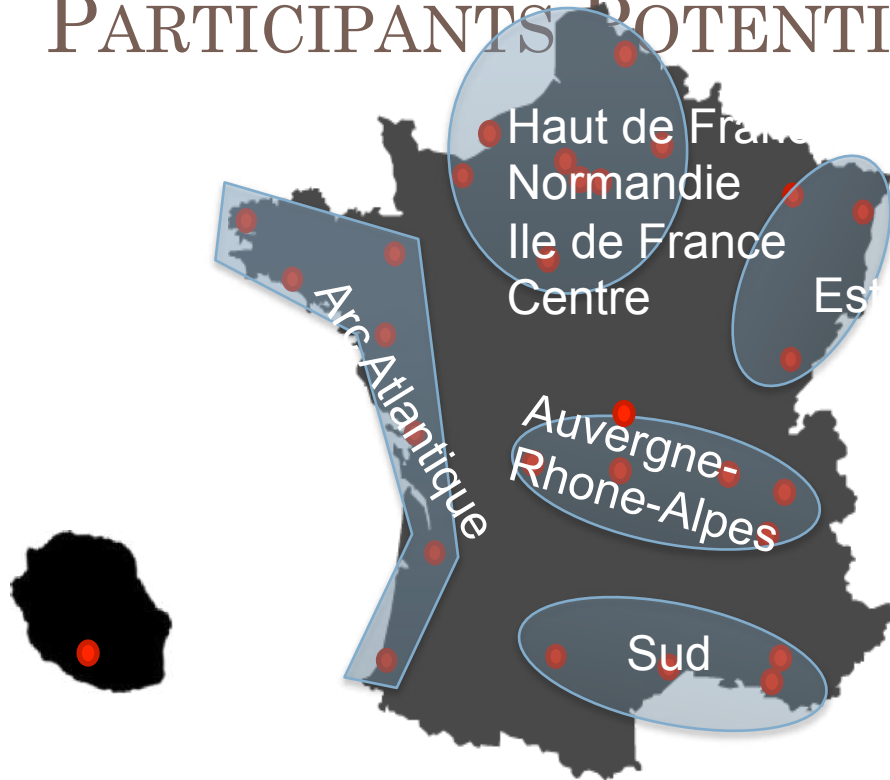


CRÉATION D'UN GDR : MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

- Le groupement de recherche (GDR) « Matériaux Biosourcés » aura pour vocation de :
- Structurer la recherche sur les matériaux biosourcés en France en lui redonnant une visibilité nationale
- Améliorer la communication entre les groupes impliqués dans des recherches sur les matériaux biosourcés, en diffusant l'information sur les projets en cours et thèses engagées
- Favoriser les transferts de compétences et collaborations inter-équipes, la pluridisciplinarité
- Identifier les verrous et enjeux et stimuler les recherches dans des directions jugées importantes par la communauté scientifique et industrielle
- Créer un corpus de documentation pédagogique pour la formation et l'enseignement à tout les niveaux post bac



PARTICIPANTS POTENTIELS AU GDR MBS



36 laboratoires de Génie Civil universitaire répartis dans toute la France

IFSTTAR, INRA, CEA, ESIPTA...

CEREMA

Centres Techniques (CERIB, CSTB,.....)

Institut Carnot

AGENDA

- Recensement des participants Octobre/
Décembre 2016
- Ecriture du dossier Juin/Décembre 2016
- Dépôt de dossier au CNRS 2016/2017
- 1 ère Rencontres du GDR MBS en 2017



JEMAB

CLUNY - 2016

LE BÉTON VÉGÉTAL : OÙ ON EST-ON ?

Pr. Sofiane AMZIANE

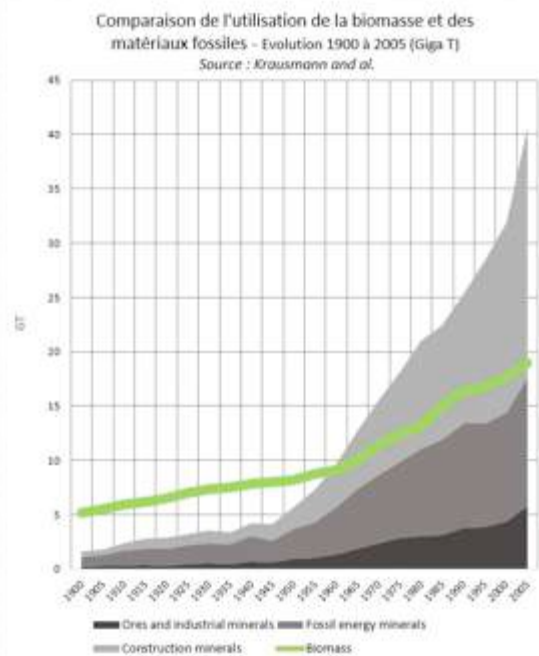
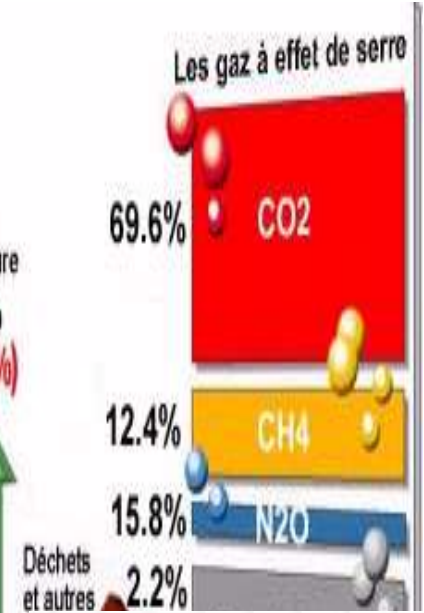
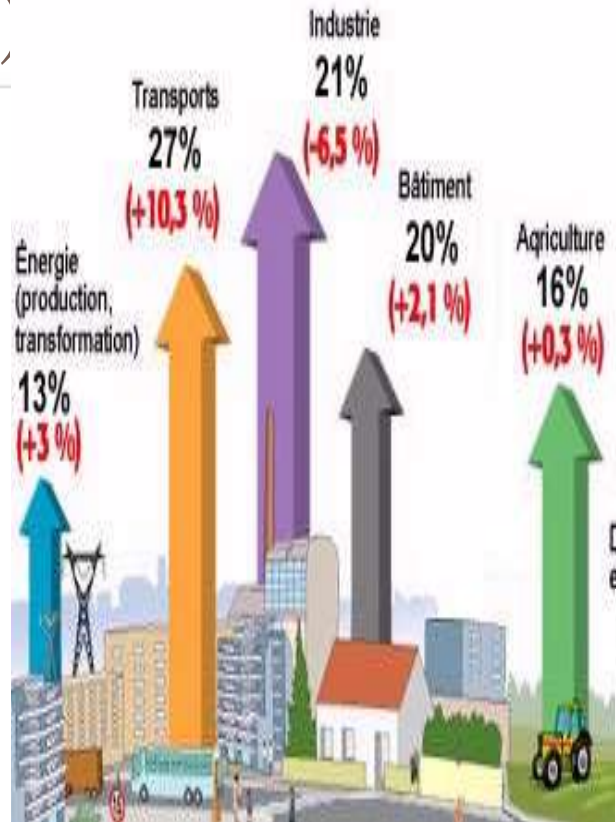
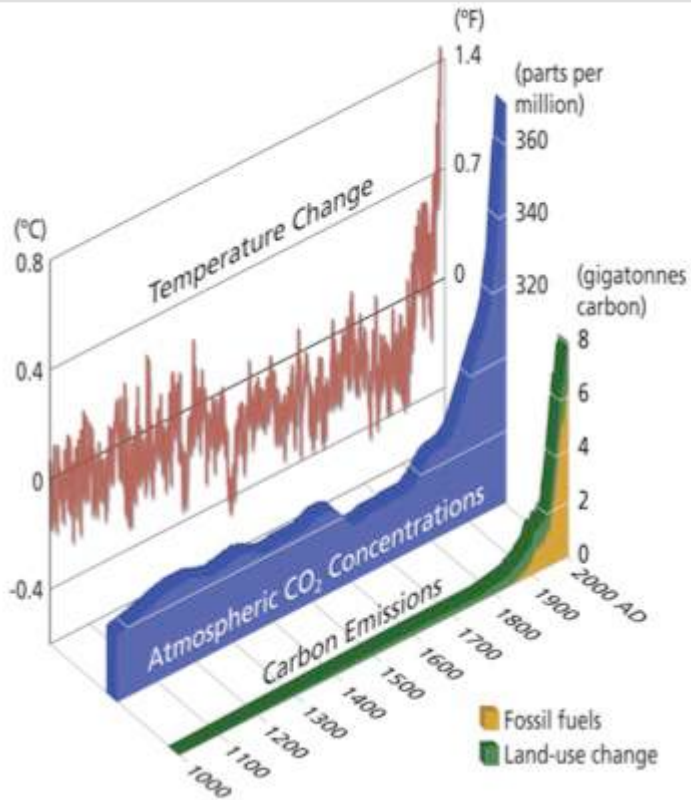
CONTEXTES ENVIRONMENTAL, ECONOMIQUE ET SOCIAL DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

le secteur de la construction est confronté aux quatre principaux impacts sur l'environnement:

- 1. Ses émissions de GES;**
- 2. Sa consommation d'énergie;**
- 3. Sa consommation des ressources naturelles;**
- 4. Sa production de déchets.**



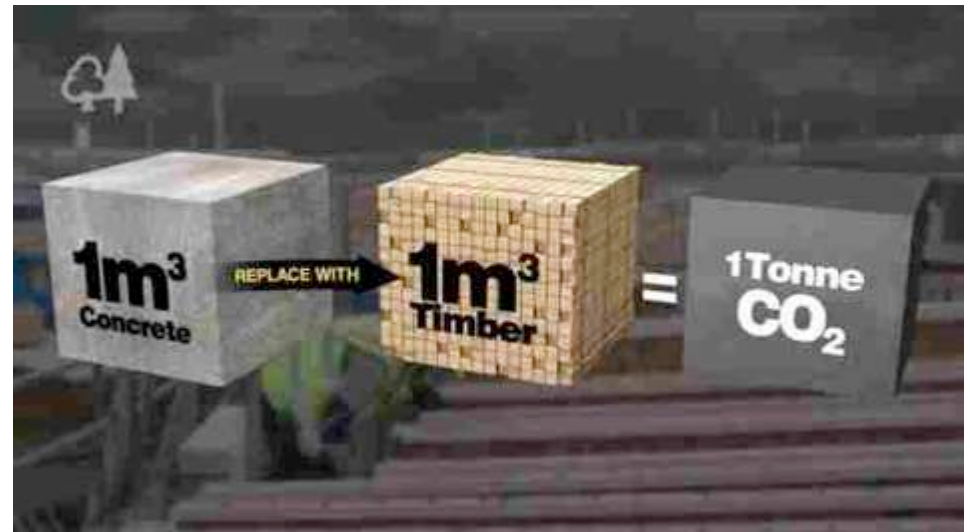
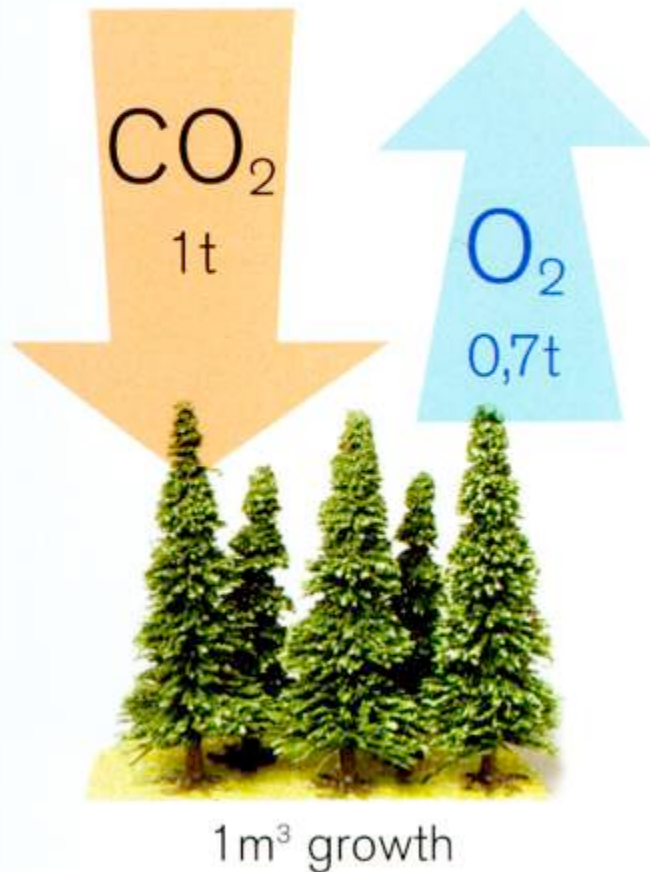
IMPACT OF THE BUILDING INDUSTRY ON THE CLIMATE CHANGE



IMPACTS DES MATERIAUX

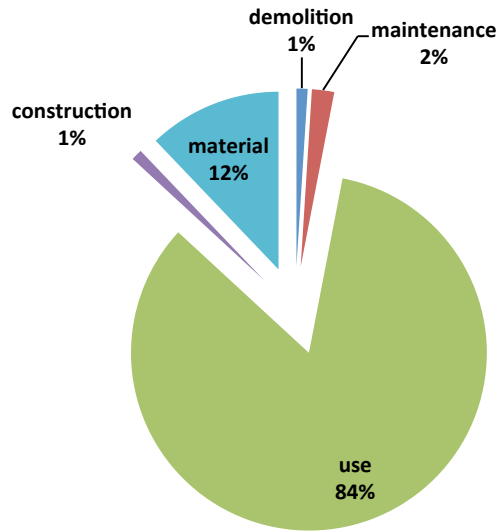
1 TONNE CIMENT = 0,75 T CO₂ 5% TO 8 % OF GLOBAL CO₂
1 TONNE ACIER = 1.8 T CO₂
1 TONNE VERRE = 1.2 T CO₂

The photosynthesis effect
of tree growth

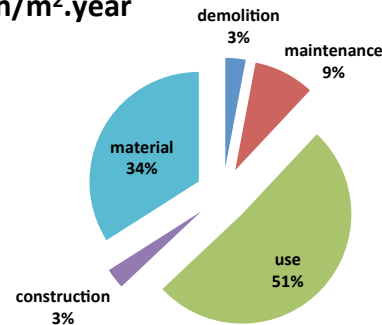


**1 m² construit
=
1 T de CO₂ EMIS**

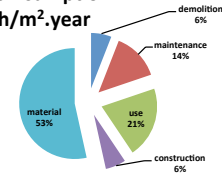
Energy consumption
200 KWh/m².year



Energy consumption
50 KWh/m².year



Energy consumption
15 KWh/m².year

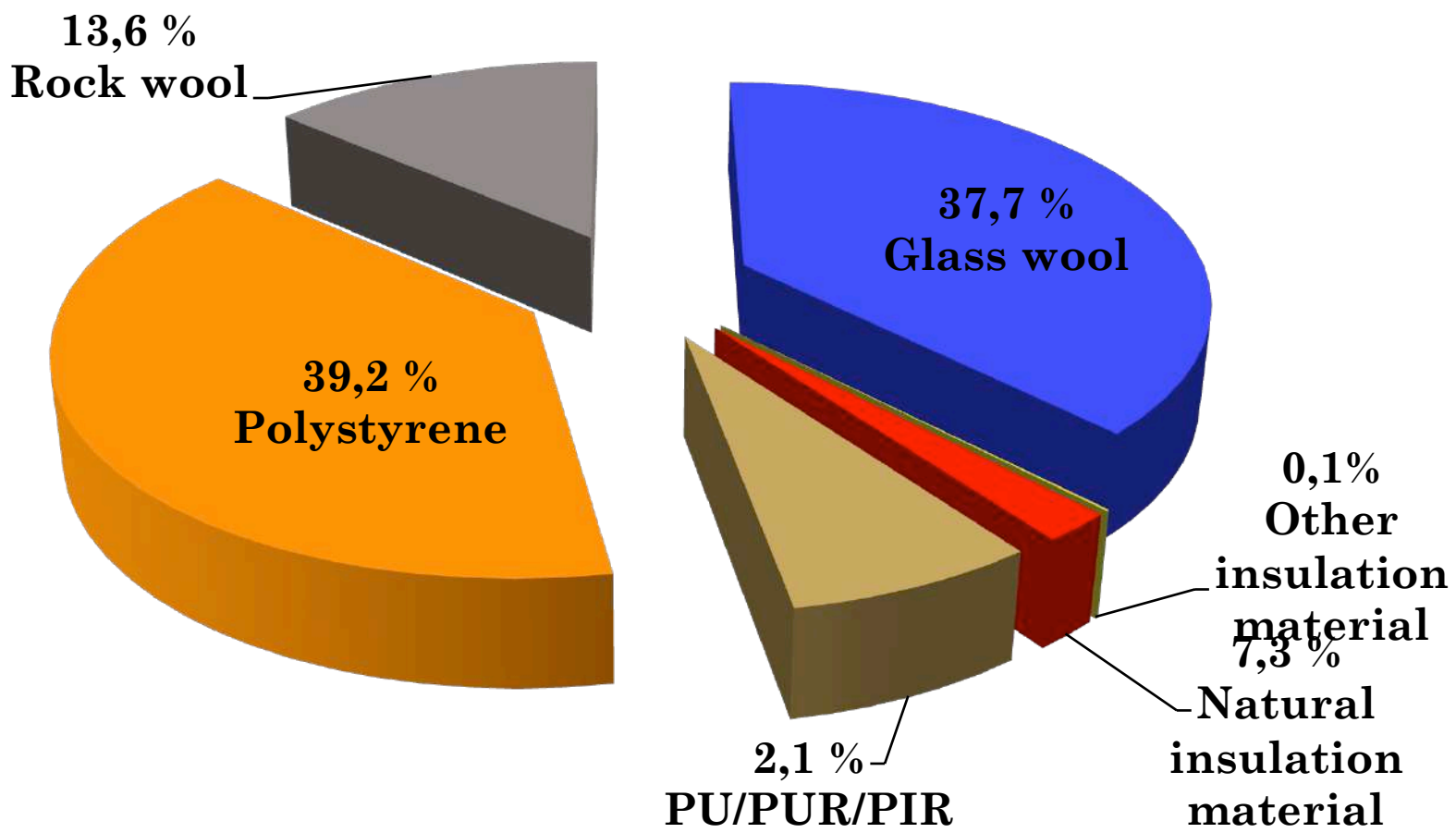


La Distribution des impacts env. Lors des différentes phases de construction dépend de la performance énergétique de la construction



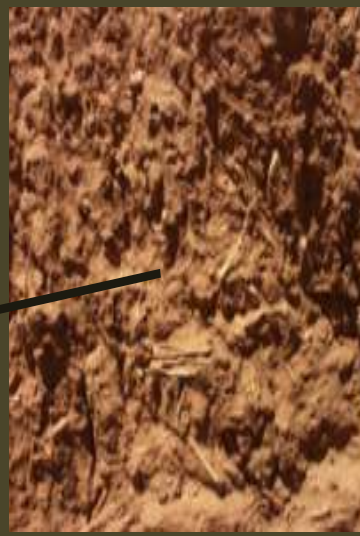
ETAT DU MARCHÉ: APRÈS 15 ANS → 2% DU MARCHÉ ET +5/6 % DE CROISSANCE ANNUELLE

○ RÉPARTITION PAR ISOLANT



ALTERNATIVE 1

Old Walled City of Shibam (Yemen)



*Ksar d'Aït Ben Haddou, Morocco, 13th Century.
A constructive mix combining stones,
earth and lignocellular vegetable matter*

EARTH, A UNIVERSAL MATERIAL

- Building material used for centuries
 - City of Shibam, Yemen (XVIth century)
 - Chequered earth construction, France (19th century)
- 1/3 of the population living in earth shelters
- Important French historic heritage



© en France - d'après une carte élaborée par Hubert Gouffard (directeur
Dard pour une conférence donnée à l'école normale le 12 octobre 2006.

Earth concrete
 $\approx 1500-2000 \text{ kg.m}^{-3}$
 $\approx 2-8 \text{ Mpa}$
 $\approx 0,7-1 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

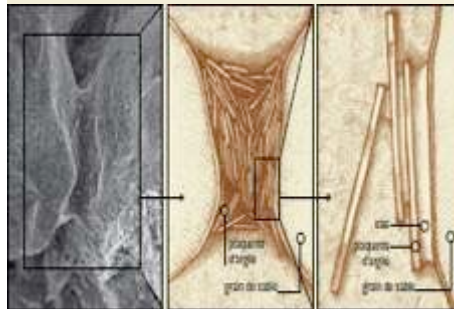
Source : Gondreau et Delbois, 2010



ADOBE IN LIVRADOIS FOREZ (FRANCE)



Granulométrie d'une terre à pisé montrant la proportion et la taille des différents grains qui la composent : cailloux, graviers, sables, et la partie la plus fine silts et argiles mélangés.



L'eau, présente en faible pourcentage, renforce la cohésion de la terre en augmentant l'interaction entre les particules d'argile. C'est par l'intermédiaire des forces capillaires que l'eau « colle » les grains entre eux. Vu au microscope électronique, un pont argileux relie deux grains de sable. Il est constitué des plaquettes d'argile liées entre elles par des ponts capillaires constitués d'eau (d'épaisseur 2 nm environ).



A High tech material for new building

It is possible to design modern building

A smart response to the climate change

High inertia and hygrothermal behavior lead to an impressive comfort !



ALTERNATIVE 2

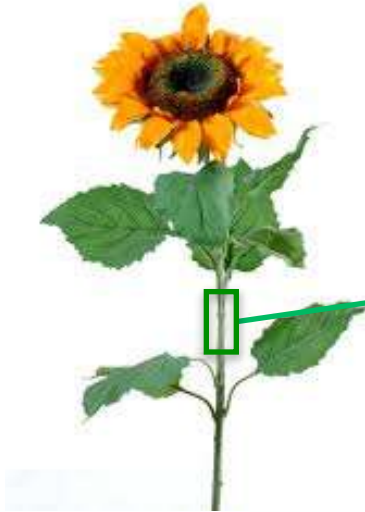
VEGETAL AS AGGREGATE ELEPHANT GRAS (*MISCANTHUS* SPP)

- Multifunctional Bio-mass crop production
- Biorefinery
 - Energy (2^e generation biofuels)
 - Lignocellulosic fibres
 - Cellulose
- Biobased materials
 - Composite materiale
 - Bioplastics
 - Building materials

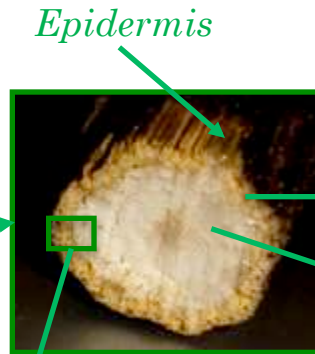


VEGETAL AS AGGREGATE SUNFLOWER

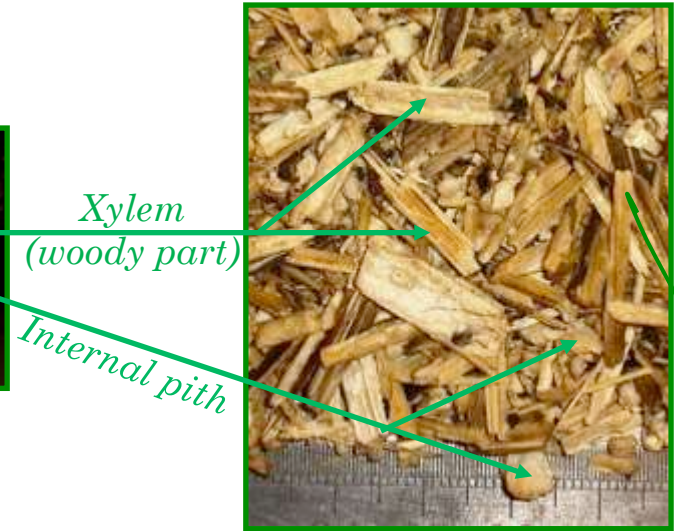
SUNFLOWER



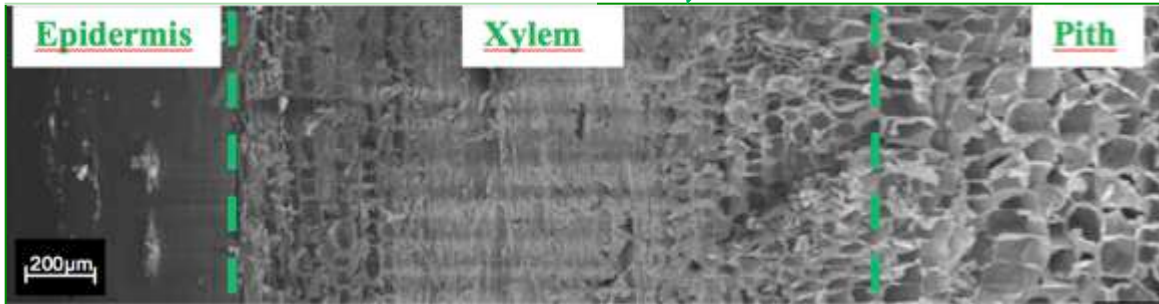
SUNFLOWER STEM



GRINDED SUNFLOWER STEM



POROUS MICROSTRUCTURE



2 FACES AGGREGATE

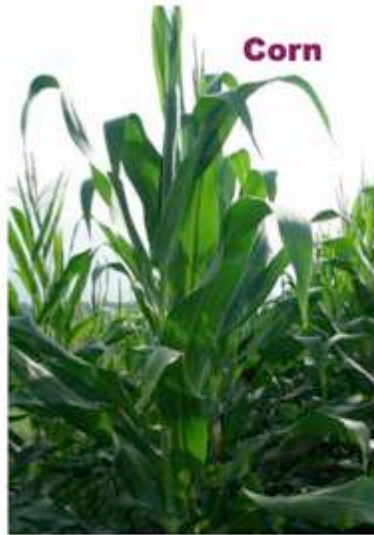


NOMBREUSES OPPORTUNITÉS

Rape straw



Hemp



Corn



Typha



Knotweed



Linen



Bamboo



Sunflower



miscanthus

Besoins :

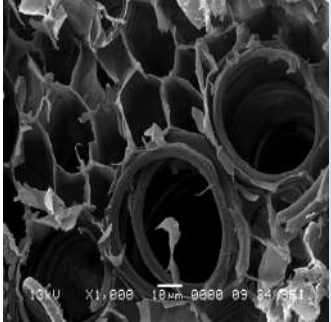
5 à 10 tonnes de granulats/ maison ce qui représente 1 à 2 Ha / maison
200 euros / 800 euros (cout des granulats en Europe)



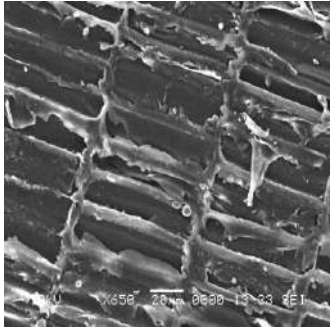
HEMP PRODUCT



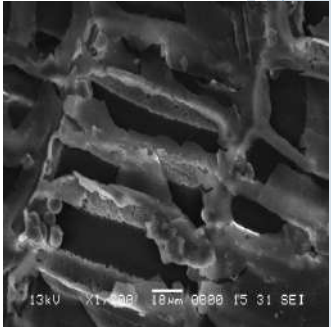
(a)



(b)



(c)



(d)



SHIV



HEMP
STEM



FIBERS



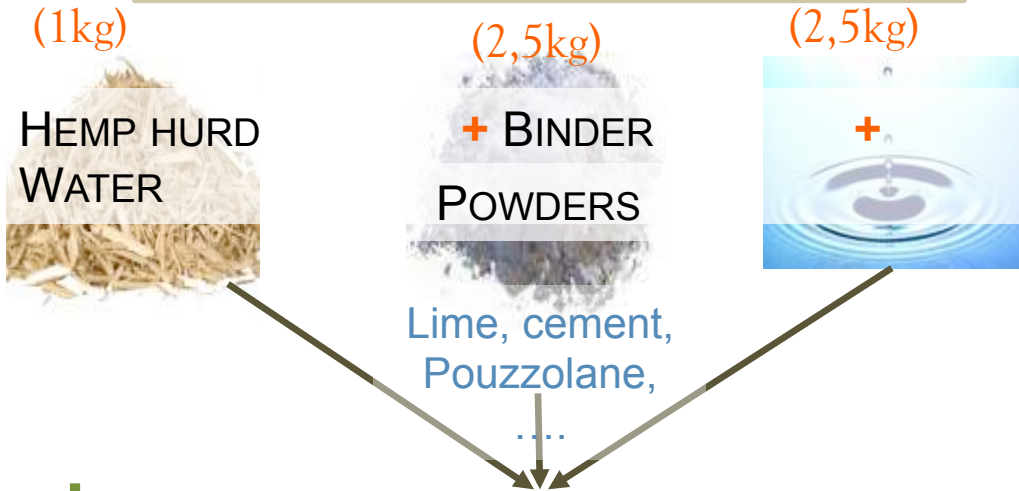
20



LIGNOCELLULO
SIC PLANT

“A mix between granulates from lignocellular plant matter coming directly or indirectly from agriculture or forestry, which form the bulk of the volume, and a mineral binder”.

HEMP CONCRETE (WALL MIXTURE)



+ $\approx 500 \text{ kg.m}^{-3}$

PHYSICAL BEHAVIOUR

(COLLET ET AL., 2008, GLÉ ET AL. 2011)

- Thermal insulation
- Acoustic insulation
- Water vapour transfer

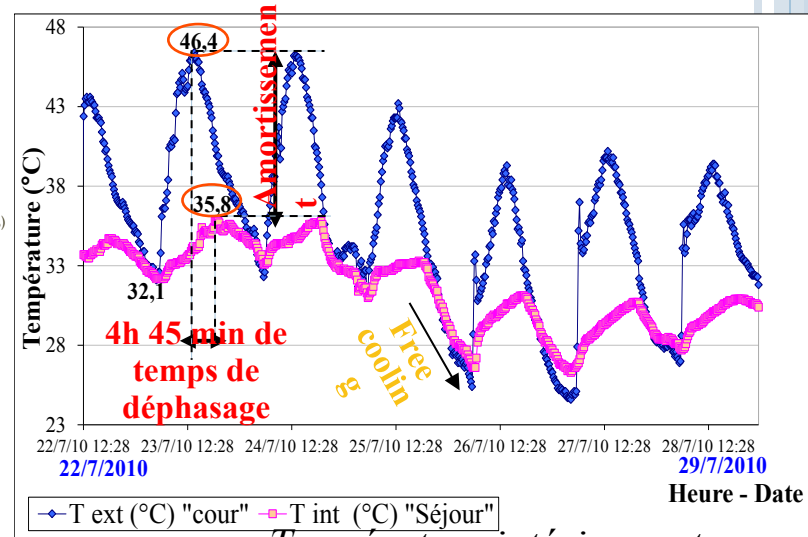
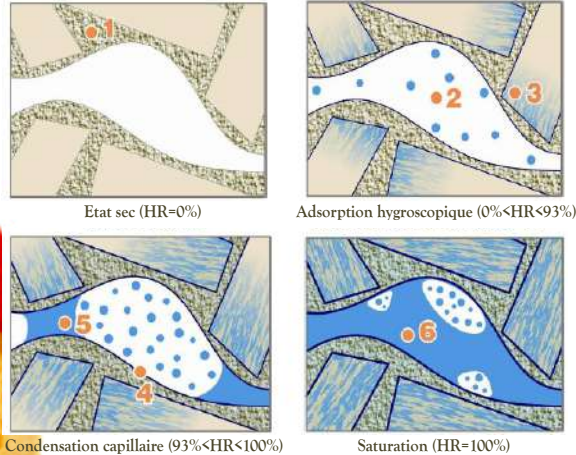


MECHANICAL PROPERTIES

(ARNAUD ET AL., 2012)

- Non load-bearing
- Usually $< 0,5 \text{ MPa}$
- Highly deformable

PROPRIÉTÉS HYGROTHERMIQUES



Température intérieure et extérieure (séjour, semaine été)

Vaporisation en été → Echange Endothermique → Effet rafraichissant

Condensation en hiver → Echange Exothermic → Effet réchauffant

Ce sont des **matériaux à changement de phase (PCM)** qui induisent:

1. Nette amélioration du confort d'été et d'hiver
2. Amortissement des variations de températures nocturne/diurne
3. Prévention des phénomènes de condensation/vaporisation dans le mur





OUVRAGE NOUVEAU :
STATE-OF-THE-ART REPORT
RILEM TC 236 BBM
BIO BASED AGGREGATE BUILDING MATERIALS

- Chapter 1. **Chemical composition of bioaggregates and their interactions with mineral binders**
- Chapter 2. **Porosity, pore size distribution, micro-structure**
- Chapter 3. **Water absorption of plant aggregate**
- Chapter 4. **Particle Size Distribution**
- Chapter 5. **Bulk density and compressibility**
- Chapter 6. **Hygric and thermal properties of bio-aggregate based building materials**
- Chapter 7. **Bio-aggregate based building materials exposed to fire.**
- Chapter 8. **Durability of bio-based concretes**
- Chapter 9. **Effect of testing variables (method of production).**
- **Appendix**
- **Round Robin Test → Recommendation et Protocoles de caractérisation**

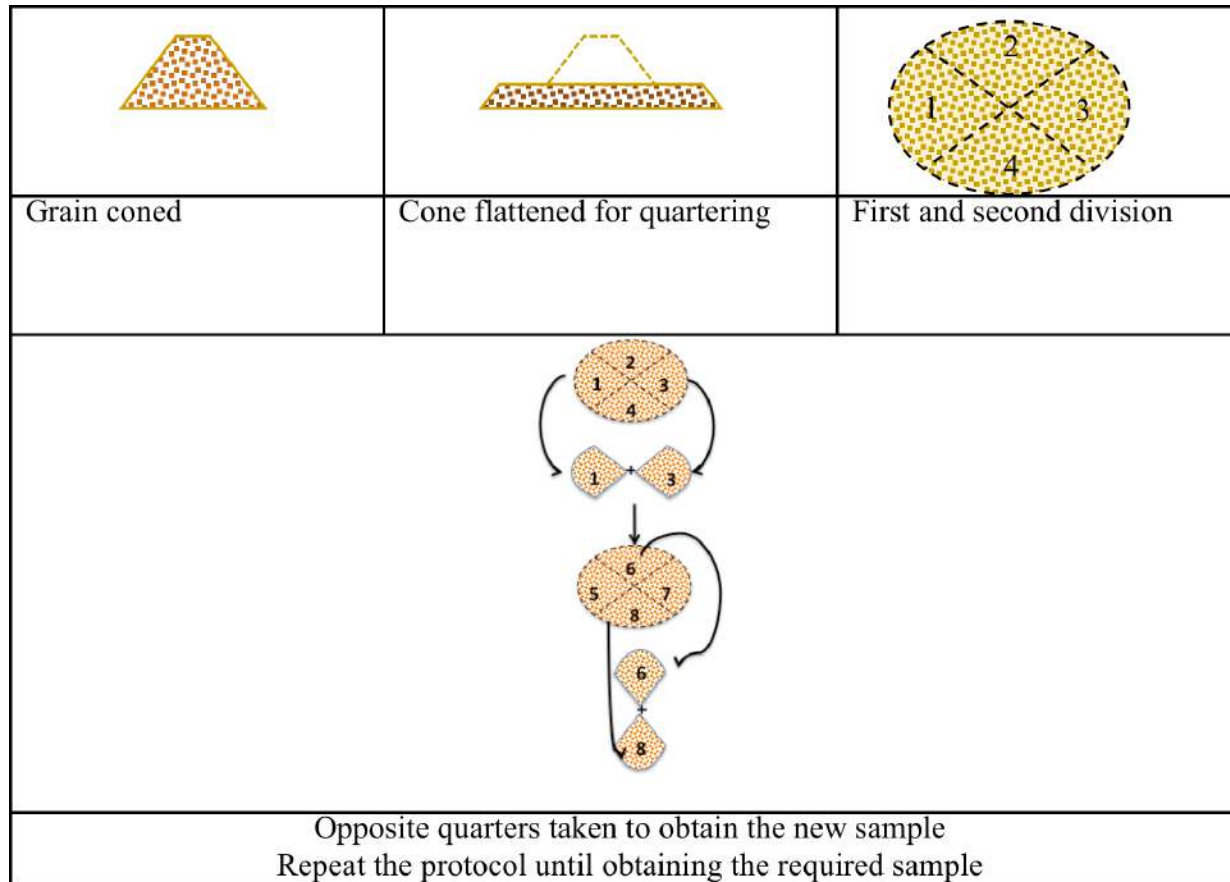
RECOMMENDATION OF RILEM TC 236-BBM: CHARACTERISATION TESTING OF HEMP SHIV TO DETERMINE THE INITIAL WATER CONTENT, WATER ABSORPTION, DRY DENSITY, PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND THERMAL CONDUCTIVITY.



Sofiane Amziane^{(1)*}, Florence Collet^{(2)*}, Mike Lawrence^{(3)*}, Camille Magniont^{(4)*}, Vincent Picandet^{(5)*}, Mohammed Sonebi^{(6)*}, Laurent Arnaud⁽⁷⁾, Pete Walker⁽³⁾, Etienne Gourlay⁽⁸⁾, Sandrine Marceau⁽⁹⁾, Christophe Lanos⁽³⁾, Sylvie Pretot⁽³⁾, Gilles Escadeillas⁽⁴⁾, Pierre Tronet⁽⁵⁾, Samuel Dubois⁽¹⁰⁾, Thibaut Colinart⁽⁵⁾, Vincent Nozahic⁽¹⁾, Laetitia Bessette⁽¹¹⁾, Paulien De Bruijn⁽¹²⁾, Ulrike Peter⁽¹³⁾, Sara Pavia⁽¹⁴⁾, Harald Garecht⁽¹⁵⁾, André Klatt⁽¹⁵⁾



ECHANTILLONAGE : QUARTAGE



TENEUR EN EAU INITIAL

4.1.2 - Operating instructions

- After Sampling (Fig. 1), weigh the initial mass of aggregates m_0 (g) ($m_0 > 50\text{g}$).
- Dry the material at a temperature between 50°C and 60°C until constant mass is reached (change in mass of the sample less than 0.1% over 24 hours).
- Weigh the dry mass of aggregates m_D (g).
- Calculate the initial water content with Equation 1.

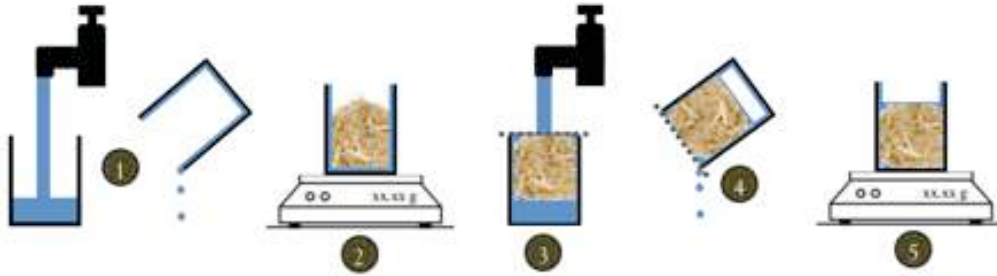
$$W = \frac{M - M_D}{M_D} \times 100$$

- Where W is the water content [%], M is the mass of the sample [g] and M_D is the mass of dry sample [g]. Repeat the test 3 times (with 3 different samples of shiv).



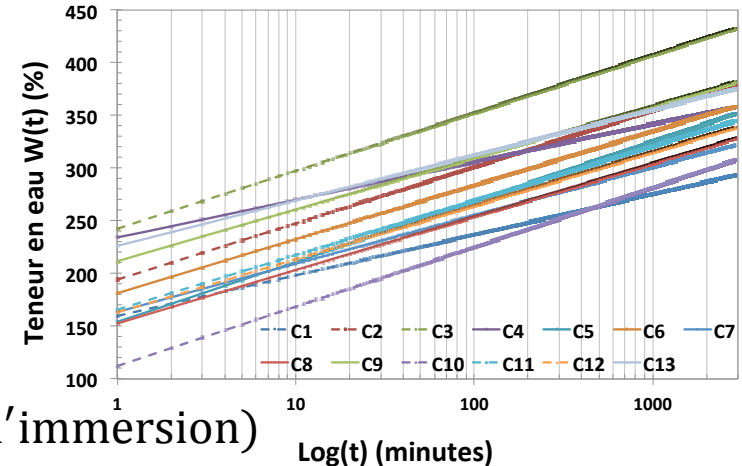
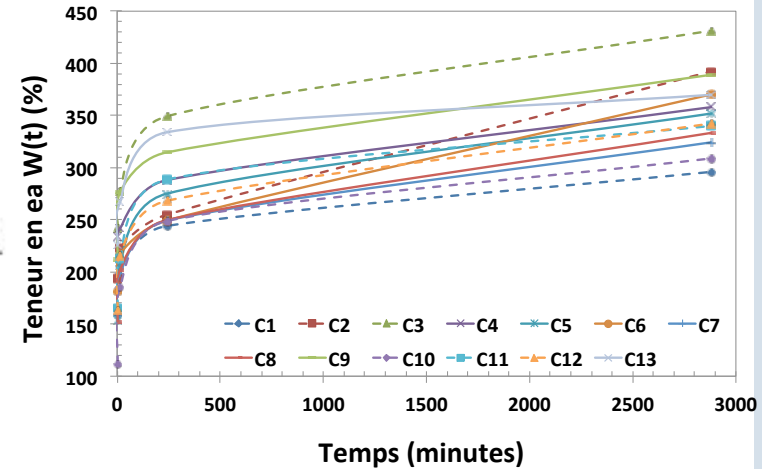
Teneur en eau initiale à 1min (%)	TEI
Teneur en eau finale à 48heures (%)	TEF

Mesure d'absorption d'eau



V. NOZAHIC

Capacité d'absorption d'eau



$$\text{Expérimentalement: } W(t) = \frac{m(t) - m_0}{m_0} \times 100$$

$W(t)$: Taux d'absorption d'eau à l'instant t (%)

m_0 : masse initiale (g)

$m(t)$: masse à l'instant t (g)

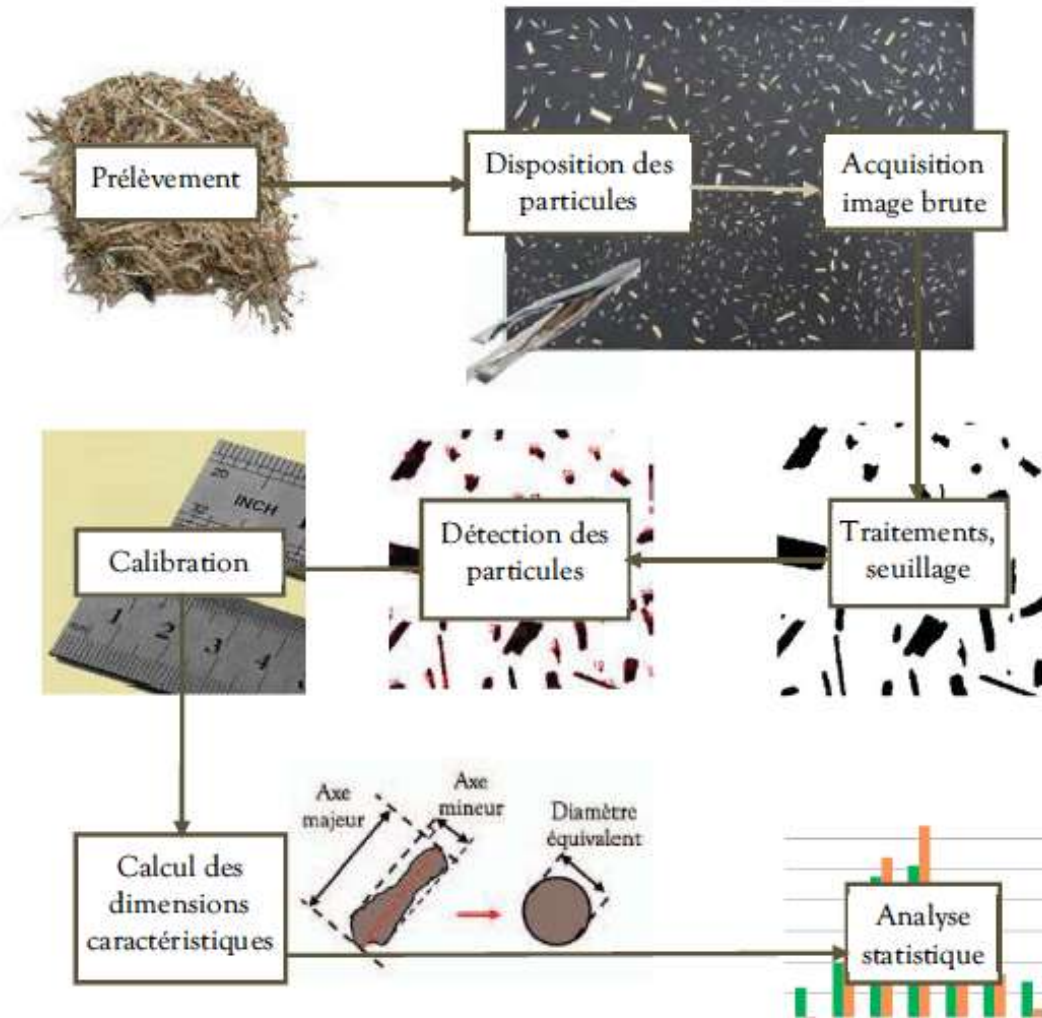
$$\text{Modèle: } W(t) = \text{IRA} + K_1 \times \log(t)$$

IRA: eau absorbée en surface (1^{ère} minute d'immersion)

K_1 : le taux d'absorption au sein des particules

Teneur en eau
initiale : 112 - 243%
finale : 293 - 432%

Granulométrie par analyse d'image



Surface moyenne particule (mm ²)	SMP
Masse moyenne particule (mg)	MP
Longueur (mm)	Lo
Largeur (mm)	La
Elongation	EI
Diamètre de équivalent (mm)	DF

ANALYSE DE CYCLE DE VIE

- 1.8 tonne de CO₂ est approximativement séquestré pour chaque tonne de granulats végétal (chanvre, anas de lin, tournesol....)
- 1 m³ de béton végétal utilise 1000 litres de granulats végétal induisant la séquestration de 180 kg de CO₂ par 1 m³ de mur en béton végétal.
- Tenant compte du CO₂ émis pour la production du liant et selon la re-carbonation de la chaux, 18 à 117 kg de CO₂ sont séquestré par m³ de béton végétal.
- C'est l'équivalent de 6 à 38 litres de CO₂ fossile (carburant) si on prends un facteur d'équivalence de 3.09 kg/litre de carburant.



CONCLUSIONS

NOTRE MESSAGE DOIT ÊTRE BASÉ SUR LES PRINCIPES :

- -La supériorité ancestrale du bâtiment en matériaux naturelle.
- -L'application massive de ces solutions pour réduire en urgence les impacts du bâtiment sur le climat.
- -Les démonstrations scientifiques sont très significative pour convaincre les décideurs.



OPEN ACCESS PAPER

RILEM Technical Letters (2016) 1: 31 – 38



Overview on bio-based building material made with plant aggregate

Sofiane Amziane^a, Mohammed Sonebi^b

