

En quelques mots . . . Jean-François Bocquet

Parcours

<i>DUT Génie Mécanique et Productique Annecy le Vieux</i>	<i>1987- 1989</i>
<i>Ingénieur CUST Génie Civil (Polytech Clermont Ferrand)</i>	<i>1994 - 1998</i>
<i>Doctorant Université Blaise Pascal LERMES Génie Civil</i>	<i>1994 - 1998</i>

Expérience professionnelle

<i>Chauffeur mécanicien agricole</i>	<i>2 année cumulées</i>
<i>Maître de Conférences IUT NANCY BRABOIS Génie Civil</i>	<i>1998 - 2001</i>
<i>Maître de Conférences ENSTIB LERMAB Génie Civil Bois</i>	<i>2001 - 2017</i>



GDR 3544
Sciences du bois



Journées Scientifiques GDR 2017, ESB, Nantes

Le bois, un matériau mature pour notre temps ?

Judi 23 Novembre 2017

Jean-François BOCQUET Maître de Conférences

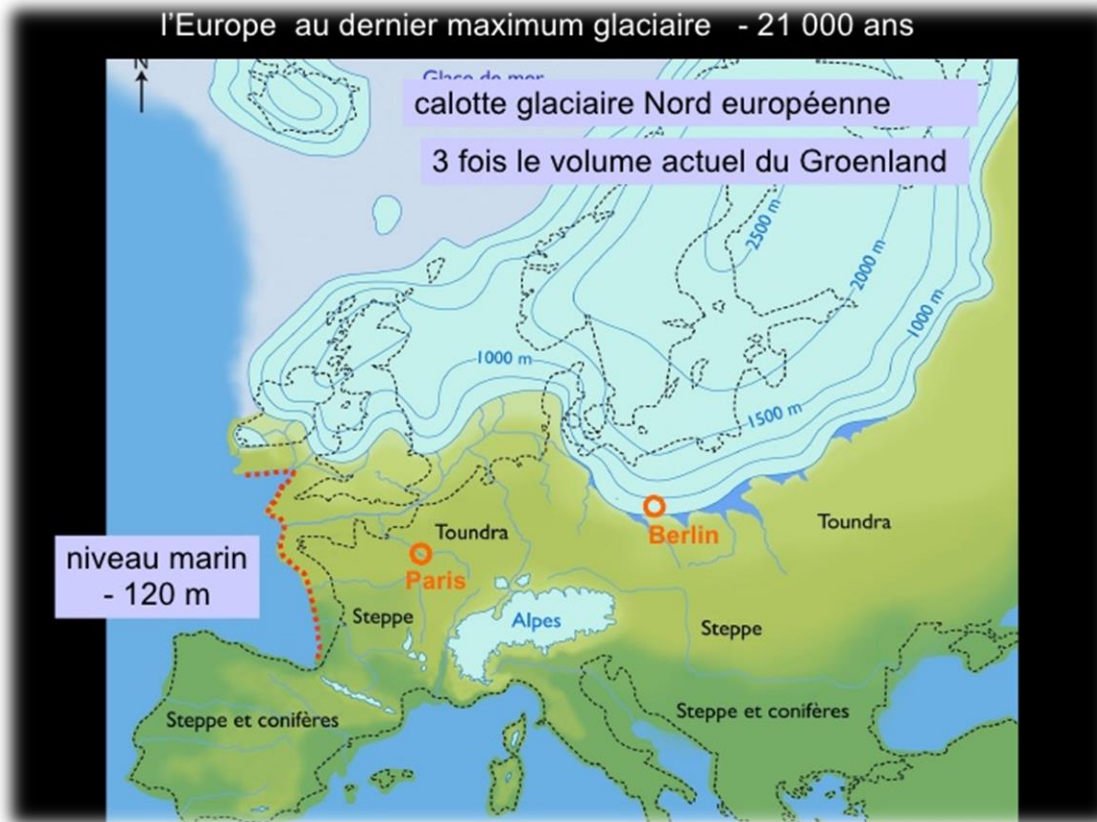




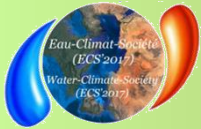
En 10 000 ans la terre s'est réchauffée de 5 °C

Jean-Marc JANCOVICI
et Changement Climatique

*150 ans d'industrialisation
charbon*



+ 1°C



Limitation à +1°C à 2°C pour 2100



*limiter notre consommation au
1/6 énergie consommée par
nos parents*

NE PLUS RIEN FAIRE ??

limiter les émissions de CO₂

Stocker le CO₂



*CONSTRUIRE des ouvrages
économiques et DURABLES en
BOIS à la vitesse de
croissance de la FORÊT*

1/6 énergie



PRODUIRE POUR CO₂SOMMER !



Construire en limitant la production de CO²

PRODUIRE LOCAL ET UTILISER LA RESSOURCE LOCALE !

Construire OUI mais plus sur les terres agricoles

78 000 HA DE SURFACE AGRICOLE DISPARAISSENT, TOUS LES ANS, EN FRANCE

=
1 POTAGER DE 25 M²
TOUTES LES SECONDES



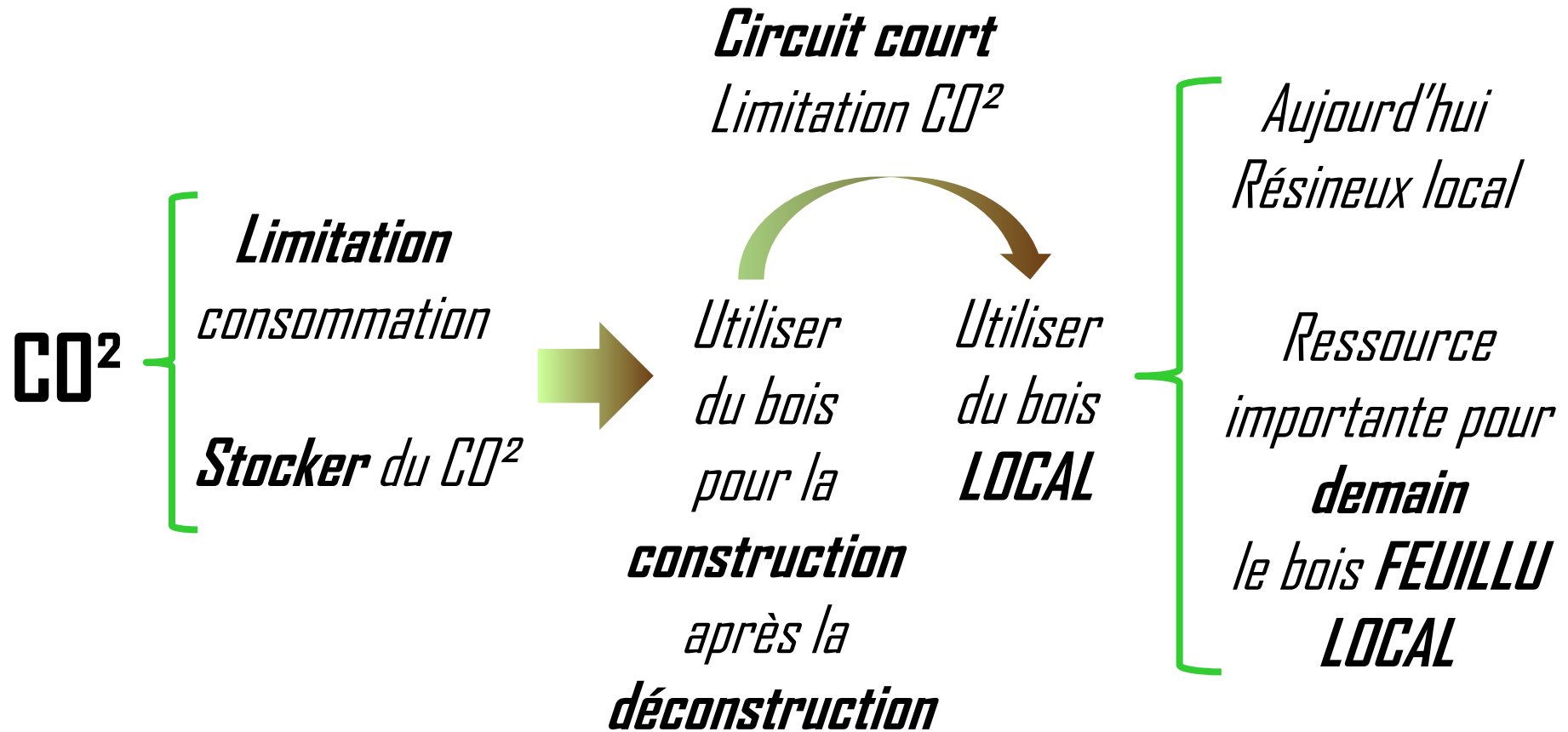
=
1 STADE DE FOOT
TOUTES LES 5 MINUTES



=
1 DEPARTEMENT
TOUS LES 7 ANS

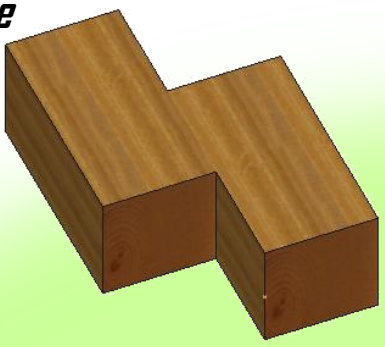


POUR CONSTRUIRE IL NOUS FAUT DECONSTRUIRE



DEVENIR des CO²SOMMATEURS de BOIS LOCAL !

Privilégier le confort de l'habitat



Eco construction et fin de vie



Mise en œuvre et logistique



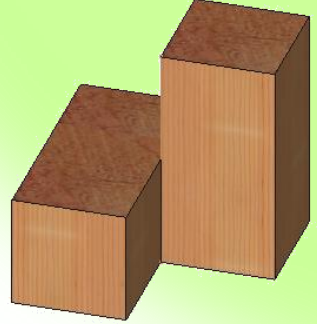
Pour la durabilité

CONSTRUIRE EN BOIS

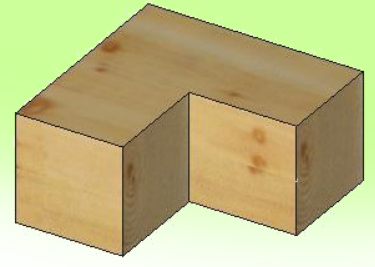
DEMONSTRATEURS + ECONOMIE



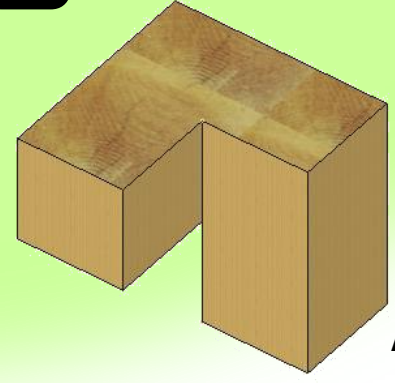
Optimisation des dimensionnements



Transformation et valorisation



Mobilisation et entretien de la ressource





MATURITE



ONDATION LOUIS VUITTON



SOBRIETE

SOBRIETE

= > Augmenter la fiabilité . .

=> Economie

1 - Assemblages : raideur et fiabiliser la résistance

2 - Ressource locale : bois feuillus

3 - Automatisation de la construction et accroître la souplesse de production

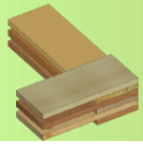
4 - Mixité des matériaux et éco-construire : bio-sourcé et re-sourcé

Treet (Bergen)

Norvège - 14 niveaux -
PP/CLT/Ossature - 2015

1 - ASSEMBLAGES : RAIDEUR ET RESISTANCE ...

05



LE BESOIN !!

CP5 1005

CP5 0000



- Ouvrier
- Rigidité limités
- Déform

Pas besoin de Kser

Test pour Kser

besoin d outils numeriques

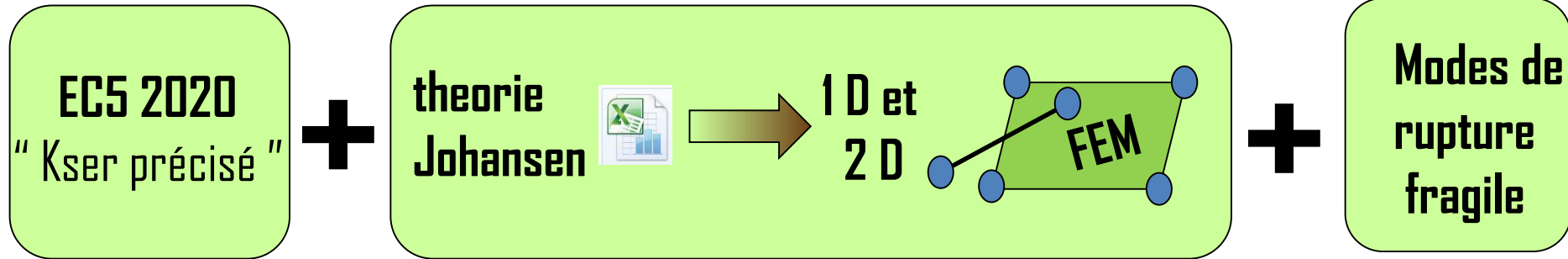
1 - ASSEMBLAGES : RAIDEUR ET RESISTANCE ...

THESE + ACTION COST 1402 !

06



-Travail de thèse financé à 60% par le LERMAB + 40 % CODIFAB

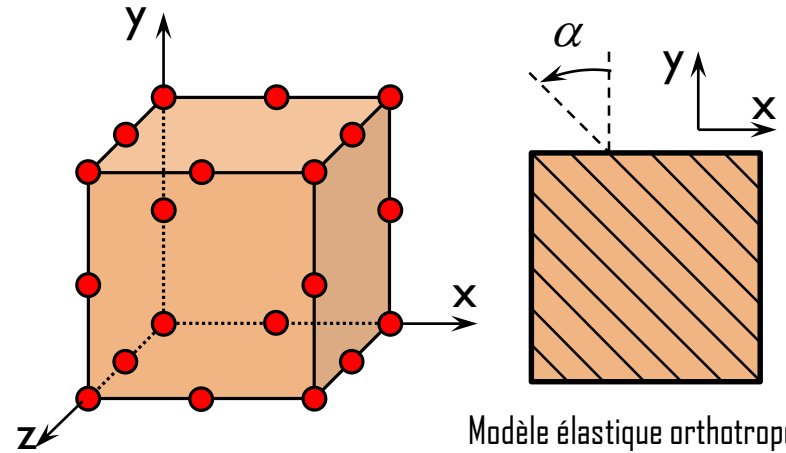
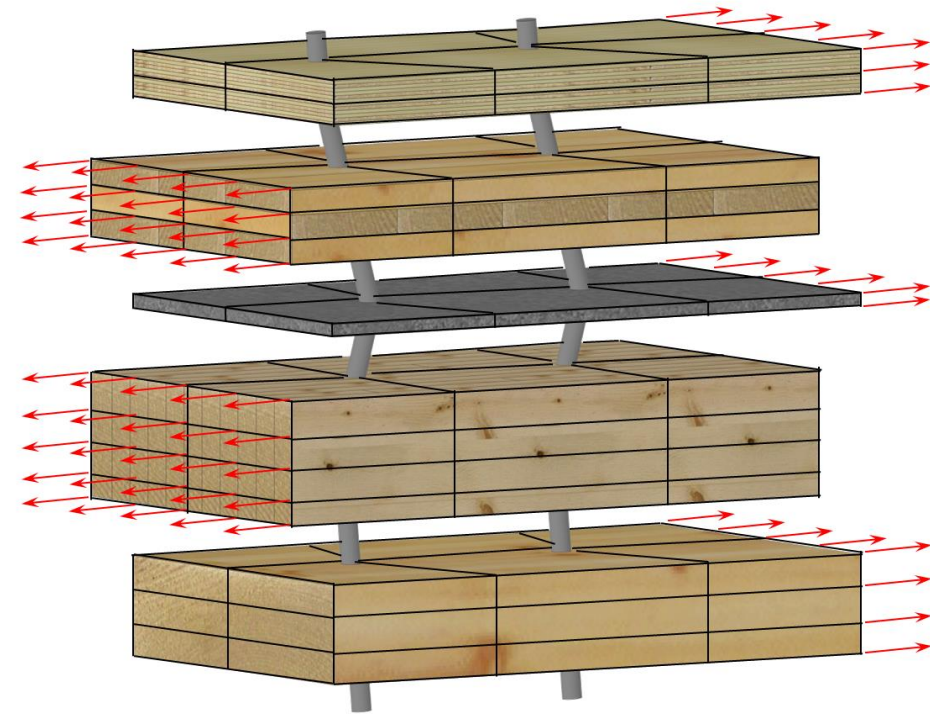


Travail de thèse de Romain LEMAÎTRE 2016 / 2019

1 - ASSEMBLAGES : RAIDEUR ET RESISTANCE ...

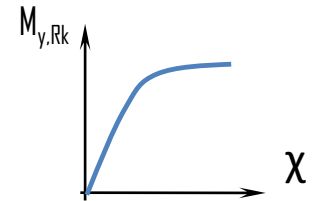
MODELISATION !

07

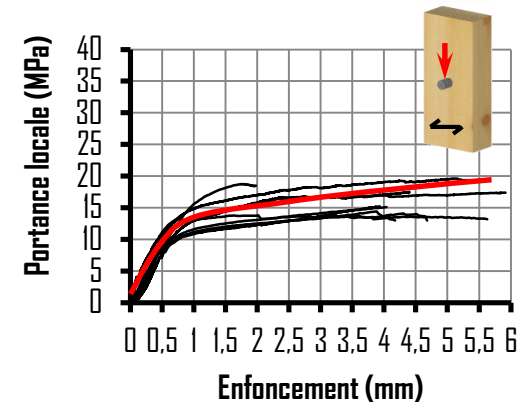
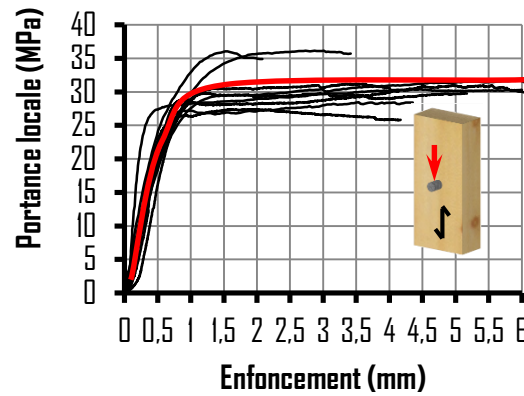
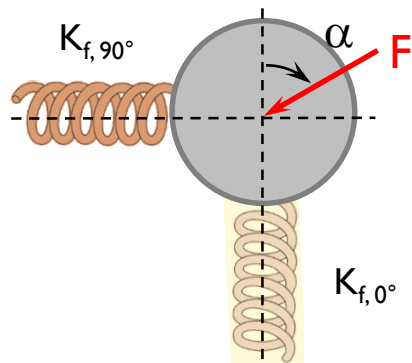


Modèle élastique orthotrope

Éléments des organes



Modéliser le contact organe sur bois : poutre sur fondation non linéaire





*-Constitution d'un **groupe de travail** au sein du COST 1402 (2014 – 2018)
COST Action FP1402 "Basis of Structural Timber Design" - from research to
standards **Philipp DIETSCH** T.U.M*

Professeur Laurent BLERON



Maître de conférences Jean-François BOCQUET



Doctorant Romain LEMAITRE



Professeur Hans BLASS



Professeur associée Carmen SANDHAAS



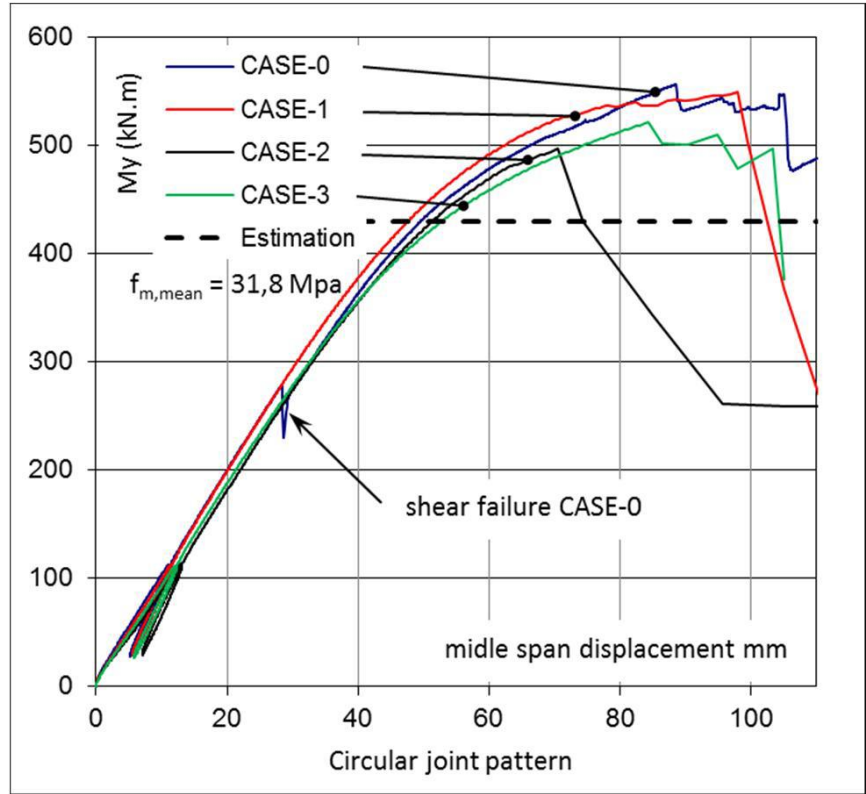
Professeur associé Thomas K BADER 

Doctorant Michael SCHWEIGLER 

1 - ASSEMBLAGES : RAIDEUR ET RESISTANCE ...

FIABILISER LA RESISTANCE !

09



*Niveau bas de résistance
grande variabilité*

*Interaction Traction transversale
Cisaillement*

Bloquer $\sigma_{t,90}$ Garantir τ et Figurer modes de rupture

2 - RESSOURCE LOCALE FEUILLU ...

POURQUOI CE N'EST PAS DÉJÀ FAIT !!

10



*Chêne, Châtaignier
Peuplier*



Hêtre ?



Séchage plus long

Garantir ses propriétés mécaniques

Bois plus lourds

Plus difficile à assembler

Rendement

matière plus faible

*Classe A, B, C, **D***

MARCHE : COÛT / EXIGENCES ACTUELLES

?



Lame de section

45 X 130 mm unique et garantie



2 - RESSOURCE LOCALE FEUILLU ...

GARANTIR LA RÉSISTANCE !!

11



Valorisation des bois de qualité secondaire : Grumes C et D Etude APCEF Laurent BLERON 2011

Qualité secondaire

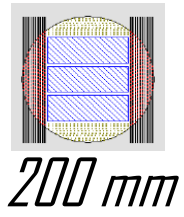


60%

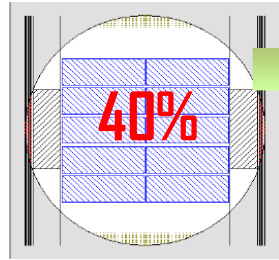
+ AUTRE TRANSFORMATION

Sans purge

Débit en lames



200 mm



400 mm

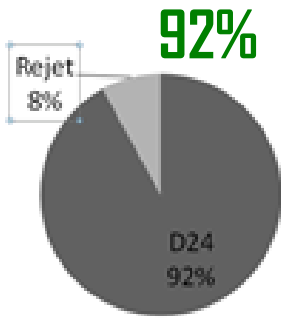
45 x 135 mm



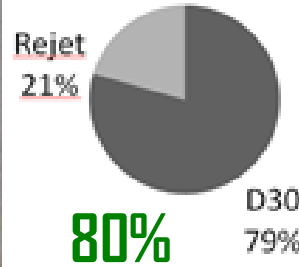
NON ! CO2



D24



D30



2 - RESSOURCE LOCALE FEUILLU ...

TOUT ou RIEN ... FINALEMENT TOUT !!

12



L'idée : Essayer le bois tout simplement par un test « tout ou rien »



6,5 m³ de

Abouter (

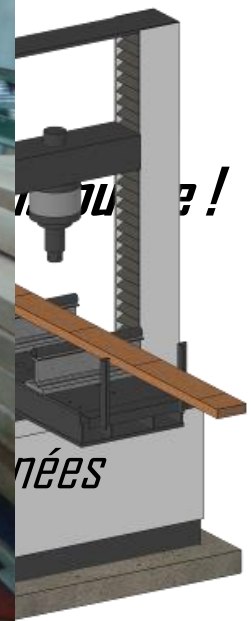
295 planche

38 planche

Test flexi



5/2016



... ou ... !

nées

D43-F2

D84-



*L'idée : Eprouver le bois tout simplement par un test « **tout ou rien** »*



*295 planches testées en vibration :
Module d'élasticité moyen : **13 000 Mpa**
(10 000 Mpa à 20 000 Mpa)*

- Grume **C = D40**
- Grume **D = « D45 »**

*30 aboutages testés
en flexion*

$f_{m,k} = 49 \text{ Mpa}$

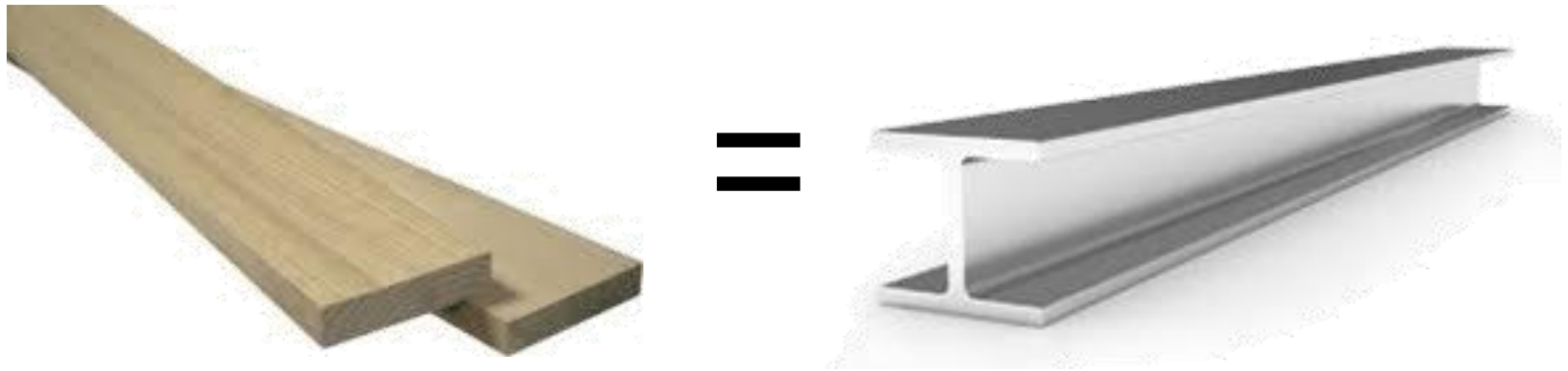


Mise au point d'un processus **lemab**

*Expérimentation en grandeur réelle sur la construction
d'un ouvrage*



*Transformer du bois de **classe D** en **lames** de bois aboutées de classe mécanique **garantie** par du test tout ou rien*



$\gamma_M = 1$ Au lieu de $\gamma_M = 1,3$ Identiquement à l'acier

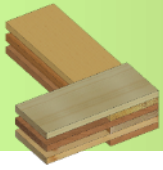
*Tests effectués sur du **chêne**, du **hêtre** mais toutes les essences sont utilisables :
châtaignier, frêne, aulne ...*

ANR EFFEURS Thibault BENISTAND 2016/2019

3 - AUTOMATISATION DE LA CONSTRUCTION

... AVEC DES LAMES ON FAIT QUOI ?

15



*Ossature bois ??
Praticité d'assemblage*



Collage, retrait, poids



Eco conception !!



*Soudage
bois*



ASSEMBLAGE ?



Cahier des charges assemblage de lames en bois dur

- *Rigide, ductile*
- *Peu cher*
- *Instantané*
- *Esthétique ou discret*
- *Eco conception*

Méthode Triz

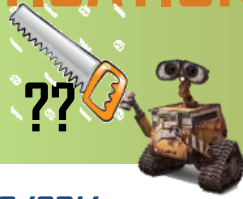
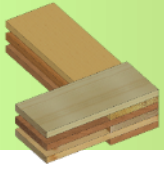
« *Low Technology* »
Basse Technologie
Eco - Construction

Tourner les inconvénients d'un bois dur à travailler ... En avantage !!!

3 - AUTOMATISATION DE LA CONSTRUCTION

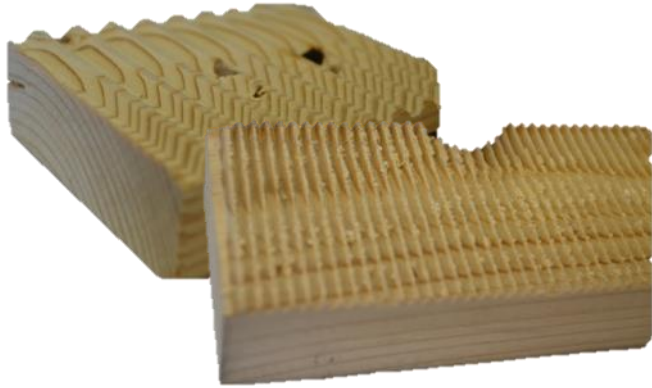
... ASSEMBLAGE !

17

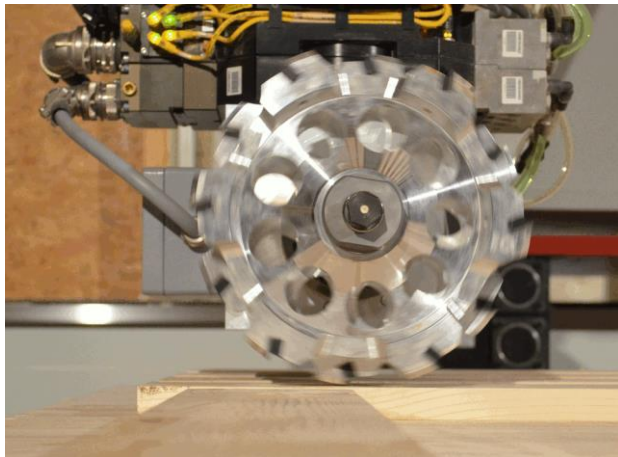


Stéphane GIRARDON 2010/2014

Simple denture



Usinage

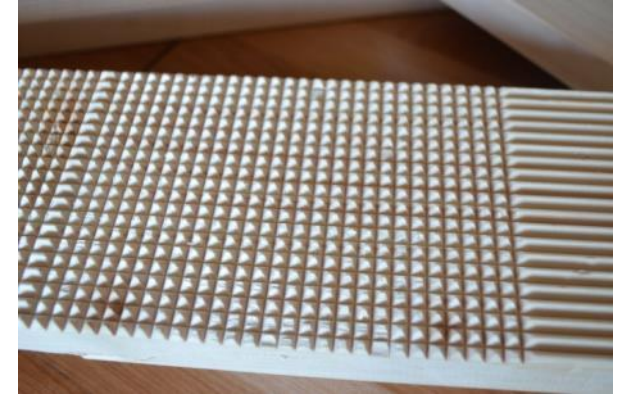


Stéphane GIRARDON & Jean-François BOCQUET 2013

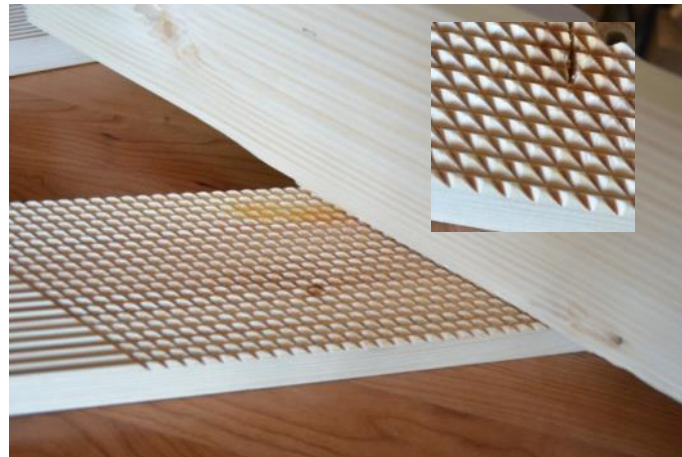
Bois tendre ?



Picots



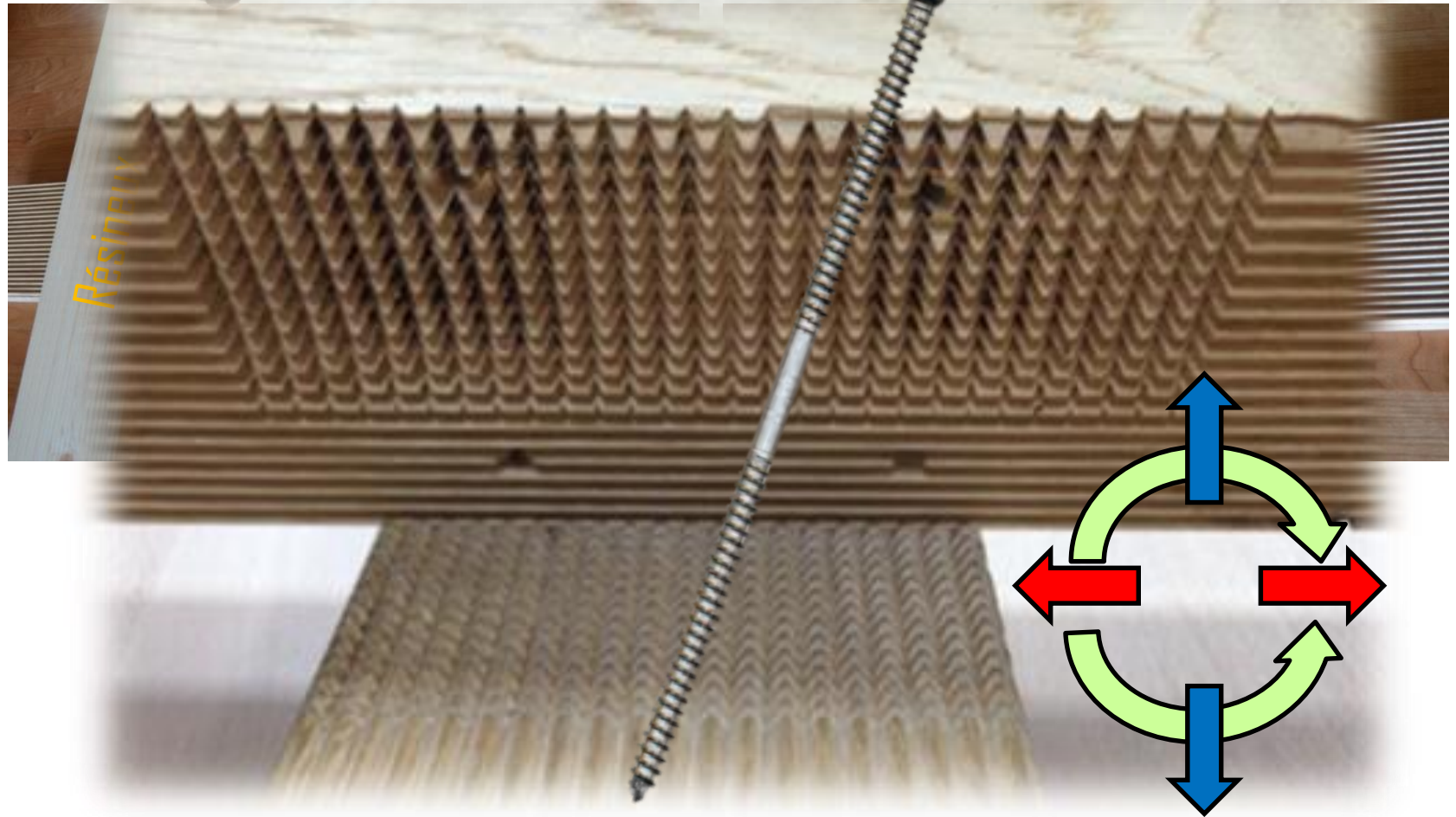
Croisement des planches à différents angles



3 - AUTOMATISATION DE LA CONSTRUCTION

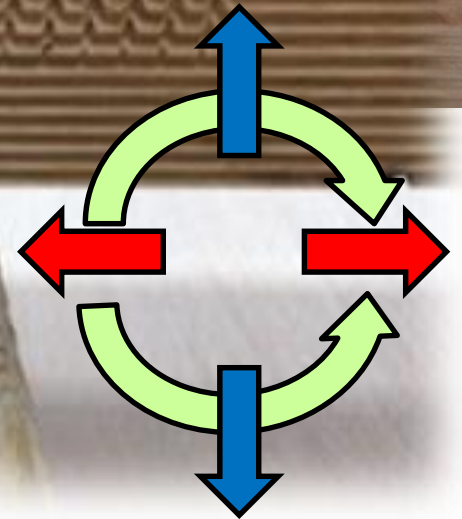
... ASSEMBLAGE PICOTS !

18



*Principe
Deux
Planches*

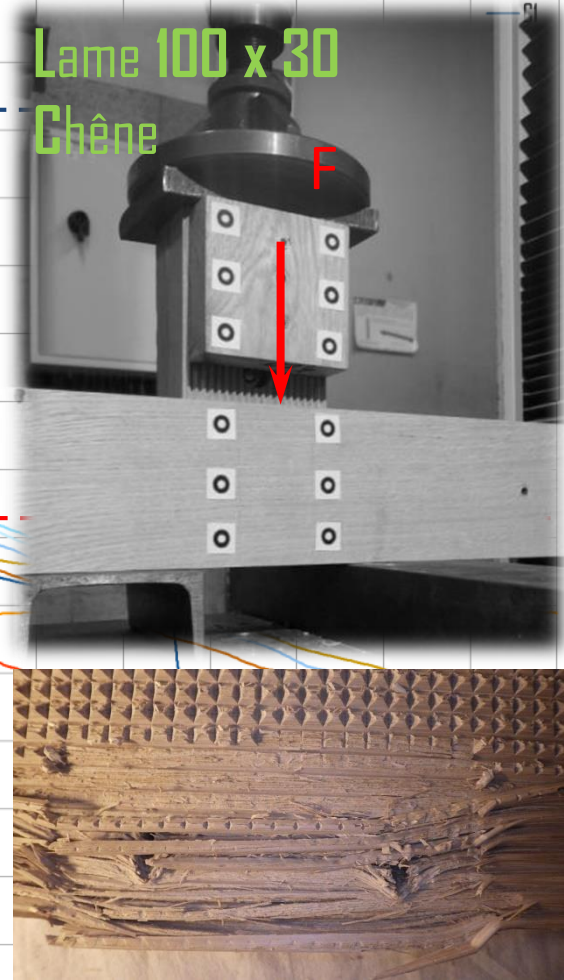
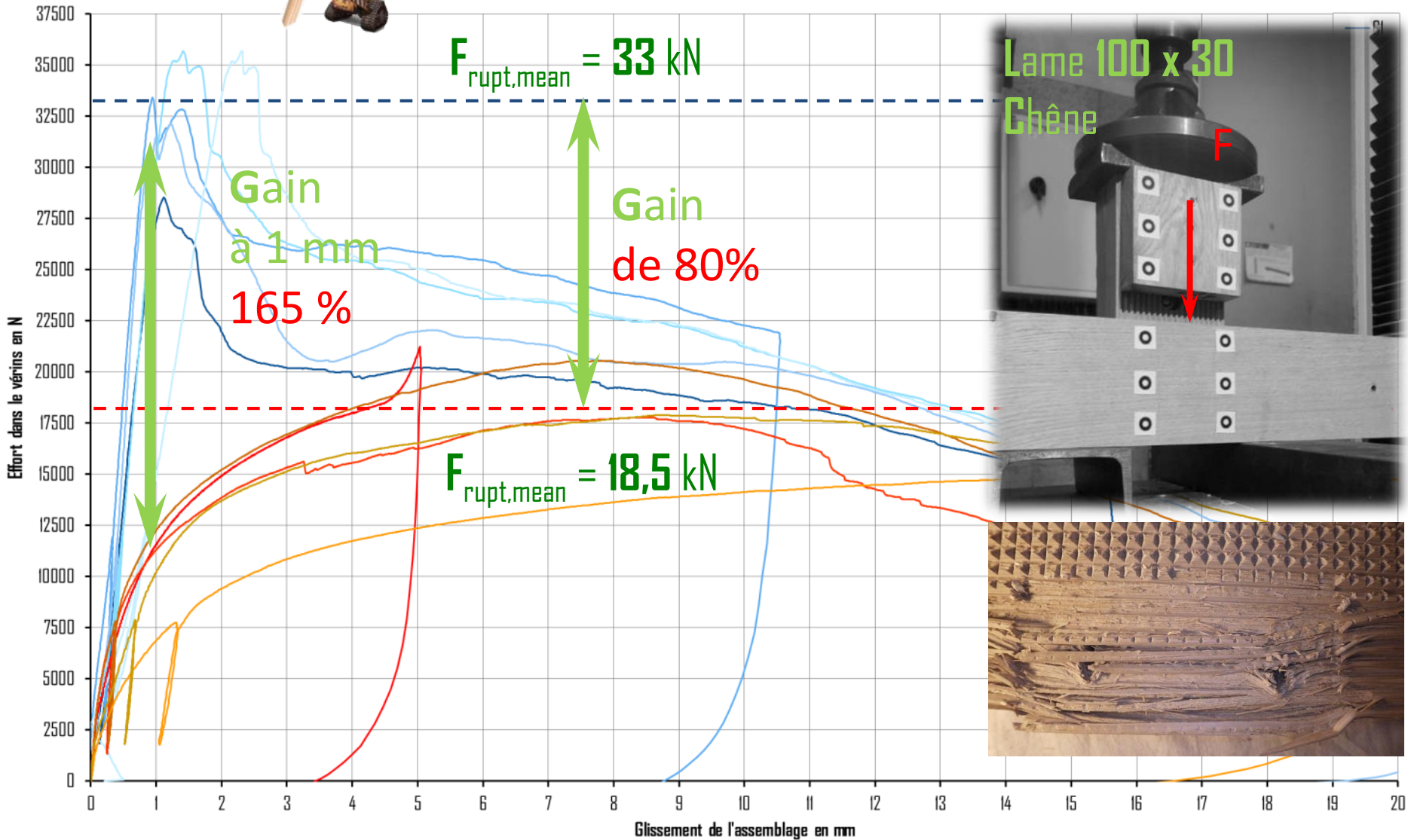
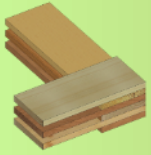
*Principe
Une
Planche*



3 - AUTOMATISATION DE LA CONSTRUCTION

... EFFICACITE ?

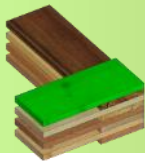
19



3 - AUTOMATISATION DE LA CONSTRUCTION ...

... DE PAROIS DE BOIS FEUILLU !!

20



Romain LEMAITRE 2015/2016

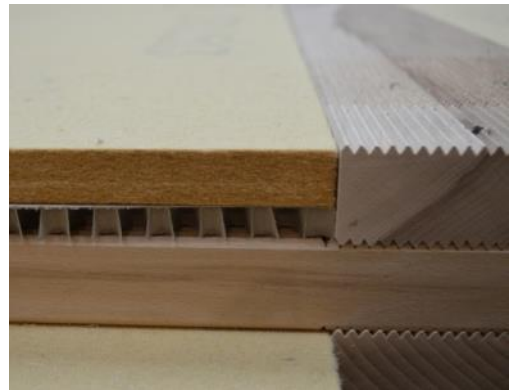


*Murs en Hêtre et Chêne
2,5 x 2,5 m*

Croisement des lames



Insertion d'isolant ou



Lame d'air

Romain MUNSCH Yannick BERNE 2013/2014



Paroi finie

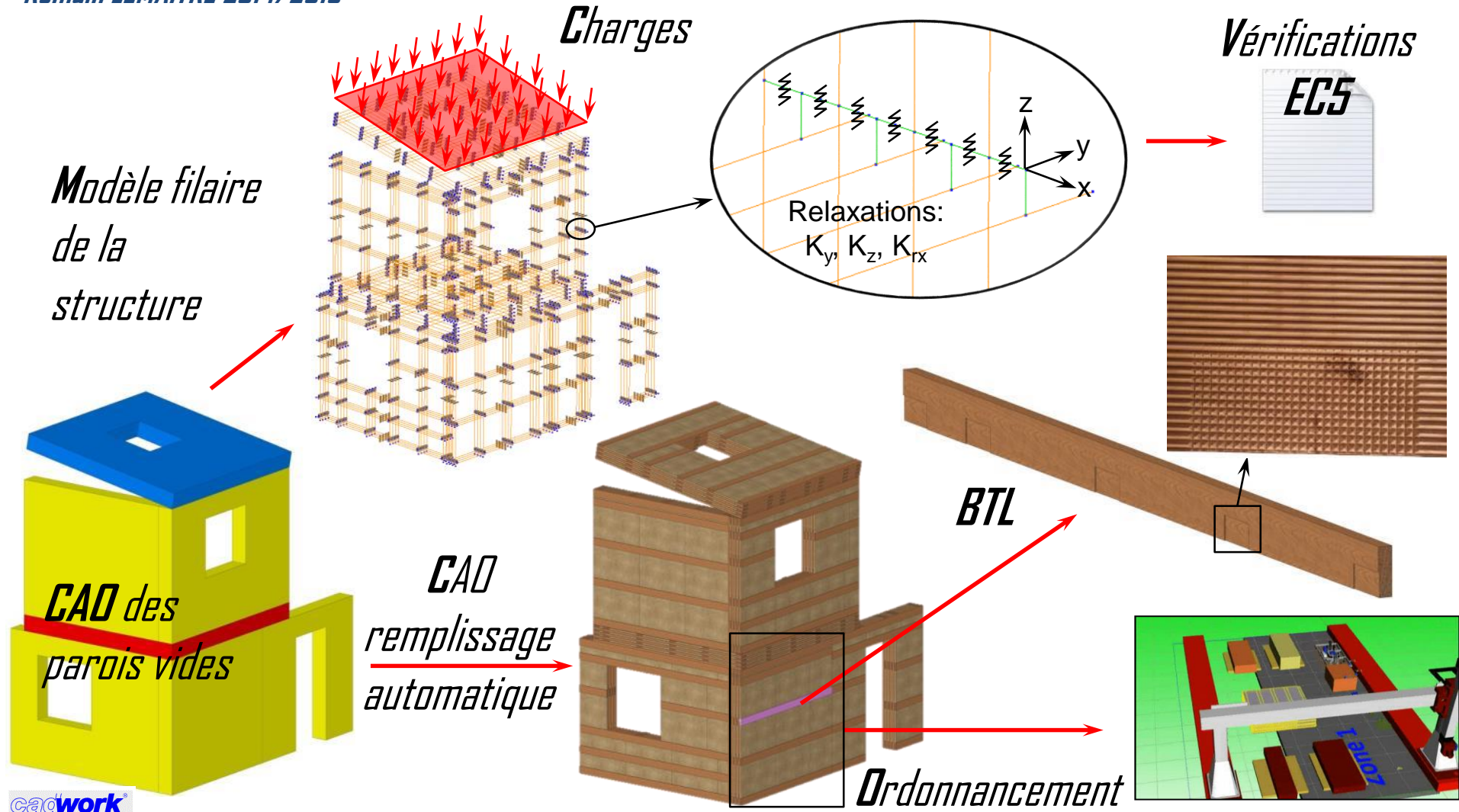
3 - AUTOMATISATION DE LA CONSTRUCTION ...

... ET AUTOMATISATION !!

21



Romain LEMAITRE 2014/2015



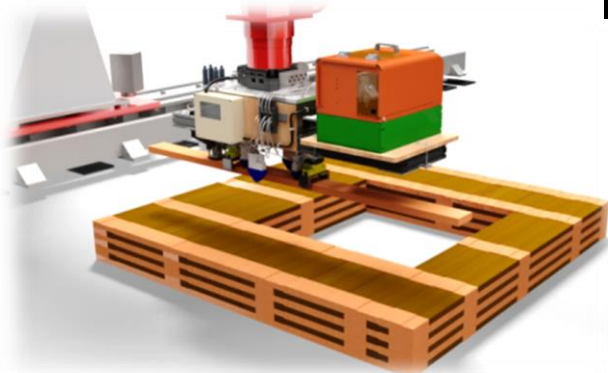


Johan D'HOUTAUD Quentin LENOIR 2015/2016

Préhenseur pour paroi



*Prototypage
montage
automatique*



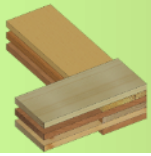
Simulation du montage automatique sur le logiciel LOT 1

OBJECTIF

Imprimante 3D Bois Paroi 3 x 3 m 9 couches 20 minutes

4 - MIXITE DES MATERIAUX ET ECO CONSTRUIRE

23



REVERSIBILITE !

STRUCTURE CAPABLE : Flexibilité spatiale et réversibilité d'usage
Procédé constructif à plancher bois innervé grande portée



16 projets
5 retenus



Marc
Barani
BRAZZA
E4
Bordeaux

ALAB
ARTEFACTORYLAB

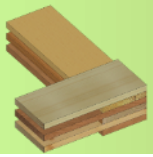


SNI
SUD-OUEST

4 - MIXITE DES MATERIAUX ET ECO CONSTRUIRE

INVERSION DES PRATIQUES !

24



Résistance au feu

Plaque constituant le plancher
(2 panneau de CTBH
d'épaisseur 22mm) avec une
feuille acoustique



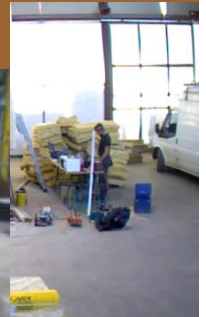
Profilé métallique permettant
la liaison entre la dalle béton
et les poutres treillis



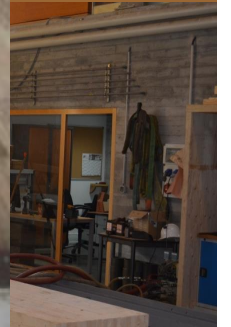
1 m³ de bois en
moins !



Atelier



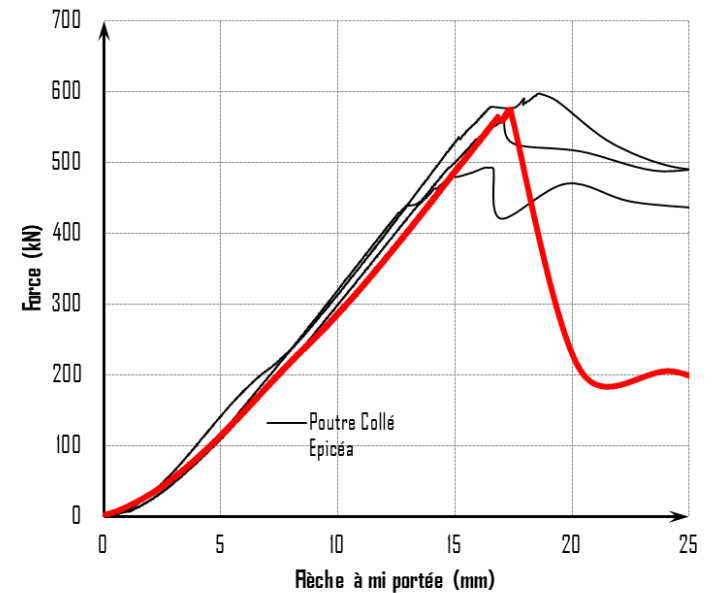
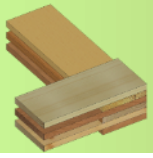
Saillissement



4 - MIXITE DES MATERIAUX ET ECO CONSTRUIRE

BIO SOURCE et RE SOURCE !!

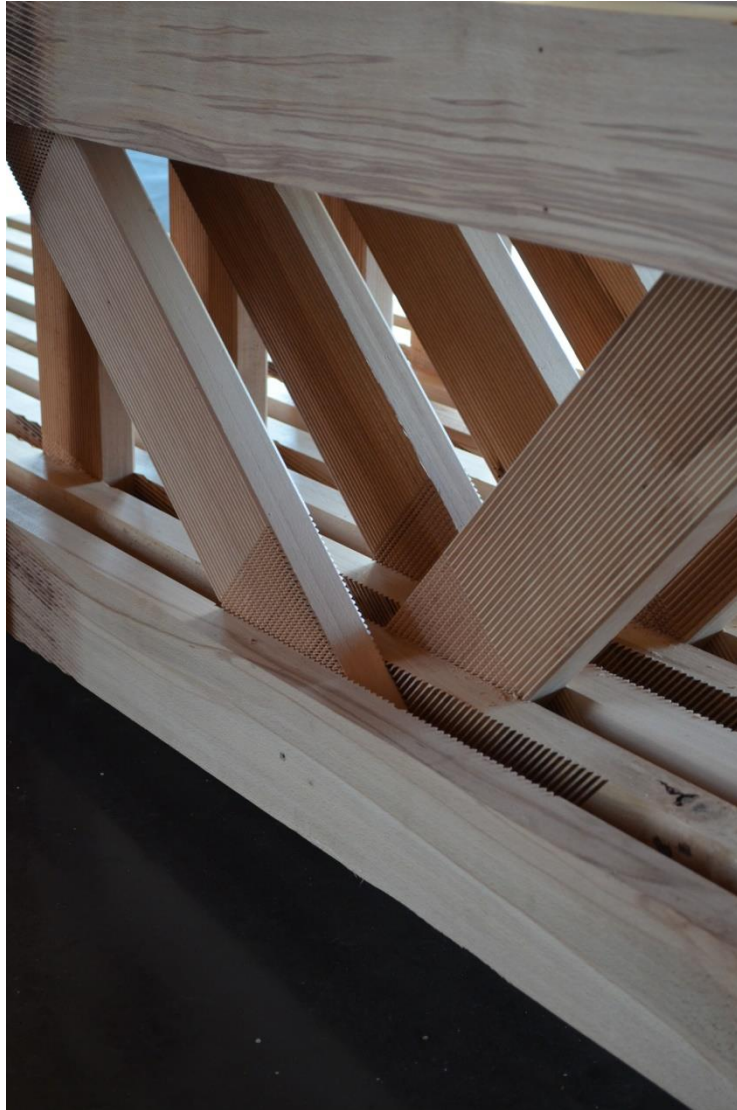
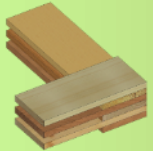
26



4 – MIXITE DES MATERIAUX ET ECO CONSTRUIRE

BIO SOURCE et RE SOURCE !!

25



25 % de matière en moins

Bois local

Colle limitée aux aboutages

Performance au moins égale

Résistance garantie

Bio-sourcé

+

Re-sourcé



CONCLUSION

*Bois matériau de notre temps et de notre futur,
il faut simplement tout faire pour qu'il le reste en :
l'utilisant, en l'associant intelligemment et sobrement .*