L’ère du bois

Concours CGénial Mai

2021

Manon CHALONY, Léo DUCHESNE et Pauline JOUBERT

Encadrés par Eric MATHIEU et Olivier POLIDORO

Lycée général et technologique Vauvenargues,

60 Boulevard Carnot, 13625 Aix en Provence

Sommaire

Sommaire	p2
Naissance du projet	p3
Le Bois	p4
Protocoles de délignification	p4
Le bois blanc	p5
Le bois compressé	p10
Le bois transparent	p12
Isolation acoustique	p15
Perspectives	p16
Conclusion	p17
Bibliographie, images et remerciements	p18
Annexe	p19

Naissance du projet

L'an dernier, lorsque nous étions en classe de seconde, notre professeur de physique chimie, Mr MATHIEU, nous a parlé des Olympiades de Physique, sujet qui nous a tout de suite beaucoup intéressés.

Marie est rentrée de vacances avec un bref entrefilet issu de Sciences et Avenir à propos d'un bois blanc aux propriétés isolantes révolutionnaires développé récemment par une équipe de chercheurs du Maryland.

Fig.1

Une climatisation naturelle avec du bois

MATÉRIAUX Un bois à la solidité multipliée par 8 et presque blanc : c'est l'étonnant résultat obtenu par une équipe de l'université du Maryland (États-Unis) en le faisant bouillir avec du peroxyde d'hydrogène pour lui faire perdre sa lignine. Cette molécule sert de liant mais absorbe aussi la chaleur. Le bois sans lignine peut recouvrir une surface et faire baisser sa température de dix degrés. **A. D.**

◀ **Débarrassé de sa lignine,** le bois devient un bon isolant thermique.

Tout de suite emballés, nous nous lançons le défi de participer aux Olympiades De Physique 2019 ainsi qu'à CGénial.

Cette découverte nous semble à la fois :

- très simple : « faire bouillir du bois avec du peroxyde d'hydrogène » qui est de l'eau oxygénée

- très surprenante et intéressante : faire baisser la température de 10 degrés.

Nous voulons essayer de vérifier ceci ! Mais comment ?

Nous essayons de nous procurer des échantillons mais c'est un échec : ce bois n'est bien sûr pas commercialisé et la seule start-up en France dans ce domaine ne nous répond pas...

Naïvement, nous commençons par faire bouillir des carrés de balsa avec de l'eau oxygénée du labo de chimie dans une casserole des parents de Manon...

C'est le début d'une longue quête !

Nous nous lançons dans la lecture de magazines puis de publications (en anglais, normalement accessibles uniquement aux chercheurs) ainsi que dans de nombreuses expériences.

Une problématique finit alors par se dégager :

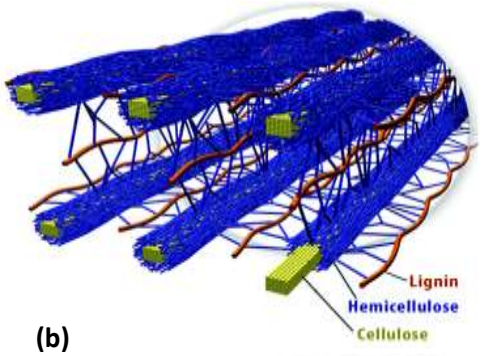
L'utilisation du bois délignifié est-elle envisageable à terme dans la construction et quelles en seraient les utilités/bénéfices ?

Pour répondre à cette problématique, il nous faut donc fabriquer du bois blanc et du bois transparent et étudier leurs propriétés physiques.

Le bois

Le bois est utilisé depuis des siècles dans la construction, mais il fait un come-back surprenant de nos jours : projets de gratte-ciel, maisons éco responsables, ameublement...
Le bois est constitué principalement de cellulose, d'hémicellulose et de lignine.
La lignine sert de ciment entre la cellulose et l'hémicellulose.

Pour obtenir le bois blanc, il est nécessaire de débarrasser le bois naturel de sa lignine.



(b)

(c)

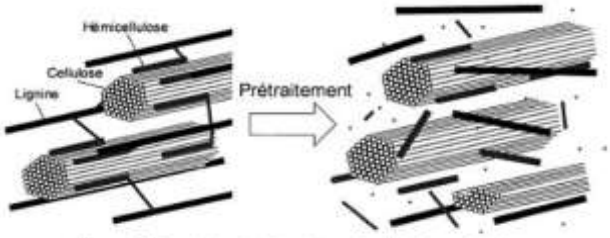
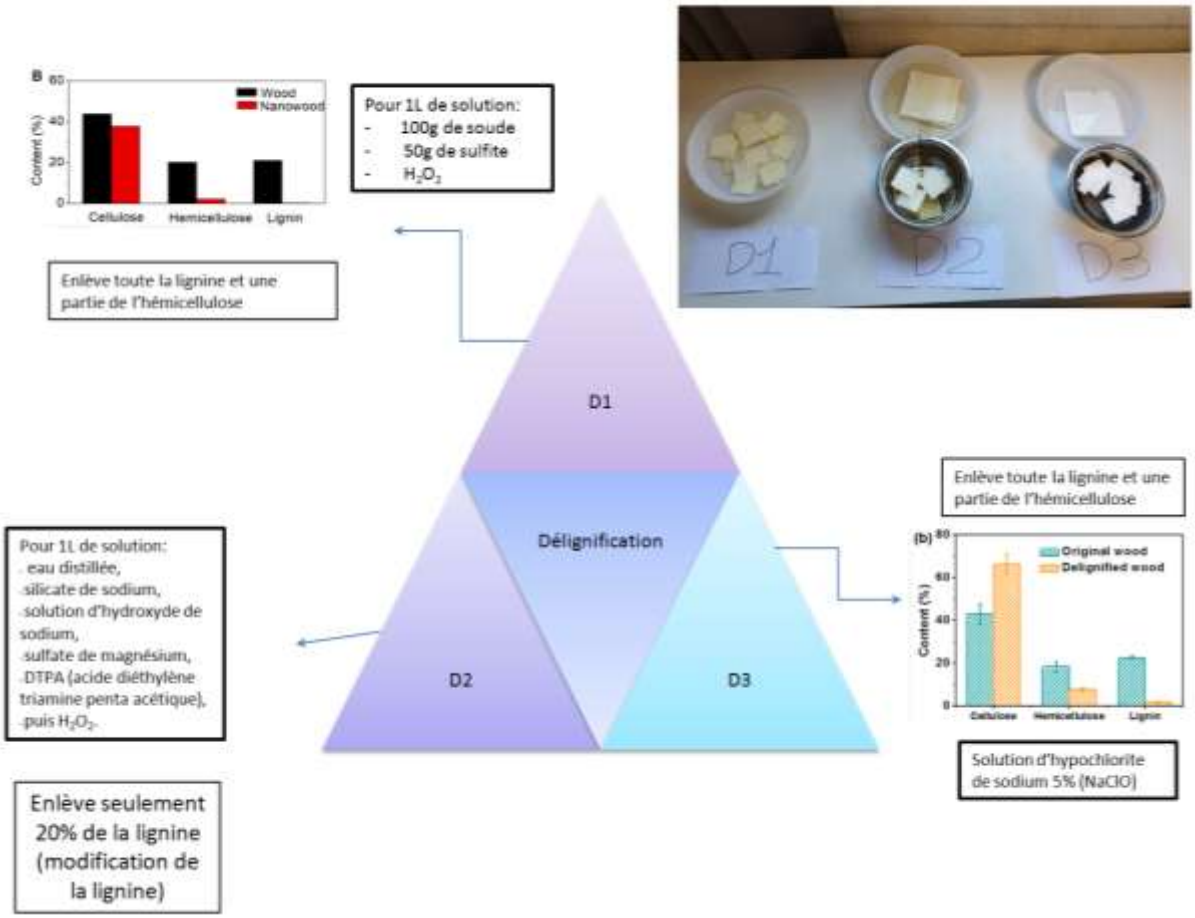


Figure 2.4. Impact du prétraitement sur la matière lignocellulosique.

Protocoles de délignification

Nos recherches nous font découvrir trois protocoles de délignification :



La lignine constitue 30 % de la masse du bois.
D1 et D3 enlèvent pratiquement toute la lignine mais abiment la structure du bois, D2 est plus douce et n'enlève que 20% de la lignine.
Nous essayerons ces trois protocoles dans nos expériences.

Le bois blanc

Nous commençons par la délignification D1 pour le bois blanc, en observant scrupuleusement les concentrations des solutions données dans les publications. Nous multiplions les tentatives mais les résultats sont décevants. En désespoir de cause, nous utilisons de l'eau oxygénée très concentrée (130 V) en prenant évidemment toutes les précautions nécessaires.

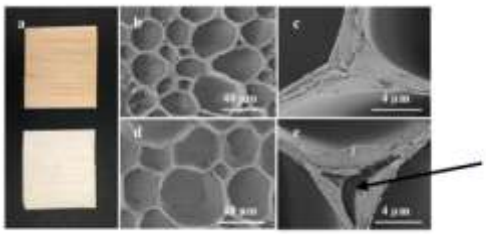
Mélange soude et sulfite

Eau oxygénée

On observe dans la première étape la coloration brune de la solution : c'est probablement de la lignine.

Avec l'ébullition dans l'eau oxygénée, le bois blanchit.

C'est désormais un « Nanowood », dont la structure est composée de nanofibres de cellulose alignées.



Mais il faut laver soigneusement les canaux libérés.

Des échantillons immergés dans un bain d'éthanol sont placés sous une cloche à vide.

Dès que la pression diminue des bulles apparaissent. L'opération est renouvelée avec de l'acétone.

Nous émettons l'hypothèse que ces opérations nettoient les canaux :

- L'éthanol enlève l'eau car les deux sont miscibles en toutes proportions.
- L'acétone dissout les espèces organiques (lignine, hémicellulose, cellulose) qui pourraient rester.
- Au dessous de 0,8 bar, l'éthanol et l'acétone s'évaporent.

Nous obtenons enfin un magnifique bois blanc !

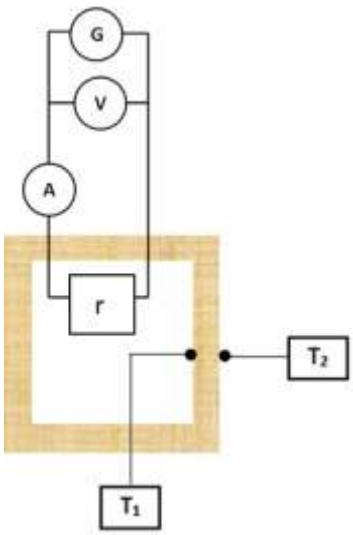
Nous voulons donc maintenant vérifier :

1- s'il s'agit bien du bois attendu
2- s'il peut « faire baisser la température de 10 °C ».

1- Résistance thermique

Notre bois est-il le bon ?
Nous décidons de mesurer la résistance thermique des boîtes. Nous allons utiliser les mêmes boîtes.

On dispose à l'intérieur de chaque boîte une résistance r = 1 Ω alimentée par un générateur de tension qui fournit une puissance électrique P = U x I



Pour mesurer la température intérieure T_1, on dispose une sonde de thermomètre dont l'extrémité est très proche d'une paroi en son centre.
On dispose à l'extérieur une deuxième sonde avec son extrémité en face de la première pour mesurer la température extérieure T_2.
La puissance électrique fournie est constante. Elle est intégralement dissipée par effet Joule dans la boîte.
Dans un premier temps, la température T_1 augmente : l'air intérieur se réchauffe.
Elle finit par se stabiliser : on est alors en régime permanent.

Le flux thermique qui traverse les parois est alors constant et égal à la puissance fournie.

$T_1 - T_2 = R\,\Phi$ avec R = résistance thermique et $\Phi = P = UI$

D'où $R = \frac{T_1 - T_2}{\Phi}$ $R = \frac{T_1 - T_2}{P}$

Mesures

U = 1,20 V I = 0,99 A d'où P = 1,19 W

Boîte balsa : T_1 = 54 °C ; T_2 = 26°C $R = \frac{54-26}{1,19}$ R = 23,5 $K.W^{-1}$

U = 1,28 V I = 1,15 A d'où P = 1,47 W

Boîte bois blanc : T_1' = 65,7 °C ; T_2' = 24,1 °C ; $R' = \frac{65,7-24,1}{1,18}$ R' = 28,0 $K.W^{-1}$

Mais pour caractériser un matériau, il faut connaître la valeur de sa conductivité thermique.

R = $\frac{e}{\lambda S}$ d'où $\lambda = \frac{e}{RS}$

Les 2 boîtes cubiques ont une arête de 4 cm et des parois d'épaisseur e = 5 mm.
Les parois intérieures sont donc des carrés de 3 cm x 3 cm.
S est la surface totale. S = 6 x 3 cm x 3 cm = 54 cm^2

D'où pour le balsa : $\lambda = \frac{5.10^{-3}}{23,5 \times 54.10^{-4}}$ λ = 0,039 ≃ 0,04 $W.K^{-1}.m^{-1}$

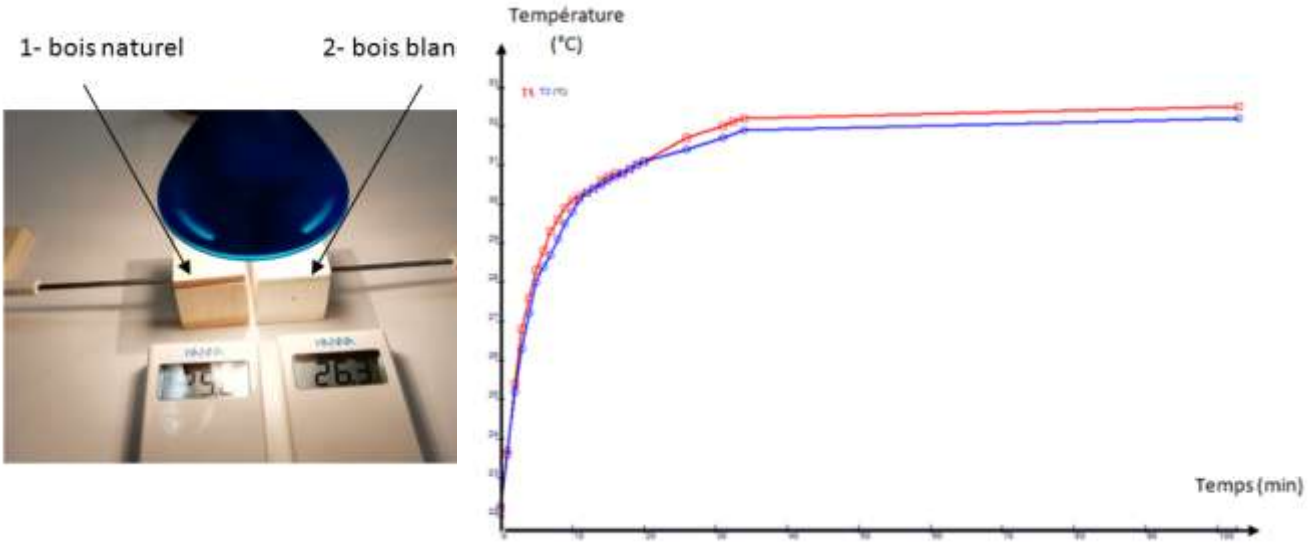
Et pour le bois blanc : $\lambda' = \frac{5.10^{-3}}{28 \times 54.10^{-4}}$ λ' = 0,033 ≃ 0,03 $W.K^{-1}.m^{-1}$

La conductivité attendue du balsa est de 0,05 $W.K^{-1}.m^{-1}$.
La valeur attendue **[1]** pour le bois blanc est de 0,06 dans le sens longitudinal et 0,03 $W.K^{-1}.m^{-1}$ dans le sens radial.
Les valeurs mesurées sont proches des valeurs attendues.
Par manque de temps, nous n'avons pas pu faire plusieurs mesures avec des puissances différentes.
Compte tenu de l'incertitude sur la mesure des températures, les résultats nous semblent satisfaisants.
Notre bois blanc serait bien du Nanowood.

2- Cooling Wood

Ce Nanowood peut-il faire « faire baisser la température de 10 °C » ?
Nous imaginons le protocole suivant :

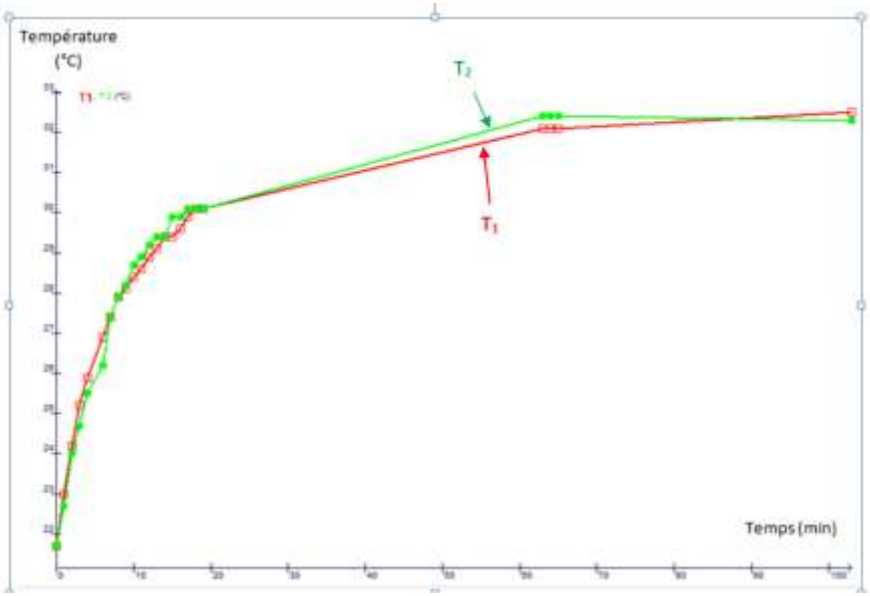
- Fabriquer une boîte en bois naturel (balsa) et une autre boîte de même épaisseur en bois blanc (balsa délignifié).
- Introduire un capteur thermique
- Eclairer les boîtes



- Mesurer l'évolution de leur température intérieure T au cours du temps.

Ces résultats nous déçoivent : le bois blanc maintient une température plus basse de seulement 0,3°C, ce qui n'est pas significatif.

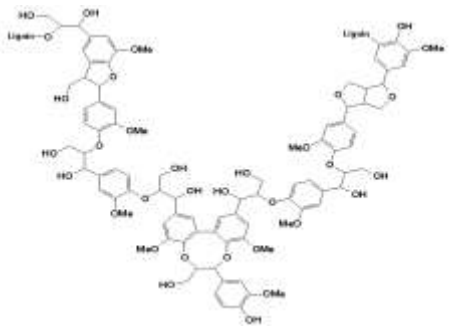
Nous soupçonnons les tiges métalliques des thermomètres de perturber les mesures et recommençons l'expérience avec des capteurs thermiques.

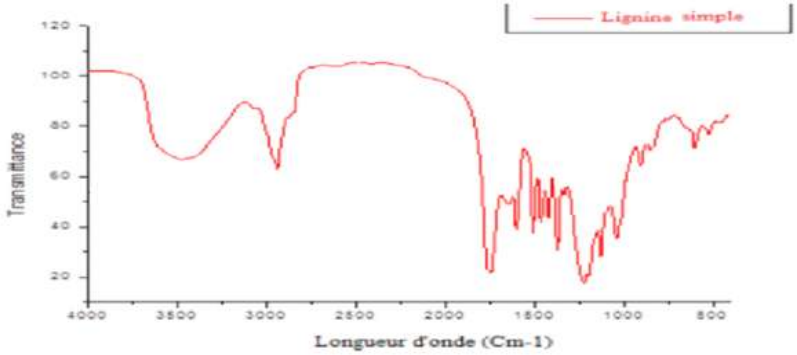


Les résultats ne sont pas plus probants.

N'ayant pas d'autre idée de protocole, nous cherchons l'explication du phénomène dans diverses publications.

La lignine est constituée de molécules qui absorbent et réémettent fortement certaines radiations dans le domaine de l'infrarouge.





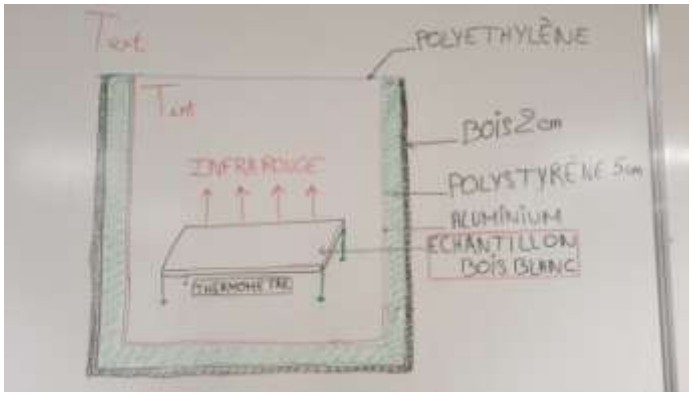
Le bois naturel conserve donc la chaleur.

Le bois blanc délignifié absorbe aussi les infrarouges provenant de l'air chaud. Mais en l'absence de lignine il réémet les rayonnements absorbés dans une frange du spectre qui ne chauffe pas l'air ambiant : la température diminue.
D'autre part, il réfléchit 96 % du rayonnement solaire qu'il reçoit.
L'association de ces deux phénomènes serait à l'origine de l'effet refroidissant.

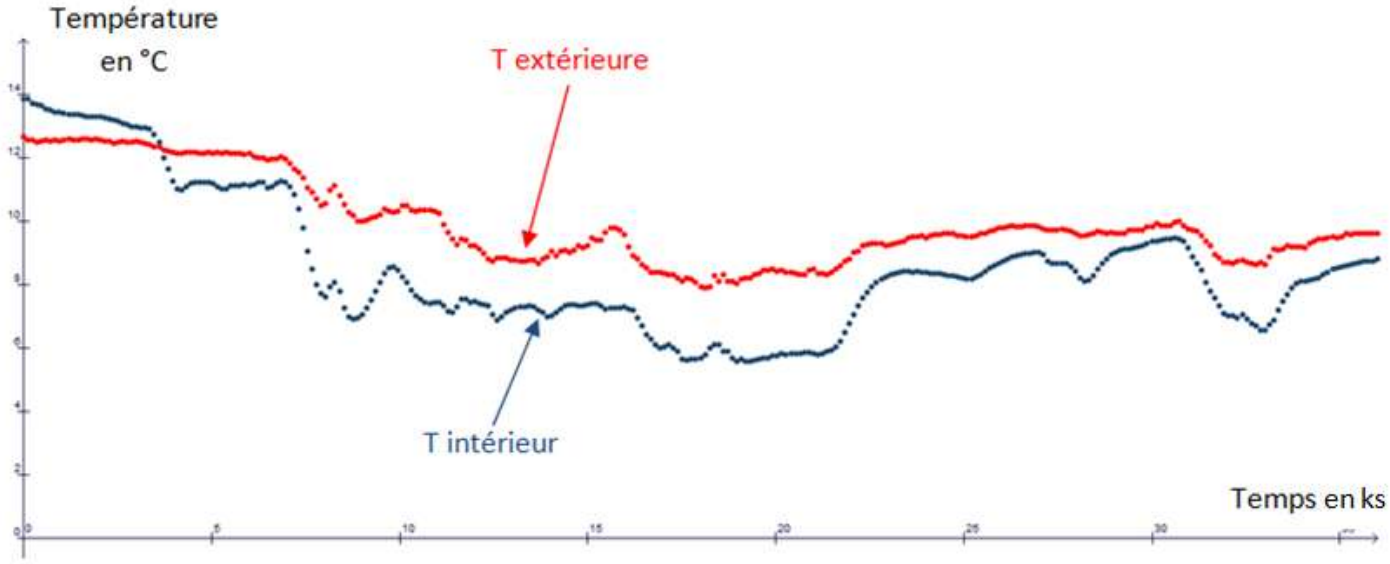
Mais cet effet choque le bon sens thermodynamique de beaucoup de physiciens et suscite de nombreux débats chez nos professeurs.

Nous trouvons une première expérience le mettant en évidence (voir annexe), mais nous ne savons pas comment la mettre en œuvre.

Nous trouvons enfin une expérience qui pourrait permettre de répondre à notre questionnement.



Une boîte en polystyrène est recouverte d'aluminium et de bois à l'intérieur et d'aluminium à l'extérieur.
Elle contient un échantillon de bois blanc.
Elle est disposée le soir à l'extérieur par un temps le plus clair possible.



On relève la température à l'intérieur et à l'extérieur de la boîte.

Bingo ! Voici la mise en évidence du cooling effect !

Malheureusement nous n'avons plus le temps de réaliser d'autres mesures. Etude à poursuivre…

Applications

Le bois naturel, qui contient de la lignine, est un bon isolant pour les pays froids en hiver : lorsqu'on chauffe une pièce, les murs en bois gardent la chaleur.
A l'inverse, l'effet refroidissant du bois délignifié serait un handicap l'hiver lorsqu'il s'agit de chauffer la maison.
Mais il permettrait de refroidir l'intérieur d'une maison lorsqu'il fait chaud à l'extérieur, comme nous l'avons lu et essayé de le montrer.
Ce bois nouvelle version serait donc très utile dans des pays bénéficiant d'un climat chaud toute l'année.
Utilisé dans les revêtements extérieurs et les toits, ce bois refroidissant pourrait faire chuter la facture de la climatisation jusqu'à 60 %, d'après les calculs des chercheurs. Il serait également le bienvenu dans les pays ne disposant pas de système de climatisation.

Le bois compressé

Nous lisons par ailleurs un article concerne le bois compressé.

« Les chercheurs ont modifié la structure poreuse du bois naturel en le faisant bouillir sous pression dans une solution d'hydroxyde de sodium et de sulfite de sodium..... Le bloc est par la suite pressé à 100 ºC pendant une journée. Ce processus permet d'obtenir une planche de bois 5 fois plus fine, mais d'une densité 3 fois plus importante que le bois naturel. La résistance du bois augmente par conséquent de 11,5 fois par rapport à sa résistance initiale ». *(Leyton France 27 juin 2018)*

Nous compressons du bois blanc délignifié pendant 10 h à 100°C.
Le bois obtenu est moins blanc.

Epaisseur

En compressant du bois blanc de 3 mm d'épaisseur, nous obtenons un bois compressé de 0,6 mm, ce qui est bien 5 fois plus fin.

Densité

En mesurant l'épaisseur et la surface de nos échantillons nous en calculons leur masse volumique.
D'où les densités : balsa naturel : 0,14 ; bois blanc : 0,16 ; bois compressé : 0,40, soit environ 3 fois plus que le la densité du balsa.

Isolation thermique

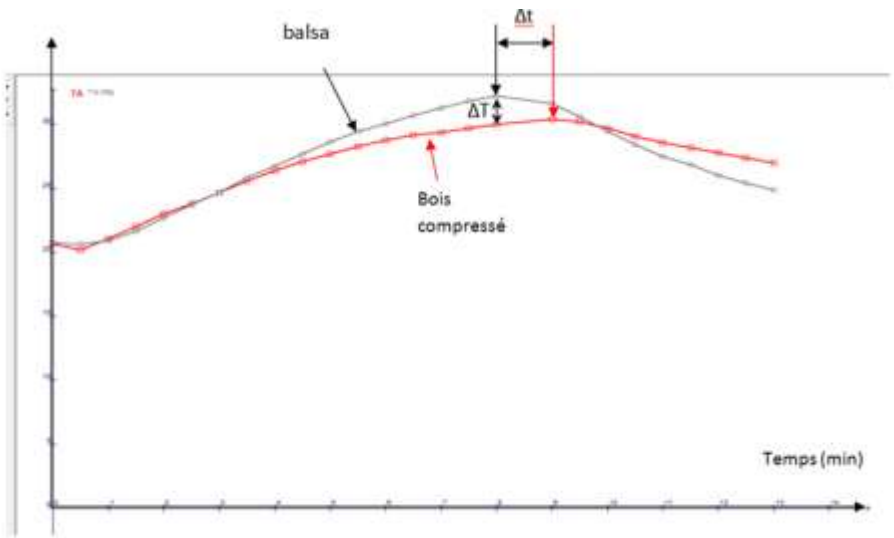
Cette expérience a été réalisée au tout début.
Pour diverses raisons, nous avions très peu d'échantillons de bois compressé.

1- Nous avons donc fabriqué deux boîtes en peuplier et remplaçons une seule face par : 1-du balsa
2- du bois compressé.

Nous réalisons ensuite l'expérience suivante :

- t=0 : allumage des deux lampes

- t=8 minutes : extinction



Nous avions conclu un peu trop rapidement sur le caractère « refroidissant » du bois compressé.
L'écart de température ΔT montre simplement une résistance thermique du bois compressé supérieure à celle du balsa.
Le décalage Δt entre les maxima présente un intérêt pour le confort thermique d'une maison.
Ce « déphasage » est du à la capacité thermique massique du bois compressé.

Applications

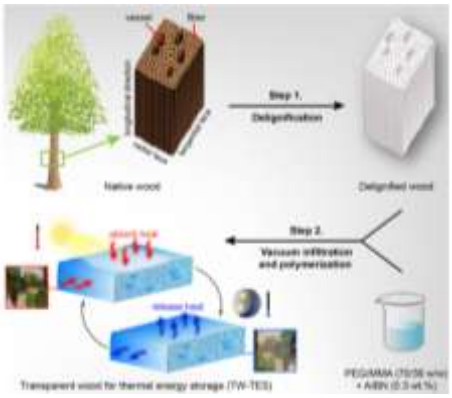
Le bois compressé aurait les mêmes propriétés refroidissantes que le bois blanc. Il serait donc encore plus intéressant car plus résistant mécaniquement **[4].**
Nous voulons en savoir plus sur le lien avec le monde de l'entreprise, et les applications pratiques envisageables.
Nous rencontrons à ce sujet Michel Cassini, Directeur adjoint pôle "Transitions" EGIS Conseil.
Ce bois compressé semble effectivement très prometteur (voir annexe).

Nous nous posons alors la question de l'économie en énergie et contactons Pauline Mathieu, thermicienne du bâtiment.
Si on remplace dans une maison traditionnelle la laine de roche de conductivité 0,032 $W.K^{-1}.m^{-1}$ par du bois compressé de conductivité 0,02 $W.K^{-1}.m^{-1}$, l'économie d' énergie serait de 20 % (voir annexe).

Le bois transparent

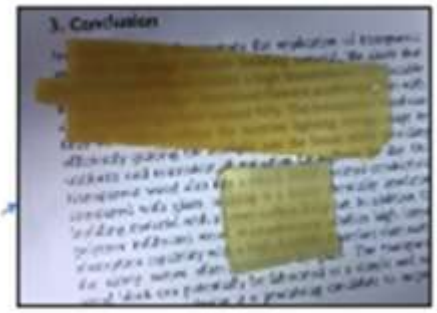
Parallèlement, nous découvrons dès le début que l'on peut fabriquer du bois **transparent** ! C'est tellement fascinant qu'au risque de nous disperser nous explorons aussi cette piste.

Pour obtenir un bois transparent, il faut remplir les canaux du bois blanc avec un polymère transparent.
Nous essaierons les délignifications D2 et D3 et abandonnerons la D2, moins efficace



Quatre polymères sont utilisables à cet effet, mais pour diverses raisons nous utiliserons uniquement la résine époxy.

Après délignification et lavage sous vide à l'éthanol/acétone, des échantillons de bois très mince imbibés d'éthanol sont immergés dans un bain de résine époxy et soumis trois fois à une dépression de 200 Pa.
L'éthanol se vaporise et la résine le remplace dans les canaux lors de la remise sous pression.



Nous réalisons de nombreux essais avant d'obtenir des bois non pas transparent mais translucides.
C'est une grande satisfaction !

Les bois transparents sont l'objet de nombreuses études depuis quelques années.

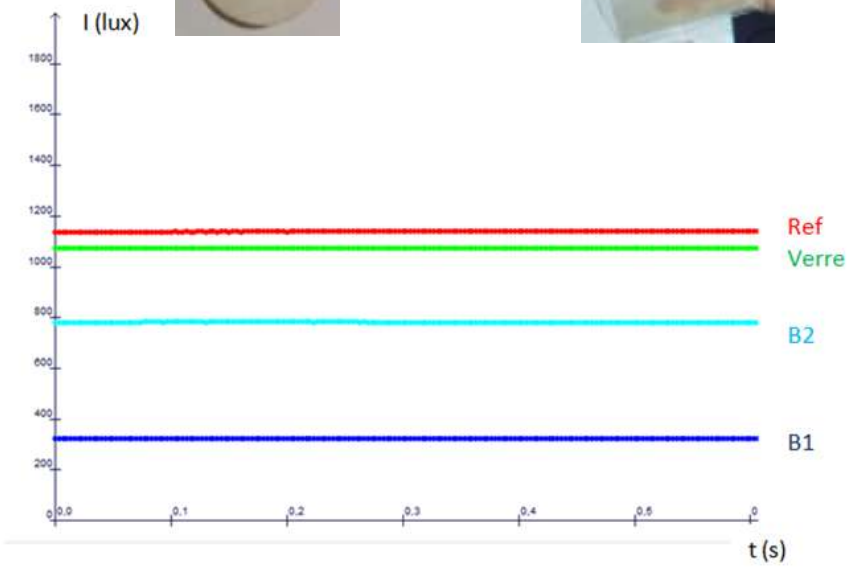
Transmittance

Le montage est composé d'un luxmètre et d'une lampe. Le faisceau lumineux est intercepté par l'échantillon.

Nous testons deux échantillons de bois transparents B_1 et B_2 et une plaque de verre de même épaisseur.

B_1

B_2



On en déduit les transmittances :

$$T = \frac{I}{I_{Ref}} \times 100$$

T_{verre} = 95 %

T_2 = 65 %. C'est notre meilleur bois transparent !

T_1 = 28 %

La plus grande transmittance vue dans les publications est de 91 %.

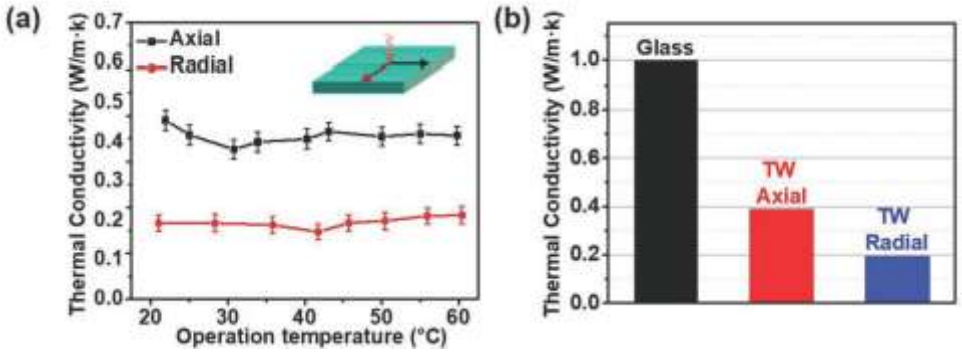
Transmission de la lumière

Verre

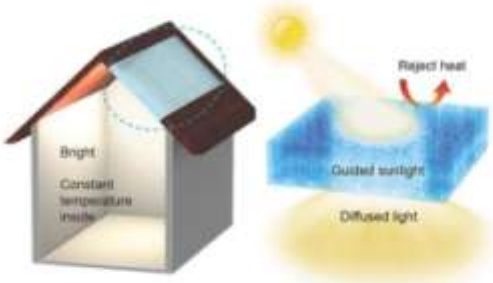
Bois transparent

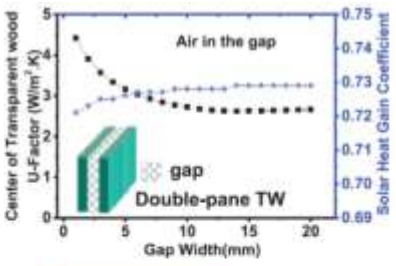
Les rayons lumineux traversent directement le verre sans être déviés.
Lorsqu'ils arrivent sur du bois transparent ils sont guidés par les fibres et la lumière est alors diffusée.
Ce matériau aurait donc un intérêt dans le domaine de l'habitat : il permettrait un éclairage mieux réparti, évitant les zones d'ombre.

De plus sa conductivité thermique est inférieure à celle du verre **[6]**



Il permettrait ainsi de maintenir une température constante à l'intérieur, économisant ainsi de l'énergie, été comme hiver, dans les pays chauds comme dans les pays froids.



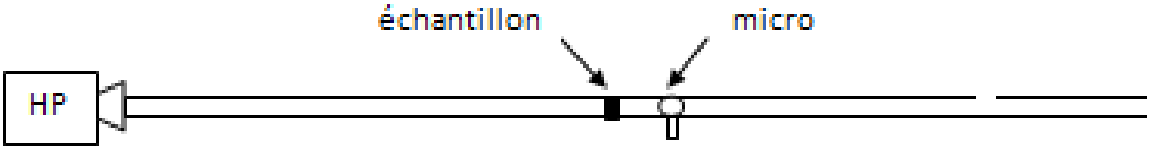


Ci-contre une étude par des chercheurs américains du gain d'énergie en utilisant du double-vitrage en bois transparent.

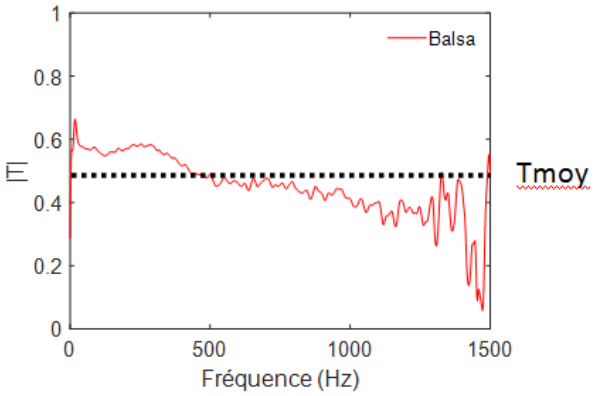
Isolation acoustique

Les bois délignifiés ont donc des propriétés d'isolation thermique très intéressantes.
Mais à notre connaissance, aucune étude de leurs propriétés acoustiques n'a encore été faite.
Nous projetons donc de comparer quatre échantillons : bois naturel, bois blanc, bois compressé et bois transparent.
Nous nous rendons au LMA (laboratoire de mécanique et d'acoustique) à Marseille où nous attendent deux chercheurs du CNRS.

Expérience :



L'échantillon à mesurer coupé en disque de 24 mm de diamètre est introduit dans un tuyau de 120 m de long. (Pour gagner de la place, ce tuyau est enroulé sur lui-même mais ceci ne change rien)
Le tuyau doit être très long et ouvert à son extrémité pour éviter toute réflexion.
Un haut-parleur envoie une impulsion.
Un micro placé derrière l'échantillon capte le signal transmis.
On mesure la transmittance T moyenne des échantillons en fonction de la fréquence.



$T = \frac{I}{I_0}$ avec I = intensité acoustique en W.**m-²**

$I = I_0 \exp^{-ke}$ d'où k = -logT/e

avec e = épaisseur et k = coefficient d'atténuation acoustique intrinsèque caractérisant le matériau.

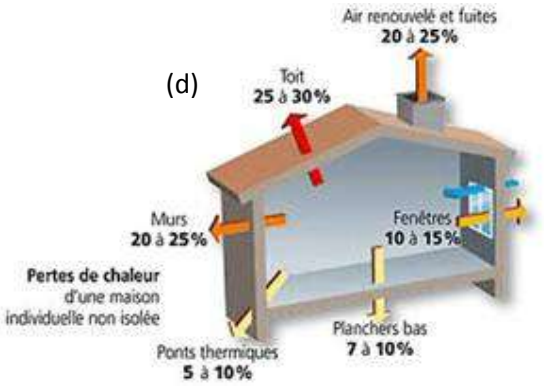
bois	T moyen	Epaisseur (mm)	k = -logT/e
balsa	0,5	3	0,23
Bois blanc	0,4	1	0,92
Bois compressé	0,6	0,6	0,85
Bois transparent	0,2	1	1,61

Le bois blanc est bien plus isolant que le balsa.
On peut l'interpréter par la présence d'air dans les canaux délignifiés.
Le coefficient du bois compressé est comparable à celui du bois blanc. Il n'y a plus d'air mais il est beaucoup plus dense.
Le bois transparent est un excellent isolant acoustique. Une qualité de plus pour remplacer le verre ?
Pour comparer, il nous faut maintenant parvenir à couper un disque de verre et à retouner au LMA pour faire la mesure. A suivre..

Perspectives

Les pertes thermiques dans une maison se font par les murs, les toits et les fenêtres.

(d)



On pourrait par exemple recouvrir les murs d'une maison en bois dans un pays chaud, de remplacer les vitres par du bois transparent et le toit par du bois translucide...

Les bois modifiés ne sont pas encore réellement utilisables.
Il reste de nombreuses difficultés à résoudre (inflammabilité, vieillissement des polymères, imperméabilité…).
Ils semblent cependant très prometteurs pour la construction dans l'avenir, apportant un meilleur confort et économisant de l'énergie.

Conclusion

En partant d'un petit article dans un magazine, nous avons découvert un domaine de recherche récent, encore peu connu et passionnant. Nous sommes très heureux de pouvoir le partager en présentant notre projet.

Nous avons progressé dans de nombreux domaines de la physique et la chimie, travaillé en équipe, échangé avec d'autres lycéens, des professeurs, des personnels de laboratoire, des ingénieurs et des chercheurs.

Les bois modifiés présentent des qualités exceptionnelles : résistance mécanique, isolation thermique, refroidissement, transmission de la lumière… et ils auraient aussi une faible empreinte carbone.

Ils pourraient à terme remplacer les matériaux traditionnels.

Nous avons réussi à fabriquer ces bois, à en mesurer quelques propriétés physiques et à comprendre l'effet refroidissant.

Nous n'avons évidemment pas fini d'en explorer les propriétés et les applications, mais nous allons continuer nos recherches... Par exemple nous retournerons très prochainement au LMA avec un échantillon de verre afin de comparer l'isolation acoustique de nos échantillons avec celui-ci et voir si notre bois aurait cet avantage en plus dans la construction.

À l'avenir nous allons fabriquer une maquette de bicoque semblable à celles trouvables dans les pays chauds, en remplaçant les matériaux originaux par nos bois modifiés. Nous voudrions remplacer les murs par du bois compressé les fenêtres en verre par du double vitrage en bois transparent et même créer un puit de lumière avec un toit en bois translucide. Nous aimerions même trouver une grande utilité à notre « cooling wood » et imaginer une maison parfaite pour les pays pauvres. Comme vu précédemment, le gain d'énergie et l'impact écologique seraient considérable.

« Si le 19ème siècle était l'âge du fer, le 20ème siècle celui du béton, nous la conviction que le 21ème siècle sera l'âge du bois dans la construction ! »

Bibliographie

[1] Anisotropic, lightweight, strong, and super thermally insulating nanowood with naturally aligned nanocellulose
Tian Li[1],*, Jianwei Song[1],*, Xinpeng Zhao[2],*, Zhi Yang[3],*, Glenn Pastel[1], Shaomao Xu[1], Chao Jia[1], Jiaqi Dai[1], Chaoji Chen[1], Amy Gong[1], Feng Jiang[1], Yonggang Yao[1], Tianzhu Fan[2], Bao Yang[3], Lars Wågberg[4],[5], Ronggui Yang[2],† and Liangbing Hu[1]

[2] Lignin-Retaining Transparent Wood
Dr. Yuanyuan Li, Qiliang Fu, Dr. Ramiro Rojas, Dr. Min Yan, Prof. Martin Lawoko, Prof. Lars Berglund

[3] Clear Wood toward High-Performance Building Materials
Chao Jia, Chaoji Chen, Ruiyu Mi, Tian Li, Jiaqi Dai, Zhi Yang, Yong Pei, Shuaiming He, Huiyang Bian, Soo-Hwan Jang, J. Y. Zhu, Bao Yang, Liangbing Hu

[4] Processing bulk natural wood into a high-performance structural material
Jianwei Song, Chaoji Chen, Shuze Zhu, Mingwei Zhu, Jiaqi Dai, Upamanyu Ray, Yiju Li, Yudi Kuang, Yongfeng Li1 , Nelson Quispe2 , Yonggang Yao1 , Amy Gong , Ulrich H. Leiste, Hugh A. Bruck, J. Y. Zhu, Azhar Vellore5, Heng Li6, Marilyn L. Minus6, Zheng Jia2 , Ashlie Martini5, Teng Li2 & Liangbing Hu1

[5] Informations Thermiques et Calculs http://www.ganeeva.fr/thermique.htm

[6] A Clear, Strong, and Thermally Insulated Transparent Woodfor Energy Efficient Windows
Ruiyu Mi, Tian Li, Daniel Dalgo, Chaoji Chen, Yudi Kuang, Shuaiming He, Xinpeng Zhao, Weiqi Xie, Wentao Gan, Junyong Zhu, Jelena Srebric, Ronggui Yang, and Liangbing Hu*

Images

(a) Sciences et Avenir juillet/août 2019 n°869/870
(b) https://www.researchgate.net/figure/Spatial-arrangement-of-cellulose-hemicellulose-and-lignin-in-cell-wall-23_fig2_315339733
(c) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LigninStructure.png
(d) maisons en bois http://www.ganeeva.fr/

Remerciements

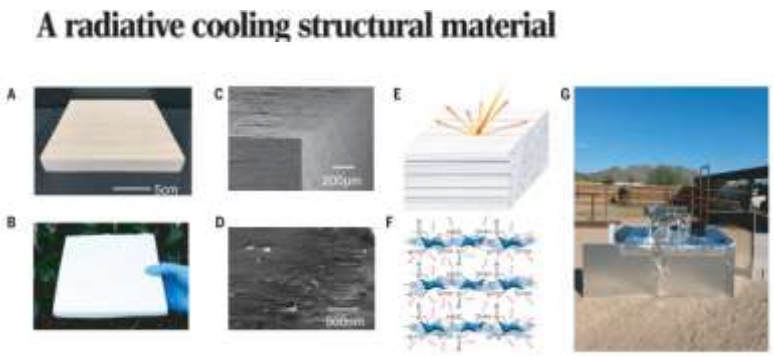
Tous nos remerciements pour leur aide précieuse à :
- Jean-Pierre Roubin, ex-professeur en prépa au lycée Vauvenargues et rapporteur de notre projet aux épreuves régionales.
- Cécile Tschudy, professeure en prépa PC au lycée Cézanne.
- Grégory et Carole, préparateurs au lycée Vauvenargues, ainsi que toute l'équipe pour leur aide et leur bienveillance.
- Cedric Payan et Eric Ogam, chercheurs au LMA CNRS Marseille
- Michel Cassini Directeur adjoint pôle "Transitions" EGIS Conseil.
- Pauline Mathieu, ingénieure thermicienne du bâtiment.

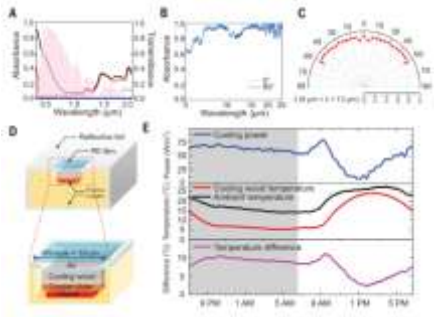
Annexe

La lignine

Le volume du marché mondial de la lignine devrait dépasser les 18 millions de tonnes en 2021, soit 6 milliards de dollars ! C'est donc un point très important pour la rentabilité de la fabrication de bois délignifiés. Elle peut être utilisée dans les domaines suivants :
- alternative au plastique
- additif pour béton, dans le bitume ou les adhésifs
- aliments pour animaux, comme source de phénols et matière première pour la vanilline.
- cosmétiques et dans les produits de soins personnels y compris des produits décoratifs pour la peau.

Cooling wood





Le bois compressé

Voici les informations trouvées dans un document fourni par un constructeur de maisons en bois (Ganeeva France) :

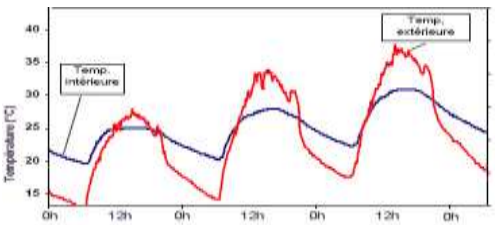
« Déphasage ou temps de transfert

C'est une donnée ***fondamentale d'un habitat confortable.***
On appelle déphasage, le temps que met le chaud ou le froid pour passer au travers d'une paroi. Il est fonction de la capacité thermique des matériaux qui composent la paroi. Une toiture isolée avec un isolant léger standard aura un déphasage de 3 heures, c'est-à-dire qu'en été le local va surchauffer rapidement par les apports solaires. Les parois performantes ont un déphasage de plus de 12 heures, les locaux restent à une température confortable toute la journée.

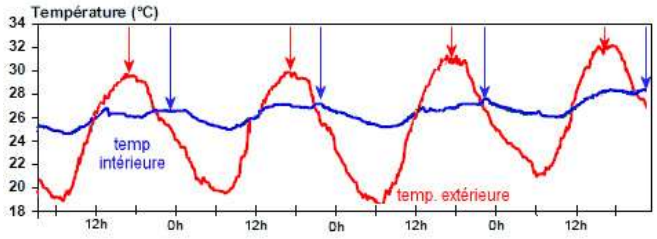
Les isolants ont une faible capacité thermique en comparaison du bois massif

Le déphasage mesure le temps que met la chaleur ou le froid à traverser une paroi.
L'avantage du bois comparé à d'autres matériaux isolants est sa capacité thermique d'où découle un temps de transfert de chaleur beaucoup plus important. Ainsi quand la température varie dans de grandes proportions le temps de transfert de la chaleur aux travers des murs est très important (effet de gros murs de pierre).

Maison traditionnelle:
Dans le cas d'une maison dont les murs sont à faible inertie (maison traditionnelle ou ossature bois), la variation de température extérieure sont ressentie très vite à l'intérieur, d'ou un confort très nettement diminué.



Ci dessous, une maison GANEEVA dont les murs sont en bois massif (y compris les cloisons), cette variation extérieure de température se fait très faiblement ressentir à l'intérieur. De plus, la reproduction d'une élévation ou diminution de la température extérieure est retardé (flèche rouge et bleu). »



Michel Cassini Directeur adjoint pôle "Transitions" EGIS Conseil

On pourrait utiliser pour des climats chaud et / ou froid, mais sans utiliser l'aspect refroidissement.

..... construction bois / remplacement parois en OSB par du bois délignifié compressé(avec polymère) pour augmenter l'inertie d'une pièce (chambre / bureaux / ...) les résultats ont l'air bien meilleur que du fermacell, et c'est aussi plus facile à mettre en oeuvre qu'un mur en pisé (construction en terre crue) mur qui aurait un impact plus important sur la structure du bâtiment. C'est surtout une piste pour l'utilisation de matériaux à changement de phase (polymère venant remplacer la lignine), le procédé de fabrication semble être accessible....

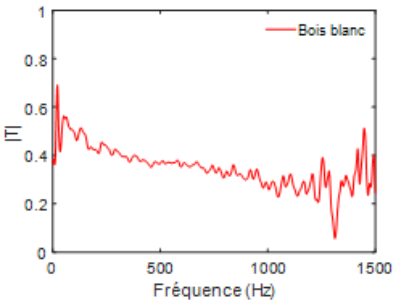
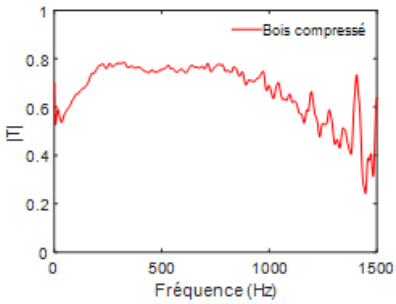
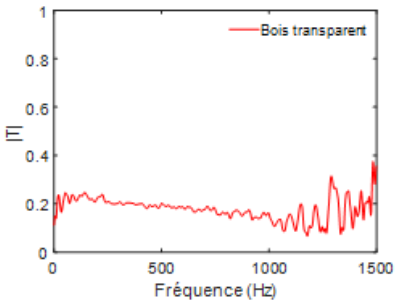
Sinon effectivement l'utilisation de ce type de bois n'est envisageable que pour les pays chauds (il transfère constamment de l'énergie), mais le côté passif est particulièrement intéressant pour les systèmes électriques insulaires (les DOM par exemple) ça permettrait de proposer des constructions résiliente. Le DXC remplacerait complètement la structure de l'immeuble (il a une performance structurelle vraiment intéressante) donc ce n'est pas un composant complémentaire et il faut juger son impact par uniquement sur le remplacement des murs, mais également sur la diminution de l'électricité (qui est très carbonée dans les îles).

-> il pourrait également être utilisé dans les aménagements extérieurs d'espaces public, puisqu'il absorbe la chaleur ambiante il pourrait servir de climatiseur de rue, surtout pour les zones ou végétaliser des façades est compliqué (disponibilité de la ressource en eau)

-> Sur l'aspect « écofriendly » :

- il y a le sujet de limitation de la climatisation, ce sujet ne touche pas seulement la consommation des climatiseurs, mais également leur impact négatif sur l'effet d'îlot de chaleur urbain (il suffit de se balader sur la place du palais de justice en été pour bien comprendre le phénomène)
- Sur la méthode de calcul, on utilise des études d'Analyse de Cycle de Vie (méthode intégrée à la future réglementation thermique applicable l'année prochaine) et on prend en compte des unités fonctionnelles : Isolation d'un m² de mur par exemple ou 1 m² de parois, sources de données www.ines.fr, les standards de la construction ne seraient pas complètement adaptés pour évaluer ce type de bois, mais bon les réglementations ça peut évoluer.

Pauline Mathieu, ingénieure thermicienne du bâtiment dans un bureau d'études délivrant la RTE 2012.

...Maison de plein pied d'environ 90m² dans les Alpes Maritimes construite avec de la brique. On met toujours un lambda de 0.032 pour la laine de roche et ici son épaisseur est de 10 cm. Avec ça on a une consommation de chauffage en énergie primaire de 24,90 kWhep/(m².an). Si tu la veux en énergie finale il faut diviser par le taux de conversion de l'énergie utilisée, électricité ici, qui est de 2,58 kWhep = 1kWhef. Avec un lambda de 0.02 on a une consommation de chauffage en énergie primaire de 20,10 kWhep/(m²an).

Isolation acoustique