Sciences à l'École

C.Génial

CONCOURS 2016

C.genial
Fondation pour la culture scientifique et technique

Club sciences collège J.D.A Bastia

Claire-Marie LAVAL (6ème) – Romain PATARD (5ème)

Léa FAURE - Théo NGUYEN (4ème)

Jean-Philippe GABRIELLI – Mikhail NIKOLAEV (3ème)

Encadrants :

Madame Chloé ROSSIGNOL (SVT), Monsieur Tony CAMPORESI (Techno),

Monsieur Joseph PIACENTINI (Physique-chimie)

cnrs dépasser les frontières

Collectivité Territoriale de CORSE CORSICA

académie Corse

Università di Corsica Pasquale Paoli

l'Observatoire de Paris

INRA

P@M Paese Novu

FAB LAB

MALIN LE PACHYDERME

Introduction

L'écoute d'une chronique diffusée sur les ondes de la radio locale RCFM a éveillé notre curiosité...

« Son écorce le protège du feu. Cette écorce est utilisée par l'Homme depuis toujours pour confectionner des flotteurs, des bouchons pour les amphores et les bouteilles de vin. Aujourd'hui elle est même utilisée pour l'isolation des habitations… Le chêne liège capterait trois fois plus de carbone qu'une autre essence ? Malin le pachyderme ! »

« Pourquoi pachyderme ? Pour sa peau, son écorce épaisse ! »

Le chêne liège semble être un arbre formidable ! Est-il possible de conduire des expériences sur ce sujet, et vérifier certaines de ces affirmations ?

La culture du chêne liège pourrait-elle contribuer à améliorer notre bilan carbone ?

Afin de répondre à cette problématique, nous avons fait appel à de nombreux partenaires :

- Un entrepreneur « liégeur » Monsieur Jean Claude Vittori,
- Un physiologiste végétal de l'INRA, Monsieur Olivier Pailly,
- Un ingénieur responsable d'un microscope électronique à balayage (MEB), à l'Université de Corse, Monsieur Yann Quilichini.
- Monsieur Alexandre Perron, technicien du FABLAB à Corté, nous a aidé à fabriquer des éléments nécessaires à la réalisation d'expériences.
- Monsieur Gérard Bandini, animateur du point d'accès multimédia (P@M) de Paese Novu, a plus que complété cette aide, en nous permettant d'utiliser sa machine numérique à « fil chaud » et en nous aidant à régler quelques problèmes d'électronique.

Ces rencontres enrichissantes, et les informations que nous avons récoltées, nous les partageons avec vous dans ce compte-rendu…

Visite de l'entreprise de Monsieur Jean-Claude Vittori, « Les Bouchons Corses »

- ✓ <u>Contexte de la visite</u> : Un changement climatique préoccupant, l'année de la COP 21… L'isolation des habitations est une bonne solution pour économiser l'énergie et limiter les rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.
- ✓ <u>Objectif de la visite</u> : Monsieur Jean-Claude Vittori vend des panneaux isolants. Il devrait pouvoir nous renseigner sur la fabrication de ces panneaux de liège expansé et les solutions qu'il propose pour isoler une maison.
- ✓ <u>Les infos récoltées</u> : « Le liège a de tout temps été exploité en Corse, des usines fabriquaient des bouchons, mais elles ont fini par fermer les unes après les autres, faute de politique de gestion de la subéraie.

Il y a quelques années, je fabriquais encore sur place mais il est devenu plus rentable d'exporter l'écorce brute en Sardaigne où elle est travaillée… Le liège de bonne qualité permet d'obtenir des bouchons… La nouveauté est que les déchets de liège produits sont récupérés afin de réaliser des panneaux isolants : des panneaux de liège expansé. Les petits morceaux sont chauffés, agglomérés naturellement par cette colle naturelle : la subérine.

Le liège est un très bon isolant thermique et phonique. Il peut remplacer le polystyrène expansé. Contrairement à celui-ci, il a une bonne résistance à l'écrasement, il n'est pas attaqué par les rongeurs et résiste au feu ! Imputrescible, sa durée de vie est illimitée ! Certes, réaliser l'isolation de sa maison en liège est un peu plus onéreux, mais toutes ces qualités ne peuvent-elles pas justifier un surcoût d'environ 50% ? »

Nos recherches sur le net nous ont fait découvrir les notions de « résistance thermique », de « conductivité thermique » et « d'énergie grise »…

- La résistance thermique d'un panneau isolant caractérise la faculté de ce panneau à s'opposer à la transmission de la chaleur. 2,5 m^2.K/W pour une épaisseur de 10 cm de liège contre 2,85 m^2.K/W pour la même épaisseur de polystyrène expansé.
- La conductivité thermique, faculté de la matière à conduire la chaleur : 0,04 $W.m^{-1}.K^{-1}$ pour le liège, 0,036 $W.m^{-1}.K^{-1}$ pour le polystyrène expansé. Celui-ci est donc un peu plus isolant que le liège. (0,026 $W.m^{-1}.K^{-1}$ pour l'air, 2 $W.m^{-1}.K^{-1}$ pour le marbre, 80 $W.m^{-1}.K^{-1}$ pour le fer)
- L'énergie grise, ici celle associée au panneau isolant, est l'énergie nécessaire à la fabrication de ce panneau et à l'énergie pour le mettre à disposition du client. Nous sommes surpris de lire que sa valeur égale à 450 kWh/m^3 est identique pour un panneau de liège ou de polystyrène ! Le liège ne serait-il pas alors plus écologique que le polystyrène ? De l'énergie pour sa récolte, pour son transport en Sardaigne. De l'énergie pour l'expanser, l'agglomérer. De l'énergie pour l'importer en Corse.

La valeur de l'énergie grise d'un panneau de liège expansé pourrait être diminuée si les panneaux étaient fabriqués sur place ! De plus, préserver la subéraie c'est aussi préserver les paysages, et la biodiversité !

Monsieur Olivier Pailly nous accueille dans les jardins de l'INRA

✓ <u>Contexte de la visite</u> : De nombreuses entreprises cherchent à développer des moyens de stocker le dioxyde de carbone, un des gaz responsable de l'effet de serre… La subéraie est-elle un bon « puits » à dioxyde de carbone ?

✓ <u>Objectif de la visite</u> : Nous avons entendu dire que le chêne liège fixerait trois fois plus de carbone qu'une autre essence. Nous est-il possible de conduire une expérience afin de le vérifier ? Monsieur Olivier Pailly devrait pouvoir nous aider…

✓ <u>Infos récoltées</u> :

« Il n'est pas facile de vérifier que le chêne liège absorbe trois fois plus de CO_2 qu'une autre essence.

L'efficacité avec laquelle une plante fixe du CO_2, dépend de l'activité photosynthétique. Les paramètres en jeu sont très nombreux : la température, l'hygrométrie, l'ensoleillement, …

Grâce à une machine hors de prix dont on dispose dans le Labo de l'INRA, nous pouvons comparer l'activité photosynthétique de deux plantes en travaillant sur deux échantillons de feuilles.

Ces deux échantillons sont exposés à une série de flashs lumineux. L'atmosphère dans laquelle ils sont plongés est contrôlée, analysée. Les échantillons étant placés dans des conditions identiques il est possible de comparer leur activité photosynthétique. En ce qui concerne le chêne liège je n'ai pas d'informations particulières à vous apporter. Certes, le chêne liège par sa taille va fixer une grande quantité de carbone mais il est peut-être moins efficace (par unité de surface) qu'une simple petite herbe de bord de chemin.

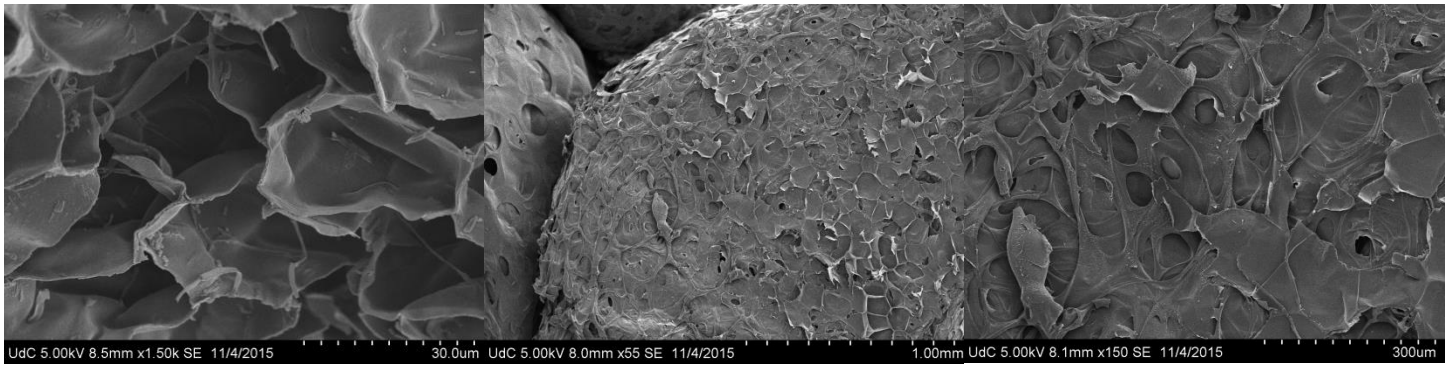
Peut-être lorsque l'arbre est démasclé, une bonne partie de son activité photosynthétique est alors dédiée à la reconstitution de son écorce. C'est en ce sens qu'il pourrait peut-être fixer plus de carbone qu'une autre essence. »

Monsieur Yann Quilichini nous accueille au sein du Labo UMR CNRS SPE 6134 Université de Corse

✓ Contexte de la visite : Comment expliquer que le liège est si isolant ? Robert Hook, savant Anglais du XVIIème siècle, est le premier à observer en détail la structure du liège… C'est même à partir de cette observation qu'il évoqua l'existence de la « cellule », l'écorce de liège étant constituée de sorte de petits sacs… Le microscope du collège peut-il nous permettre d'observer cette structure ? J'ai lu dans la presse qu'il existait un super microscope à la Fac de Corté ! C'est un bon prétexte pour une visite !

✓ Objectif de la visite : Le super microscope de Monsieur Yann Quilichini peut-il nous permettre d'observer la structure du liège et de comprendre son pouvoir isolant ?

✓ Les infos récoltées : Monsieur Yann Quilichini nous a expliqué que son microscope Electronique à balayage ne fonctionnait pas avec la lumière comme notre microscope du collège, mais avec un faisceau d'électrons. Les objets observés étaient préparés sous vide et recouverts d'une couche métallique afin de réfléchir les électrons vers des capteurs et ainsi observer une image… Un grossissement incroyable ! Nous en avons profité pour réaliser plusieurs préparations : de petits morceaux de feuille pour observer les stomates et bien sûr deux petits morceaux de liège et de polystyrène. Le point commun entre ces matériaux : les poches de gaz isolées les unes des autres. Elles expliquent le pouvoir isolant du liège et du polystyrène.



Liège ***Polystyrène expansé*** ***Polystyrène expansé***

Ces images réalisées par Monsieur Yann Quilichini nous montrent les structures du liège et du polystyrène expansé. Structures qui emprisonnent une grande quantité d'air.

Monsieur Gérard Bandini nous accueille au point d'accès multimédia (P@M) de Paese Novu. Monsieur Alexandre Perron nous accueille au sein du FABLAB de la fondation de l'Université de Corse à Corté.

✓ Contexte de la visite :

Notre expérience : Nous cherchons un moyen de comparer l'action isolante du liège et du polystyrène. Réaliser deux boites, enfermer deux glaçons de masse identique à l'intérieur et observer à quelle vitesse ils fondent. La fusion la plus rapide désignera le glaçon le moins isolé…

Nous avons entendu parler des structures FABLAB, structures qui mettent à disposition du grand public des machines numériques… Découper le polystyrène ou encore le liège avec une grande précision ! Ces machines devraient nous permettre d'atteindre nos objectifs !

✓ Objectif de la visite : Confectionner avec les moyens proposés deux boites isolantes de forme, de dimensions identiques afin de comparer le pouvoir isolant des matériaux dont elles sont constituées. Une boite de polystyrène et une seconde en liège. Boites découpées dans des panneaux vendus pour l'isolation des maisons.

✓ Les actions réalisées :

La Machine numérique du FABLAB découpe les panneaux de liège et de polystyrène. L'ordinateur guide une « fraise » qui sculpte les matériaux selon nos plans. Monsieur Alexandre PERRON nous propose de réaliser des petits pots en plastique, sur mesure, en utilisant les imprimantes 3D à disposition. Cette machine sculpte nos petits pots en faisant fondre des bobines de plastique. Nous repartons avec nos deux « boites » de forme cylindrique en liège et polystyrène. Et trois petits pots de plastique que l'on peut insérer dans ces boites isolantes.

Monsieur Gérard Bandini, Animateur du P@M de Paese Novu, nous propose d'utiliser son dispositif numérique qui permet de découper le polystyrène avec un fil chauffé. Une découpe bien plus nette qu'avec la « fraise » numérique… Une autre solution pour notre expérience…

Alexandre Perron

Nos réalisations

Gérard Bandini

Notre expérience réalisée au collège

✓ Objectif : montrer l'efficacité isolante du liège expansé en le comparant à un autre isolant couramment utilisé : le polystyrène expansé.

✓ Nos difficultés : apprentissage des codes, de la pratique du système ARDUINO en toute autonomie. Des capteurs pas toujours faciles à utiliser… Monsieur Gérard Bandini nous a donné quelques conseils afin de régler certains problèmes… Nous avons changé plusieurs fois de capteurs, certains demandaient des codes trop compliqués…

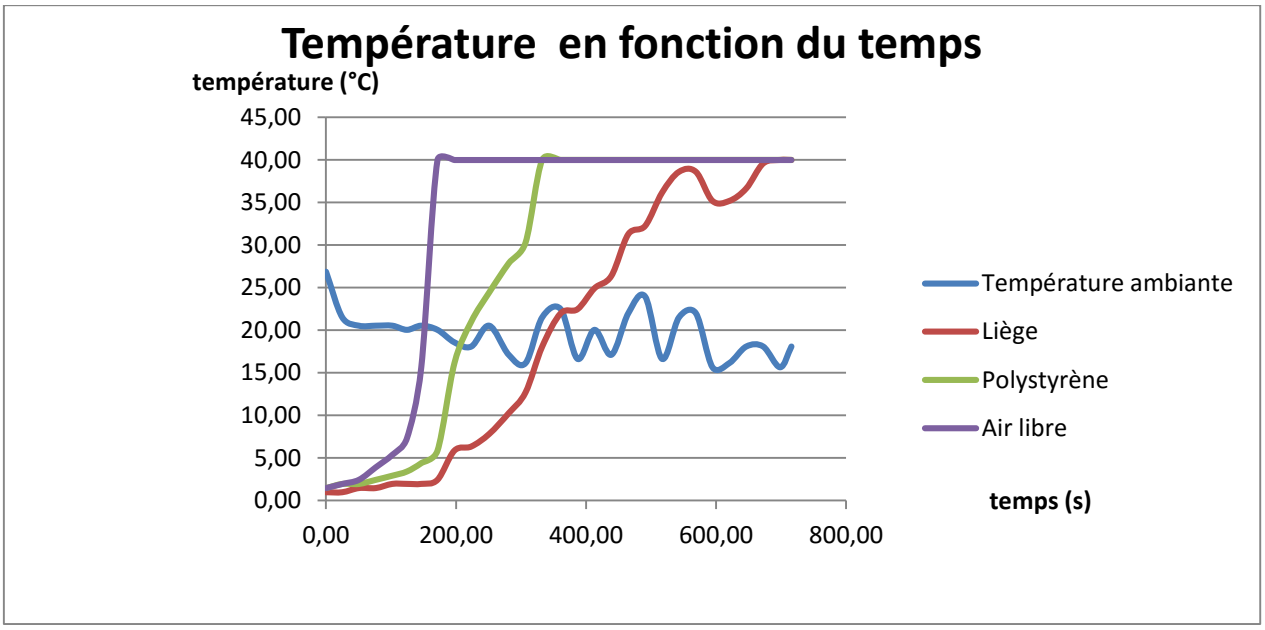
❖ Le code que nous avons écrit : (En « bleu » quelques explications)

Bonjour alors ici on a le code et les « // » indiquent le début du commentaire :

```
const int LM35=A0;      // Création des quatre capteurs
const int LM351=A1;
const int LM352=A2;
const int LM353=A3;
int tempMax=40;         // Variable limitant la température Maximale à 40
int tempMin=-30;        // Variable limitant la température Minimale à -30
void setup()
{
  Serial.begin(9600);      //Définition de la vitesse du signal
}
void loop()
{
float temp;                //Création des variables indiquant la température
float temp1;
float temp2;
float temp3;
temp=analogRead(LM35)*5./1023*100;      //Définition de lecture et conversion en degrés Celsius
```

```
    temp1=analogRead(LM351)*5./1023*100;
    temp2=analogRead(LM352)*5./1023*100;
    temp3=analogRead(LM353)*5./1023*100;
    if(temp < tempMin) { temp = tempMin ; }          //Si la température dépasse -30 alors elle vaudra -30
    if(temp>tempMax){temp=tempMax;}                  //Si elle dépasse 40 alors elle vaudra 40

    if(temp1<tempMin){temp1=tempMin;}
    if(temp1>tempMax){temp1=tempMax;}

    if(temp2<tempMin){temp2=tempMin;}
    if(temp2>tempMax){temp2=tempMax;}

    if(temp3<tempMin){temp3=tempMin;}
    if(temp3>tempMax){temp3=tempMax;}

    Serial.print(temp);        //Affichage graphique  ou numérique des mesures
    Serial.print(',');
    Serial.print(temp1);
    Serial.print(',');
    Serial.print(temp2);
    Serial.print(',');
    Serial.print(temp3);
    Serial.println();


    /*Serial.print("Temperature en degres Celsius du capteur 1 :  ");
    Serial.println(temp);
    Serial.print("Temperature en degres Celsius du capteur 2 :  ");
    Serial.println(temp1);
    Serial.print("Temperature en degres Celsius du capteur 3 :  ");
    Serial.println(temp2);
    Serial.print("Temperature en degres Celsius du capteur 4 :  ");
    Serial.println(temp3);*/
delay(5000);//Définition du temps d'attente entre chaque prise ici 5 secondes

}
```

➢ Voici nos premiers résultats :



Nous nous attendions à ce que le système le mieux isolé évolue le plus lentement vers la température ambiante…

Quelques surprises…

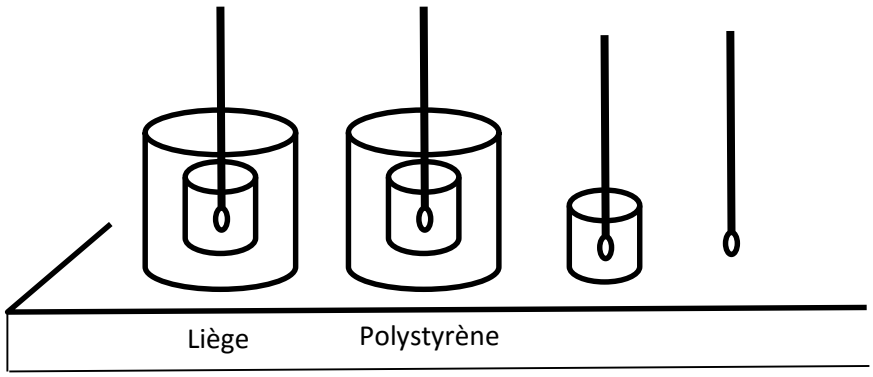
➢ Lors des premiers tests nous avons parfois observé l'affichage de valeurs fantaisistes (90°C par exemple)… nous avons décidé de modifier le code afin de faire afficher la valeur maximale de 40°C.

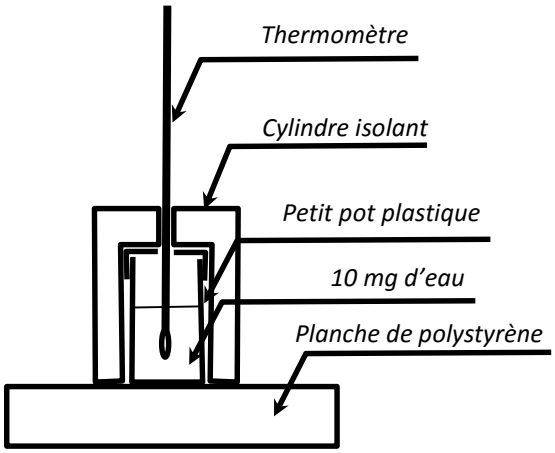
➢ Quelle surprise d'observer les températures, dans les flacons, dépasser la valeur de la température ambiante ! Notre capteur serait-il une source de chaleur ?

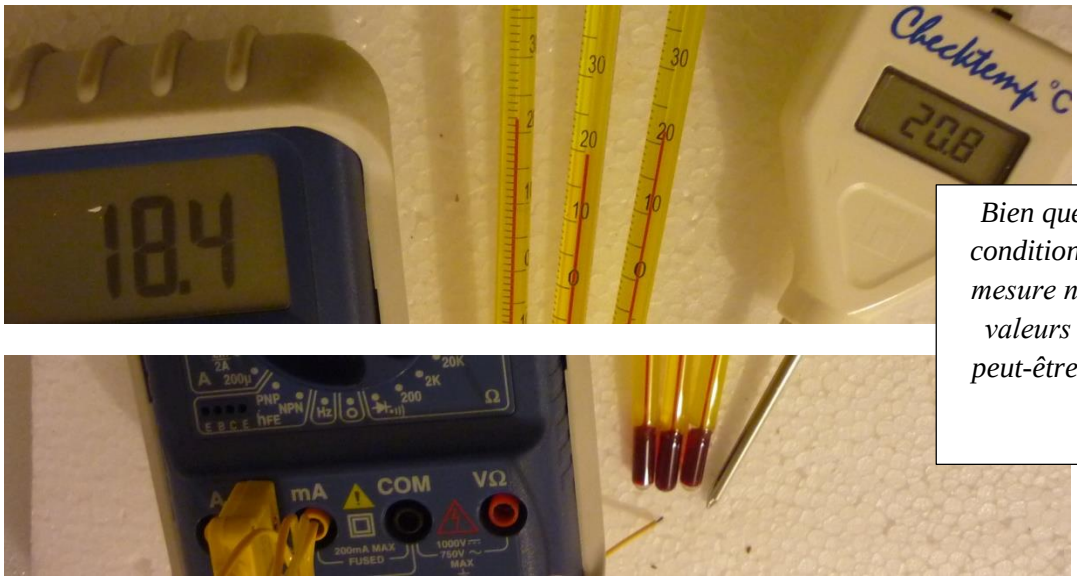
➢ Nous savons que tant que la glace et l'eau sont présentes, la température du système devrait théoriquement être égale à 0°C… Lorsque j'ouvre les flacons, alors que je pensais l'expérience terminée, je trouve encore de la glace ! Avec une température indiquée de 40°C !

❖ <u>Conclusion</u> : Il nous faut réaliser une nouvelle expérience… Avec de simples thermomètres à alcool ? Et un chronomètre ? C'est le système le mieux isolé qui mettra le plus de temps pour atteindre la valeur de la température extérieure. Le palier « eau /glace » de la courbe température en fonction du temps devrait être plus long pour le système le mieux isolé.

❖ à vos thermomètres… Top chrono !







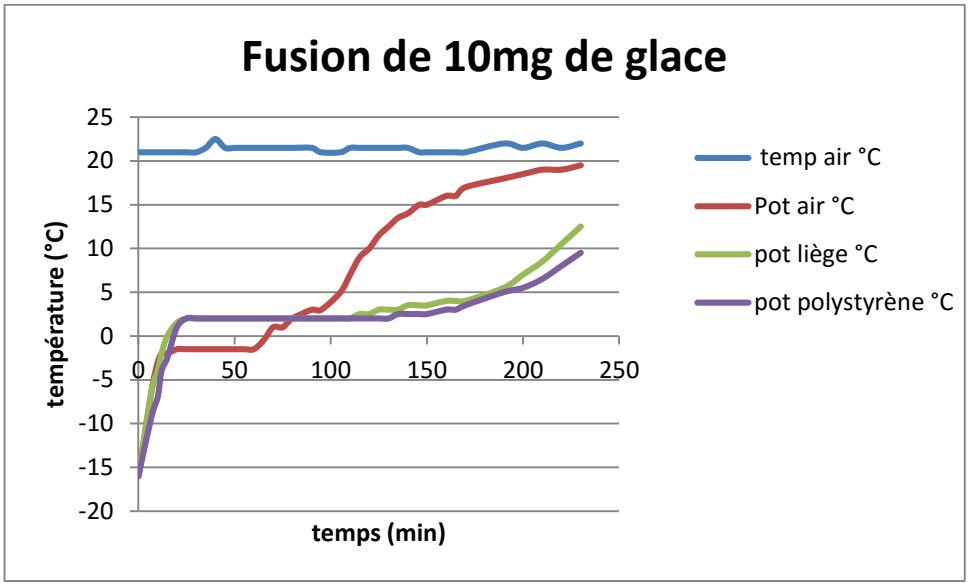
Bien que placés dans les mêmes conditions, ces trois dispositifs de mesure n'affichent pas les mêmes valeurs de température… C'est peut-être un problème pour notre expérience…

Nos trois petits pots de plastique contiennent chacun 10 mg de glace. Un quatrième thermomètre nous permet d'observer l'évolution de la température ambiante. Les petits pots ont été abandonnés la veille dans le congélateur de la cantine à -18°C avec leur thermomètre à alcool, ainsi les thermomètres seront figés dans la glace. Deux petits pots sont rapidement placés dans leur boite isolante, le troisième est placé à l'air libre. L'ensemble étant placé sur une planche de polystyrène. La température de la glace augmente relativement rapidement. Romain surveille le chronomètre et nous impose de reporter les températures toutes les 30s…

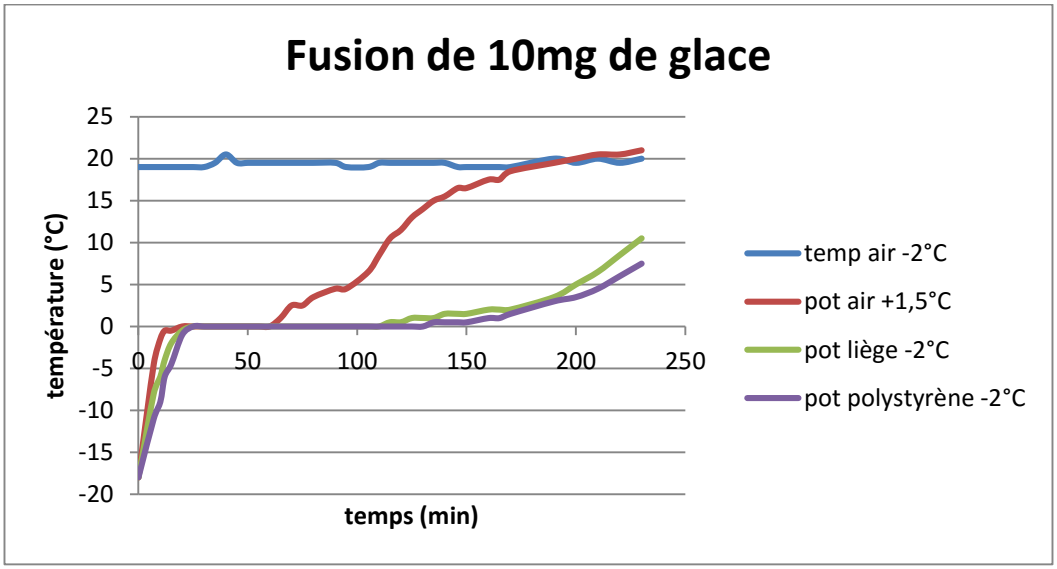
Jean-Philippe observe le thermomètre du pot non isolé, Mika celui du pot dans la boite de liège, Léa celui du pot dans la boite de polystyrène. Léo s'occupe du thermomètre « température ambiante ».

Nous observons des paliers de température, nos thermomètres indiquent des valeurs différentes de la valeur théorique de 0°C. Ces thermomètres ne sont donc pas correctement étalonnés ! La fonte de la glace dans le petit pot le moins isolé semble interminable ! Le thermomètre n'est-il pas cassé ? Il n'a peut-être pas résisté au moins 18 degrés du congélateur ? Après une demi-heure on ne peut s'empêcher de vérifier, le bouchon est ouvert… Il y a encore de la glace ! Il est donc normal d'observer le palier de température… L'observation reprend. Je n'ai jamais vu un glaçon fondre aussi lentement ! Nous réalisons que ce mercredi après-midi, nous sommes seuls dans le collège et que les chauffages électriques ont été coupés pour des raisons d'économie ! Un petit chauffage d'appoint maintien difficilement la température à 20°C. « Quelle idée d'étudier la fonte de la glace en hiver ! » « Moi, je dois partir, j'ai rendez-vous pour ma leçon de solfège ! » « Aller les enfants, le collège ferme ! Faut y aller ! » « Moi, après 3h et 50min d'observation, je ne verrai plus jamais un thermomètre de la même façon ! » « Moi, je n'habite pas trop loin, je peux tout emporter et continuer à la maison ! » « Mika ! Tu dois absolument mettre au point ton dispositif électronique, cela sera plus facile de réaliser les observations ! »

« Nous pouvons nous arrêter là ! Les informations recueillies devraient nous permettre de conclure ! »



Nous pouvons observer que le thermomètre qui permet la mesure de l'eau du petit pot non isolé sous-estime la température de 1,5°C alors que les thermomètres des boites isolantes la surestiment de 2°C. Il est possible d'afficher des courbes « corrigées » !



En conclusion, l'évolution de la température dans la boite de polystyrène est légèrement plus lente que dans la boite de liège. Nous pouvons mesurer sur le graphique, les durées des paliers de température eau liquide/glace. Palier pot non isolé : 40 minutes / Palier pot liège : 90 minutes / Palier pot polystyrène : 110 minutes. Notre expérience semble donc confirmer que le polystyrène est un isolant un peu plus performant. Cependant cette différence n'est pas trop marquée… Cette expérience est relativement longue si la température extérieure n'est pas très élevée. Cela nous encourage à mettre au point notre dispositif électronique afin de réaliser automatiquement les mesures.

Conclusion :

Même si le liège expansé est un peu moins isolant que le polystyrène expansé, ses qualités en font un très bon matériau pour l'isolation. Imputrescible, sa durée de vie est illimitée, utilisé pour isoler les murs de la maison, le carbone qu'il contient y sera fixé pour très longtemps. « L'énergie grise » associée à la fabrication des panneaux isolants peut-être minimisée en fabriquant ces panneaux non loin des zones d'exploitation. Mais c'est surtout parce que cette isolation est performante qu'elle vous permettra de faire de grandes économies d'énergie et de limiter les rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Ainsi la culture du chêne liège, l'exploitation de la subéraie, et l'utilisation du liège pour l'isolation contribue non seulement à préserver les paysages, à préserver la biodiversité mais aussi à améliorer notre bilan carbone. Merci Pachyderme végétal !

Un grand merci à tous nos partenaires qui nous ont accompagnés dans nos recherches !

« Malin le Pachyderme ! » Le résumé

L'écoute d'une chronique diffusée sur les ondes de la radio RCFM a éveillé notre curiosité ! « Le chêne liège capterait trois fois plus de carbone qu'une autre essence ! L'écorce très épaisse de ce pachyderme végétal peut être utilisée pour l'isolation thermique des habitations ! » Le chêne liège semble être un arbre formidable ! Est-il possible de vérifier ces affirmations ? **La culture du chêne liège pourrait-elle contribuer à améliorer notre bilan carbone ?**

Un entrepreneur « liégeur », nous a vanté les qualités du panneau de liège expansé. L'aide que nous avons sollicitée au sein des structures INRA San Giuliano et du Laboratoire UMR CNRS SPE 6134 Université de Corse, nous a permis de nous familiariser avec la notion d'efficacité photosynthétique et de comparer les structures de matériaux isolants. Le FABLAB de Corté et le P@M de Paese Novu, nous ont apporté un appui à la mise en œuvre d'une expérience permettant de comparer les qualités isolantes du liège et du polystyrène.