



L' « isotextile »

La solution de demain pour l'isolation des bâtiments



Projet réalisé par la classe de 2nde Sciences et laboratoire du lycée JEAN AICARD – HYERES (83)

PARTENAIRES ASSOCIES AU PROJET



**ACADÉMIE
DE NICE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



SOMMAIRE :

- Qui sommes-nous ?
- Introduction
- Éléments déclencheurs
- Problématique
- Les textiles
- La conductivité thermique des textiles
- La résistance thermique des textiles
- Expérimentations
- Intervention dans un collège
- Conclusion

Qui sommes-nous ?

Nous représentons l'option « Sciences et Laboratoire » du Lycée Jean Aicard à Hyères.

Celle-ci est composée de 11 élèves dont 8 filles et 3 garçons, tous scolarisés en classe de seconde.

Avec la bienveillance et le soutien de nos deux professeurs : Madame VITRY, enseignant les Sciences de la Vie et de la Terre, et Monsieur PERRACHE enseignant la Physique Chimie, nous avons pu réaliser ce projet que nous allons vous partager, et dont nous sommes si fiers.

Introduction

Le textile peut avoir une deuxième vie. Il est évidemment possible de donner ses vieux vêtements à des associations. Mais si ces derniers sont trop abîmés pour être portés, il est toutefois envisageable de les recycler. Ces vieux textiles peuvent-ils servir à l'isolation des bâtiments ?



Éléments déclencheurs

Sachant que le secteur textile est la 3ème plus grande source de dégradation de l'eau et est responsable de 10 % des émissions mondiales de CO₂, la Commission européenne a présenté en mars 2022 une nouvelle stratégie visant à rendre les textiles plus durables, réparables, réutilisables et recyclables, à lutter contre la fast fashion et à stimuler l'innovation dans le secteur. Notre projet s'inscrit complètement dans ce cadre.

Lien vers le « **RAPPORT** sur une stratégie de l'Union européenne pour des textiles durables et circulaires » :

https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2023-0176_FR.html

Éléments déclencheurs

L'idée de tenter d'utiliser le recyclage des textiles pour créer des isolants thermiques est venue de deux observations :

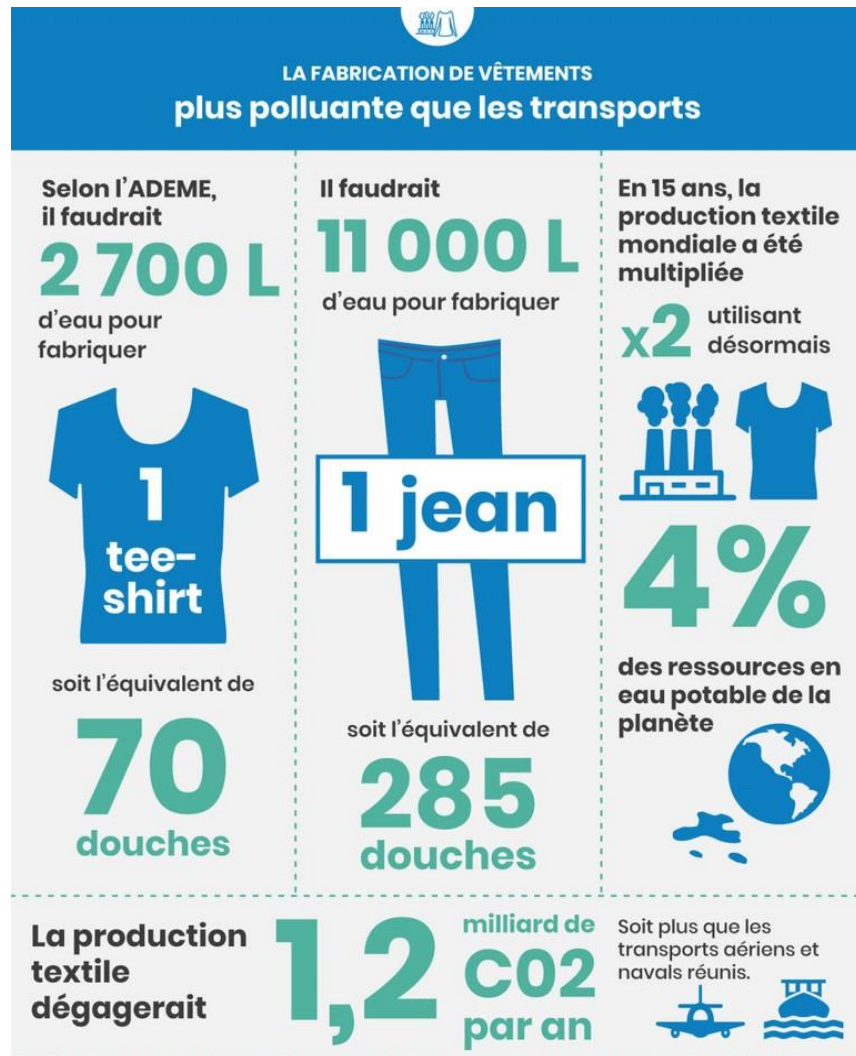
- Si 3,7 kg de textiles ont été collectés par personne en 2019, 7,7 kg par personne ont été jetés de leur côté dans la poubelle noire. Cela représente autant de matières brûlées en incinérateur ou enfouies en décharge et à l'origine de pollutions importantes, au lieu d'avoir été réemployées ou partiellement récupérées via des processus de recyclage.



- L'isolation des bâtiments est primordiale pour minimiser la consommation d'énergie liée au chauffage ou à la climatisation. De plus, la location des logements dits « passoires énergétiques » sont désormais interdits.



Éléments déclencheurs



Démarches administratives
 Point d'information administrative des administrations

IMPACTS DE L'INDUSTRIE TEXTILE



Problématique

Est-il possible d'utiliser des vieux vêtements inutilisables pour fabriquer un matériau ayant une bonne isolation thermique afin de l'utiliser dans l'isolation des bâtiments ?



Les textiles



Les textiles

Les textiles sont composés de diverses matières, qui peuvent être classées en deux grandes catégories : les fibres naturelles et les fibres chimiques. Voici un aperçu des différentes matières utilisées dans les textiles :

Fibres Naturelles :

- Végétales / Cellulosiques : Provenant des tiges (lin, jute, chanvre, genêt, kénaf, ortie), des feuilles (ananas, sisal, gucca, manille, raphia), des graines (coton, coton biologique, kapok) ou des fruits (noix de coco).
- Animales / Protéiques : Provenant des poils de mouton (laine), chèvre (cachemire, mohair), chameau, alpaga, lapin (angora), vigogne, chien; ou provenant des sécrétions d'insecte (soie, soie d'araignée, soie d'acarien).
- Minérales / Inorganiques / Silicatées (amiante, métaux et fils métalliques, ...)

Fibres Chimiques :

Artificielles : Cellulosiques (issues de la transformation chimique de substances naturelles, généralement de la cellulose), protéiniques (issues de la transformation chimique de protéines) ou élastodiènes (fibres élastiques comme le spandex).

Synthétiques : :Fabriquées à partir de polymères organiques et inorganiques, comme le polyester, le nylon, l'acrylique

Ces matières peuvent être utilisées seules ou combinées pour obtenir des propriétés spécifiques dans le textile fini.

Les textiles

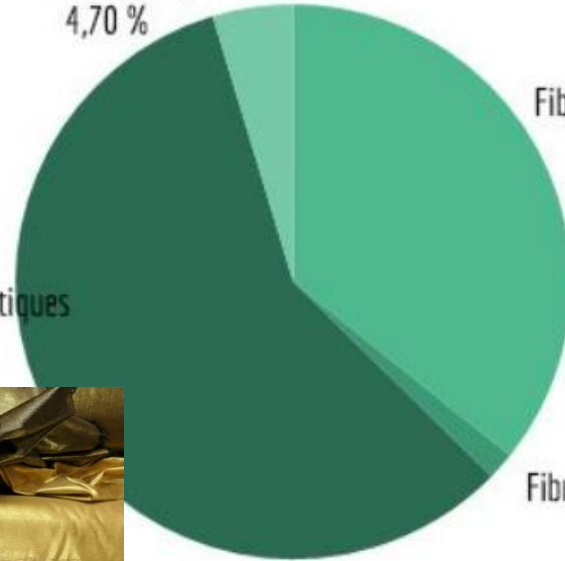


Fibres chimiques artificielles
4,70 %



Fibres naturelles végétales
35,70 %

Fibres chimiques synthétiques
57,90 %



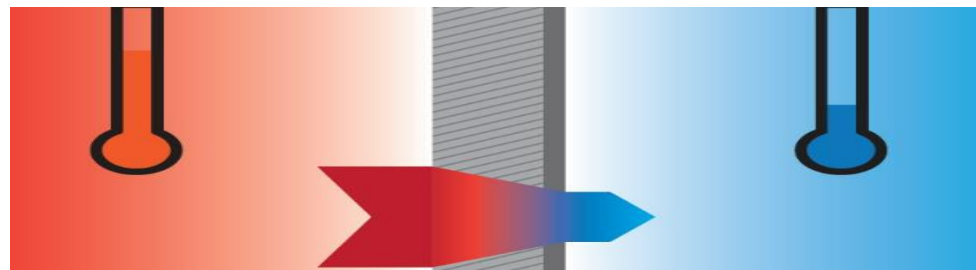
Fibres naturelles animales
1,60 %

La conductivité thermique des textiles

La **conductivité thermique** est une propriété importante des textiles, surtout dans les applications industrielles où la gestion de la température est cruciale. Elle mesure la capacité d'un matériau à transférer la chaleur. En termes simples, si vous tenez une barre de métal chauffée à une extrémité, la vitesse à laquelle la chaleur atteint votre main est déterminée par la conductivité thermique du métal.

Dans le domaine des textiles, les matériaux sont choisis en fonction de leur capacité à isoler ou à dissiper la chaleur. Par exemple, les textiles en fibre de verre haute température offrent une bonne résistance à la chaleur et une conductivité thermique modérée, ce qui les rend utiles pour des applications comme les rideaux de protection contre le feu ou l'isolation thermique.

La conductivité thermique est souvent exprimée par la lettre grecque λ (lambda) et se définit comme la quantité de chaleur (en Watts) qui passe à travers un matériau d'une épaisseur donnée, dans un temps déterminé sous un gradient de température stable. Un matériau avec une faible conductivité thermique est considéré comme un bon isolant, tandis qu'un matériau avec une haute conductivité thermique est un bon conducteur de chaleur.



La conductivité thermique des textiles

Les tissus et fibres recyclés disposant de propriétés thermiques variées. La conductivité thermique du textile varie en général de **0,039 W/m.K** à **0,042 W/m.K**.

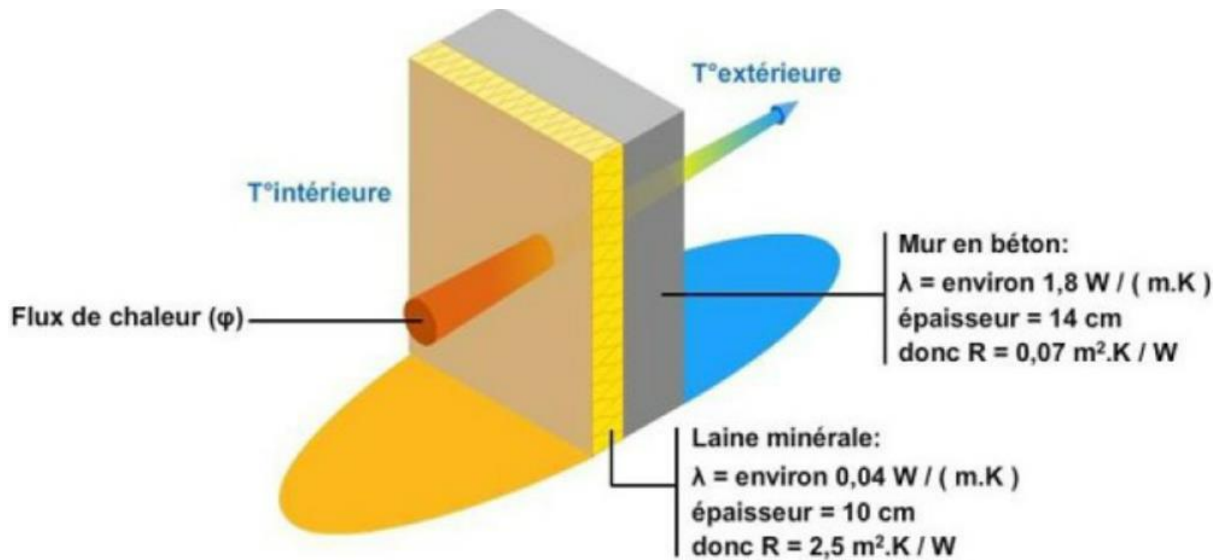
Principaux isolants actuels	Conductivité thermique lambda (λ) en W/m.k
Laine de roche	0,032 à 0,040
Laine de verre	0,030 à 0,040
Verre cellulaire	0,042 à 0,050
Liège	0,038 à 0,040
Textiles recyclés	0,039 à 0,042
Laine de coton	0,039 à 0,042
Ouate de cellulose	0,038 à 0,040
Laine de lin	0,037 à 0,041
Laine de mouton	0,039 à 0,042
Fibre de bois	0,036 à 0,060
Polyuréthane	0,021 à 0,028
Plumes de canard	0,040 à 0,042
Polystyrène (PSE)	0,030 à 0,038
Polystyrène XPS	0,029 à 0,035

La résistance thermique des textiles

La résistance thermique R_{th} d'un matériau dépend de sa conductivité thermique λ , de sa surface S et de son épaisseur e :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$$

Unités : $K \cdot W^{-1}$ (résultat), $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ (λ), m (e), m^2 (S)



Remarque :

La résistance thermique d'une cloison réalisée de plusieurs parois est la somme des résistances thermique de chaque paroi.

La résistance thermique des textiles

Épaisseur de l'isolant en fonction du textile :

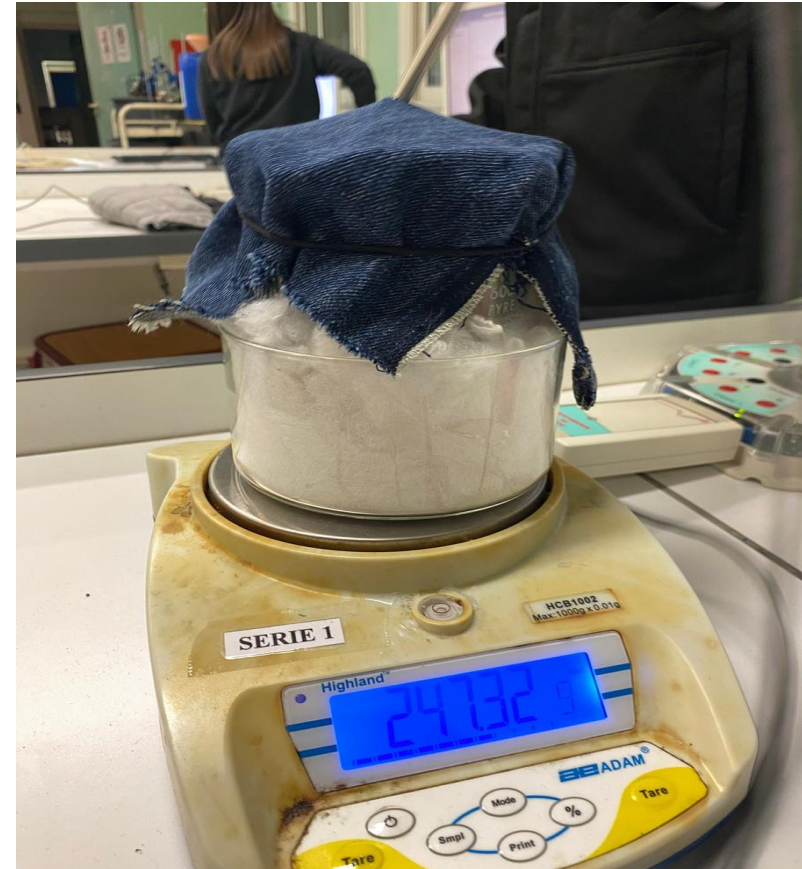
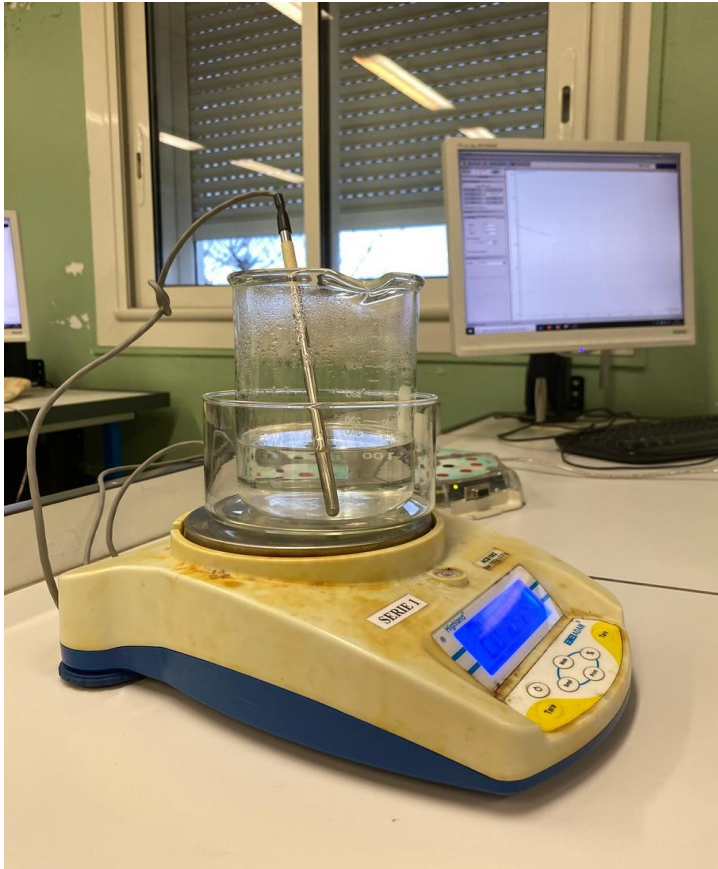
Une épaisseur élevée offre une haute résistance thermique. Pour l'isolation intérieure d'un mur, l'épaisseur idéale d'un matériau se situe généralement entre 12 cm et 18 cm. L'épaisseur est étroitement associée à la résistance thermique R_{th} de l'isolant. Plus sa valeur est élevée, plus le matériau est performant. De même, plus le matériau est épais, plus R_{th} est important.

L'efficacité de l'isolant résulte de la conductivité thermique (λ). Plus cette dernière est élevée, plus le matériau choisi sera isolant et in fine, plus l'isolation du foyer sera élevée.

Matériau isolant	Épaisseur pour $R = 3,75 \text{ m}^2.K/W$ (efficacité moyenne)	Épaisseur pour $R = 5 \text{ m}^2.K/W$ (efficacité élevée)
Laine de verre	120 mm	160 mm
Laine de roche	125 mm	160 mm
Laine de bois	140 mm	180 mm
Coton recyclé	150 mm	200 mm
Chanvre	150 mm	200 mm
Ouate de cellulose	150 mm	200 mm
Liège	150 mm	200 mm
Laine de mouton	140 mm	190 mm

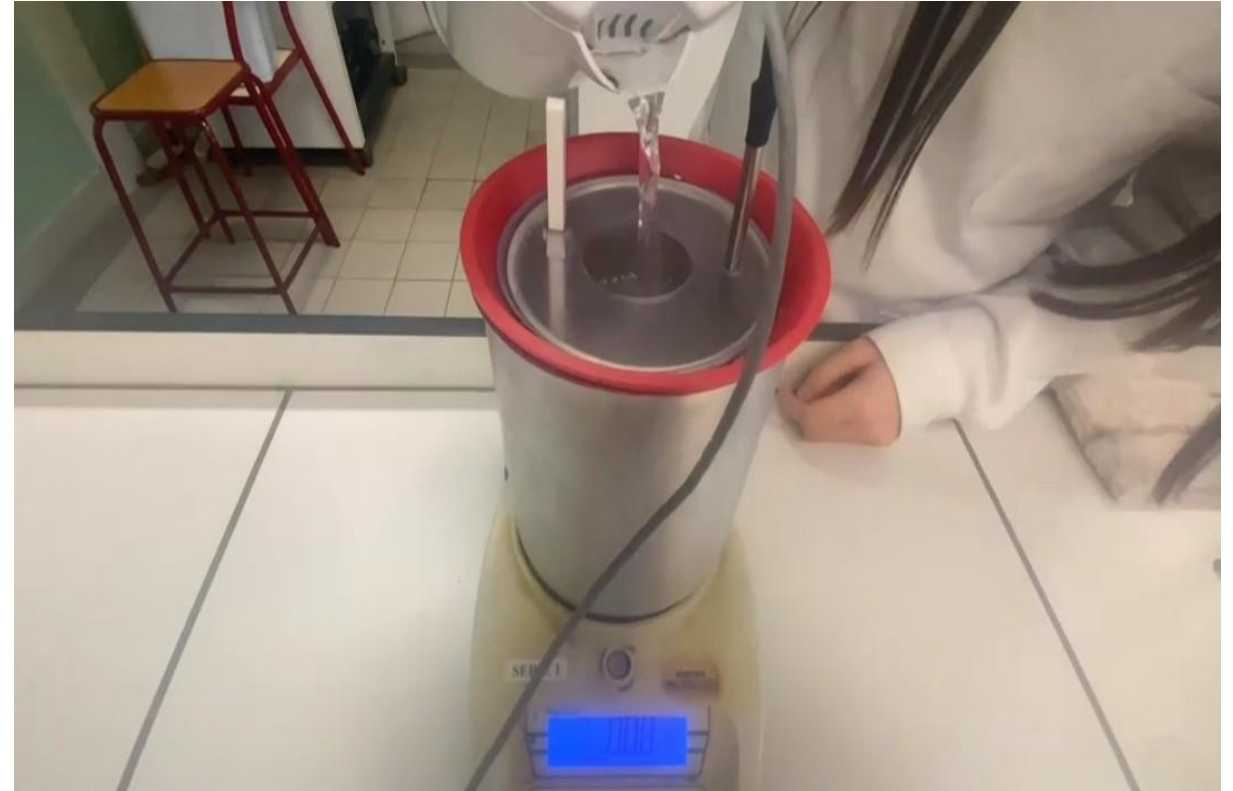
Expérimentations

Vérification de la capacité du textile à bien isoler :



Expérimentations

Vérification de la capacité du textile à bien isoler :



Expérimentations

Vérification de la capacité du textile à bien isoler :

A l'aide d'une sonde thermométrique, et du logiciel Latis Pro, nous avons effectué plusieurs acquisitions temporelles pour suivre l'évolution de la température d'une certaine masse d'eau placée dans un calorimètre dont les parois peuvent être remplis de différentes matières isolantes.

Nous avons obtenu différentes courbes qui montrent la plus ou moins grande capacité à isoler des textiles utilisés.

D'après la loi phénoménologique de Newton, la courbe représentant l'évolution de la température de l'eau au cours du temps peut être modélisé par une fonction exponentielle décroissante du type :

$$T(t) = (T_0 - T_1)e^{-kt} + T_1$$

T_0 étant la température ambiante et T_1 la température initiale de l'eau.

La variation de la courbe dépend du facteur k : moins la courbe décroît vite, mieux le textile placé dans la paroi du calorimètre est isolant.

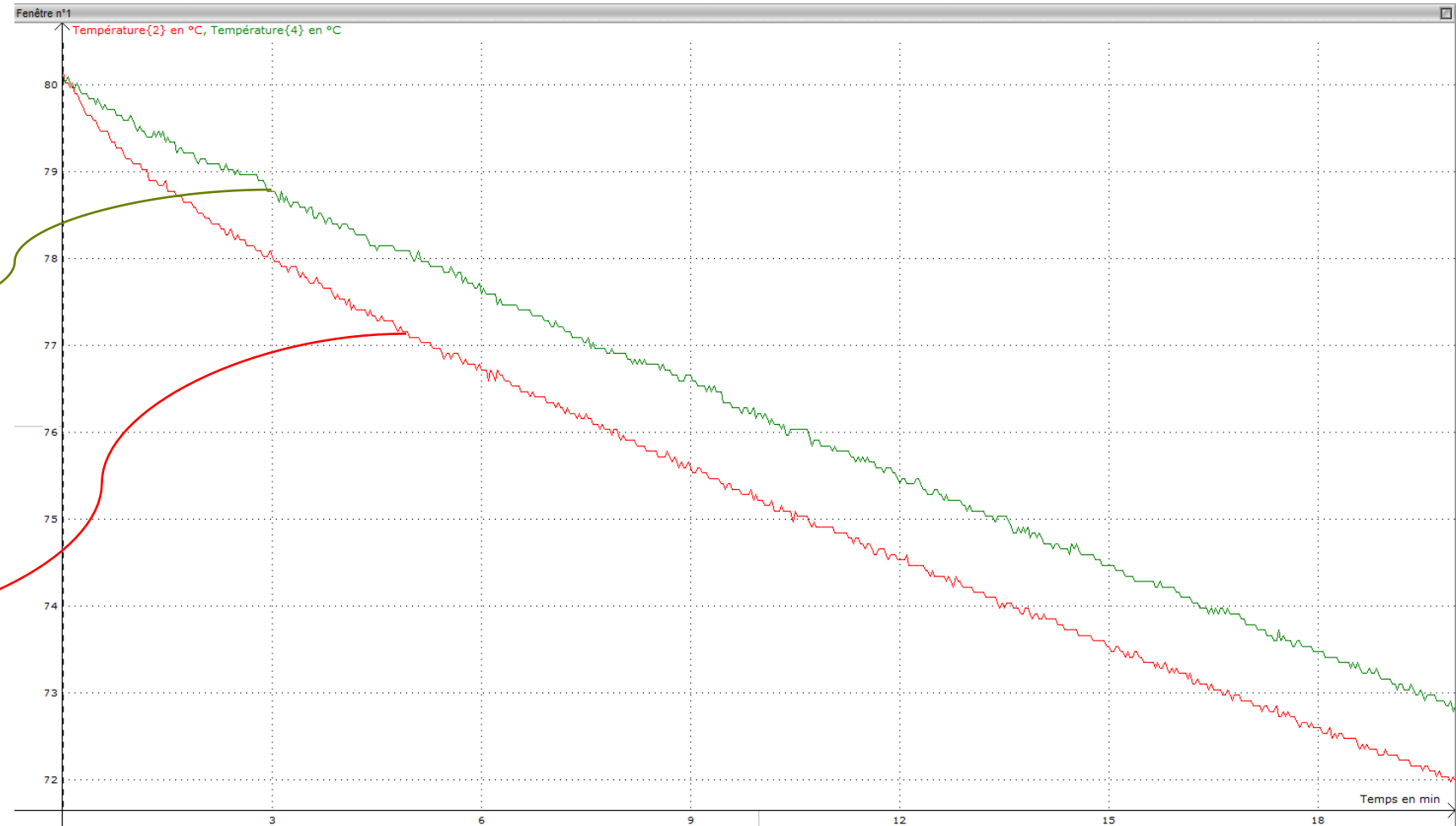
Expérimentations

Vérification de la capacité du textile à bien isoler :

Exemple de courbes obtenues :

Avec isolant en
coton (Denim)

Sans isolant (air)



Expérimentations

Réalisation d'une maquette « panneau isolant »:

Pour créer ce panneau isolant, nous avons dû découper de vieux vêtements inutilisables, et préparer une colle. Nous souhaitons réaliser une colle « verte » c'est-à-dire biodégradable et utilisant des ingrédients naturels (farine, sucre et eau) :



Expérimentations

Réalisation d'une maquette « panneau isolant »:

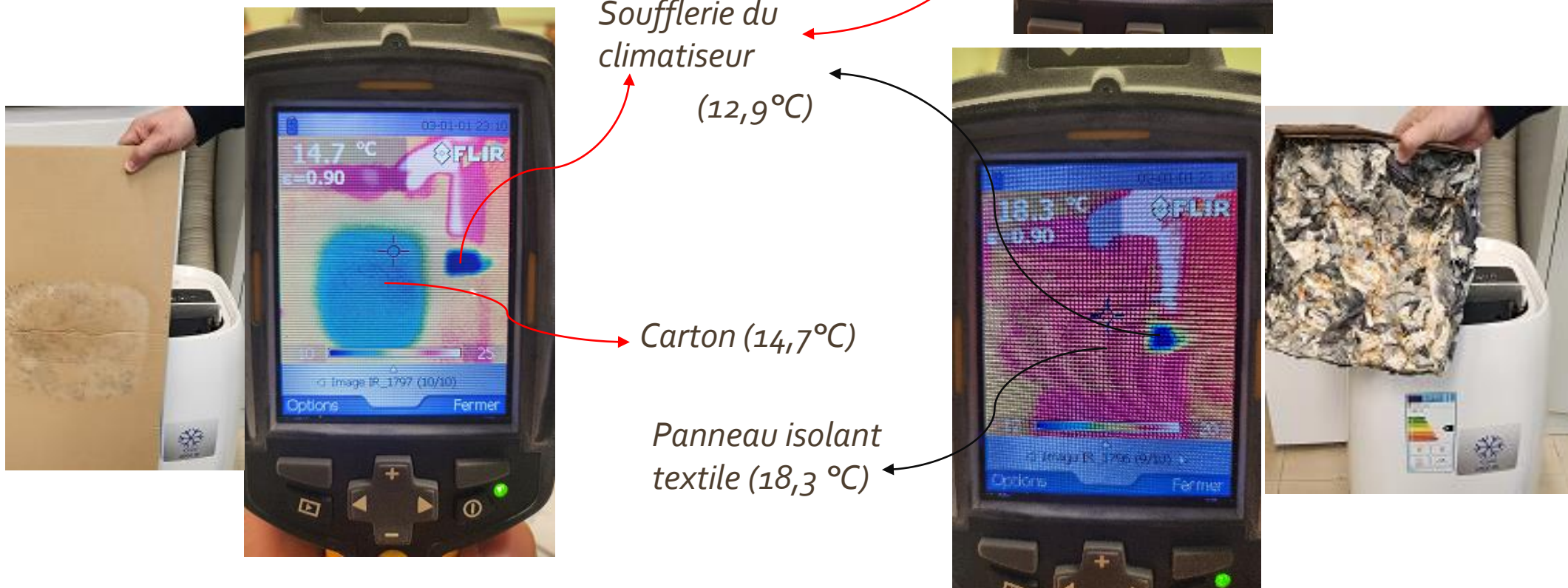
Voici à quoi ressemble la maquette finale :



Expérimentations

Réalisation d'une maquette « panneau isolant »:

A l'aide d'une caméra thermique infrarouge, nous avons testé l'efficacité de notre maquette placée devant un climatiseur, ou un chauffage.



Intervention dans un collège

Avec la participation de M. Douheret, professeur de SVT au collège Marcel Rivière (Hyères), que nous remercions, nous avons eu la chance de pouvoir effectuer une intervention au sein d'une classe de sixième, dans l'optique de leur montrer notre projet, et de sensibiliser les élèves dès le plus jeune âge à l'impact de l'industrie textile dans le monde, et plus particulièrement sur le bassin Méditerranéen.

À l'issue de celle-ci, une collecte de vêtements usagés et non réutilisables sera effectuée dans tout le collège afin de nous aider à la réalisation de notre projet.



Intervention dans un collège



Conclusion

Après les constats alarmants concernant l'extrême pollution liée au déchets textiles, nous avons donc travaillé à trouver des solutions pour un meilleur recyclage des vêtements.

Nous nous sommes rendu compte que l'isolation textile commençait seulement à être mis en place dans notre pays, quelques entreprises proposent ce genre de solution mais il reste à accélérer pour généraliser ce genre d'action.

Il nous reste deux objectifs pour poursuivre ce projet :

- Trouver des améliorations sur le plan technique pour fabriquer des panneaux isolants en textiles (colles, traitements fongicides et ignifuges,...)
- Trouver des entreprises locales susceptibles de fabriquer de tels panneaux en récoltant beaucoup plus de textiles non réutilisables (nous avons contacter la Croix Rouge de Hyères pour établir un premier partenariat et évaluer la quantité de vêtements récupérables).

Conclusion

Enfin, ce projet nous a permis d'ouvrir les yeux sur les enjeux liés au développement durable. Les déchets textiles ne sont bien sûr pas les seuls polluants et ce genre de projet devrait être démultiplié pour commencer à résoudre les problèmes environnementaux liés à l'activité humaine.

