

Introduction

Mon travail consistait à trouver le matériau approprié pour optimiser l'effet de serre. Le matériau trouvé devant à la fois permettre d'obtenir une haute température par effet de serre et servir de matériau d'entoilage pour l'aile de l'avion paradisea. Mon travail s'est décomposé en plusieurs parties. J'ai tout d'abord fait quelques recherches sur l'effet de serre et sur le rayonnement solaire. J'ai ensuite cherché les caractéristiques des deux films échantillons de teflon et tezel. Puis j'ai établi un cahier des charges du film, en prenant en compte ses finalités. Je devais ensuite trouver le matériau adéquat. Le manque de banque de donnée m'a handicapé dans mon travail. J'ai donc procédé de manière inverse. Après avoir limité mon champs de recherche, j'ai essayé de trouver le plus de matériaux possible, afin de comparer leurs caractéristiques à mon cahier des charges.

1. Théorie

Le spectre Solaire

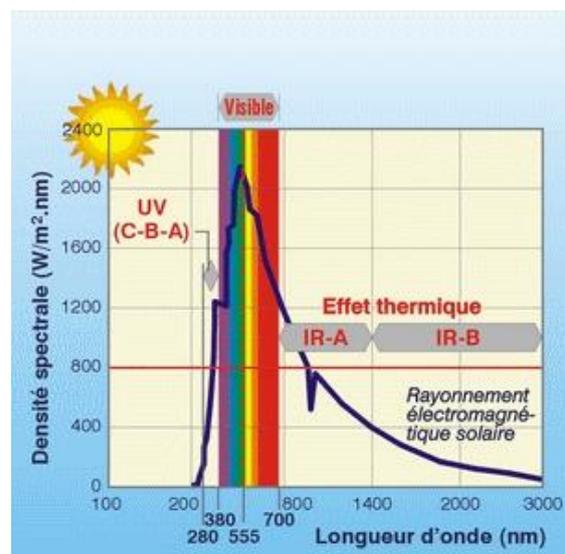
Le spectre solaire est constitué de deux spectres, continu et discret. Le spectre continu (il ne dépend que de la température d'émission) correspond au rayonnement d'un corps noir. Le spectre discret présente des raies caractéristiques des éléments présents dans le soleil.

Le spectre solaire se divise en 3 parties:

Le domaine des Ultra-violets (UV): entre 200 et 400 nm. C'est la partie du rayonnement la plus énergétique. Les UV peuvent être nocifs pour les composés organiques (polymères..) et les êtres vivants. (Ils coupent les liaisons moléculaires). Ils représentent environ 5 % de l'énergie du soleil qui arrive sur terre

Le domaine du visible

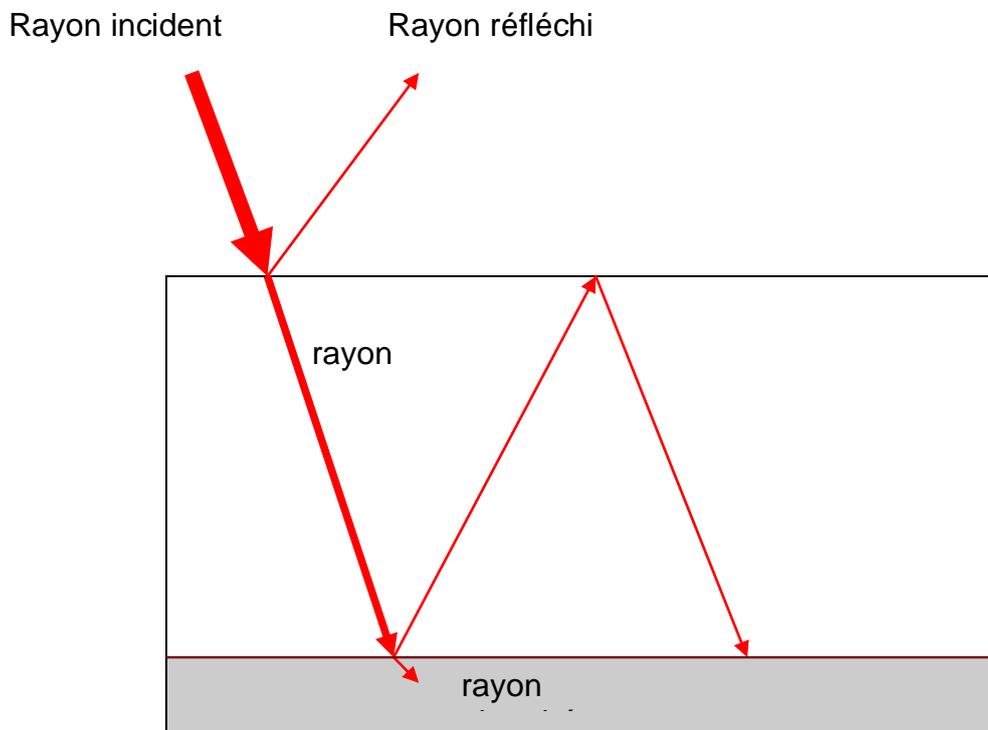
Le domaine des Infrarouges (IR). La fréquence des IR correspond au domaine de fréquence de vibration des molécules. Le mouvement des molécules induit une



élévation de la température. Les IR chauffent donc la matière.

L'effet de serre

Lorsque le rayonnement solaire atteint une surface, une partie de ce rayonnement est absorbé, l'autre partie est réfléchi. La partie du rayonnement absorbée sera réémise sous forme d'infra-rouge.



2. Cahier des charges

Pour des raisons évidentes de poids et de transparence, les métaux, les céramiques et le verre ont été écartés de cette étude. Notre réflexion portera donc uniquement sur les polymères. La majorité des matériaux cristallins étant généralement opaques, nous nous limiterons dans un premier temps aux polymères amorphes.

1. comportement face aux différents rayonnement

Toute la gamme de fréquence arrive sur notre film. Dans le cas d'un film polymère, celui ci doit être résistant aux UV.

2. Transmittance

Le film utilisé doit laisser passer un maximum du rayonnement, visible ou non, avec une préférence pour le domaine infra-rouge

3. Résistance à l'eau, résistance chimique

Des réactions de condensation peuvent se produire et peuvent être susceptible de détériorer le matériau

4. Température d'utilisation

Le module seebeck doit atteindre un delta T minimum de 150 °C. La face froide du seebeck sera à une température de 20 °C. La face chaude devra donc être à une température de 170°C MINIMALE

5. durée de vie et dégradation

Les polymères sont particulièrement sensible à la dégradation, qui peut changer leurs propriétés mécaniques, optiques ou chimiques. (-> perte de la transparence, perte d'élasticité..)

- Par hydrolyse (réaction avec l'eau). Sont particulièrement concernés les polyamides, polyesters, polycarbonates, polyuréthane.
- Par Photo oxydation (réaction due au soleil). Sont particulièrement concernés les polymères comportant des groupes cétones et des cycles aromatiques.
- La dégradation radiochimique n'est pas à prendre en compte dans notre cas.

Des stabilisants sont ajoutés aux polymères pour pallier à ces faiblesses. Cependant, au fil du temps, ces stabilisants perdent leurs propriétés (réactions photochimique..)

6. Résistance aux conditions climatique

7. Propriétés mécaniques

Les efforts mécaniques au niveau de l'aile portent essentiellement sur les longerons. Cependant, l'aile est très flexible. Le revêtement doit pouvoir suivre le mouvement de l'aile. Il doit donc être flexible, avoir une bonne élasticité et une bonne résistance à la fatigue.

8. résistance aux colles

9. maniabilité, ductilité (mise en forme)

3. Recherches

- Site de dupont de nemours + lien
- BASF
- Arkema
- Verres organiques

Matériaux étudiés

1. Dupont

Matériau

teflon	oui
tefzel	oui
birox	non
cool2go	non
cyrel	non
fodel	non
coryan	non
sentryglas	non
teonex	non
tectoran	non
mylar (film polyester)	non
melinex (film polyester)	non
Active layer waterproof	non
butacite (PVB)	non

J'ai comparé nos deux films échantillons de Teflon et Tefzel avec les enfants. Expérimentalement, le film permettant la plus grande montée en température est le Tefzel. Cependant, l'expérience a été réalisée une seule fois avec des thermomètres parfois défectueux. Nous ne sommes donc pas certain de sa reproductibilité.

2. Arkéma

Sur le site de Arkéma, je me suis limitée à la section optique.

Rislan	non (trop rigide)
Cristamid	oui

3. Verres organiques, verres polycarbonates

Les verres organiques, de plus en plus utilisés, peuvent présenter un bon compromis. Le plus connu est le CR 39, composé principalement de carbone et d'hydrogène. Son indice de réfraction est relativement proche du verre courant (1,5). Il présente une parfaite transparence (au visible ?), une grande légèreté et une bonne résistance aux chocs.

4. Verres utilisés pour la spectroscopie Infra-Rouge (IR)

La partie du rayonnement solaire apportant le plus de chaleur est située dans les IR. Il faut donc un matériaux préférentiellement transparent dans ce domaine. Demande auxquels répondent les verres utilisés dans la spectroscopie IR. On peut ainsi trouver le ZnSe, le germanium, les halogénures, ou encore les chalcogenides. D'une manière générale, tout les verres comprenant dans leur composition des éléments lourds (exemple : Germanium), voient leur domaine de transparence déplacé vers le domaine IR.

5. Autres pistes de recherche

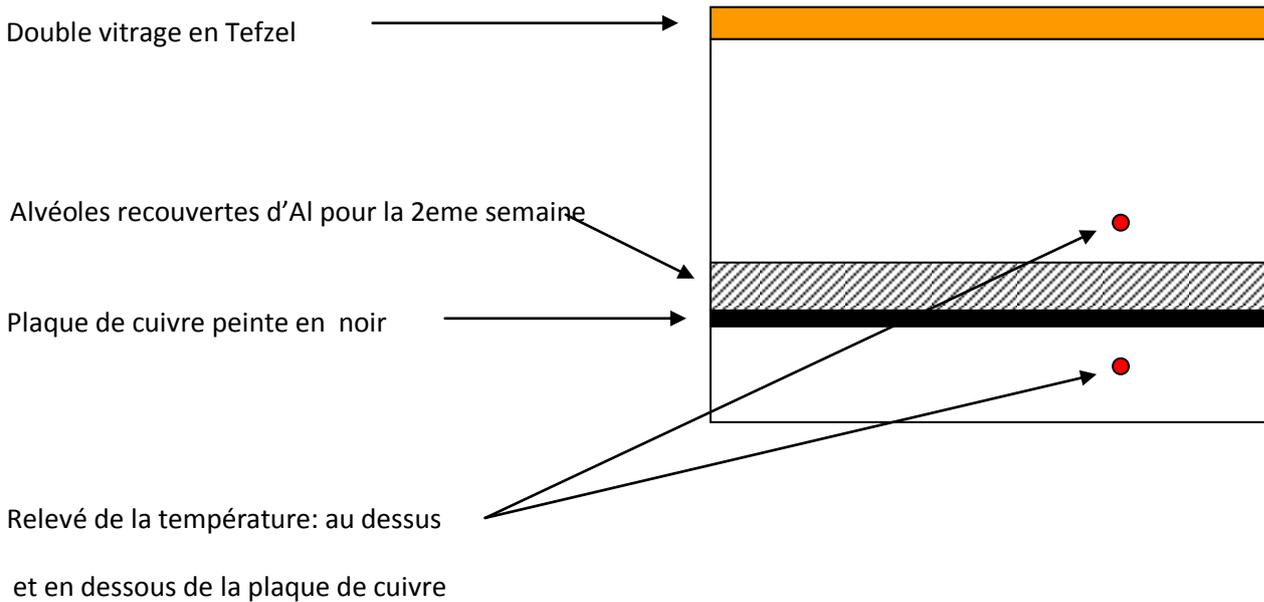
- Matériau avec revêtement (ex : protection UV -> cf lunettes..)
- « double vitrage » avec le gaz qui va bien
- Dopage d'un polymère amorphe avec un élément tel que la transmittance soit déplacée vers le domaine des IR (cf verre au germanium)

4. Travail avec les enfants

J'ai animé la première semaine sur la fin d'un séjour long et un séjour court avec des 10-12 ans sur le thème de l'énergie solaire. Le but de cette semaine était de comparer les deux films échantillons de Tefzel et teflon que nous avons à notre disposition. En activité contact, l'enfant qui commençait le séjour court a construit la barquette seebeck. Pendant ce temps les deux autres ont commencé à réfléchir à une manière de tester ces deux films. Ces réflexions ont abouti à la construction d'un four solaire avec un couvercle constitué d'un double vitrage de film.

La deuxième semaine j'ai animé sur deux camps à la fois. Les moteurs solaires, avec des 7-9 ans et l'énergie du soleil avec des 10-12 ans. Pour les moteurs solaires, la problématique était de comparer la puissance de différents moteurs. Nous n'avons testé qu'un seul moteur (moteur souris). Pour tester la puissance nous avons calculé la vitesse d'un support sur roue mis en mouvement par le moteur (= rouleur fou), on lui ajoutant une charge (poids) de plus en plus importante. Cependant les résultats de cette étude sont peu fiables pour différentes raisons. Tout d'abord pour calculer la vitesse du « rouleur fou », nous avons mesuré le temps qu'il mettait pour rouler sur 2m. La trajectoire n'étant pas parfaitement rectiligne, nos mesures de vitesse ne sont pas exactes. De plus la vitesse du « rouleur fou » dépendait aussi de l'état d'usure de la pile. Et enfin la mesure de la vitesse impliquait un enfant au poste de « responsable des poids », un autre au chronomètre et un autre au départ du « rouleur fou ». J'ai fait tourner les enfants sur ces postes afin d'éviter la lassitude et l'envie. En toute rigueur, il aurait fallu que l'enfant qui s'occupait du thermomètre reste à ce poste.

La problématique du camp « énergie solaire » était de trouver un moyen d'optimiser le four solaire construit la semaine d'avant. A émergé l'idée de remplacer la plaque de cuivre par une multitude de petits pièges à lumière. (réalisé avec des boîtes d'œuf). La pertinence de ces alvéoles n'a pas pu vraiment être vérifiée d'une part parce que pour concentrer les rayons en un point il aurait fallu une surface parfaitement miroir ce que l'on a pas réussi à faire (le maniement de feuille d'aluminium par les enfants demande beaucoup de minutie et est difficile). De plus les thermomètres fonctionnant par à-coup, nous ne savons pas si les températures relevées sont celles mesurées ou pas.



Conclusion et difficultés rencontrées

Mon travail consistait à déterminer LE matériau optimal. N'ayant pas réussi à trouver de banques de données, je me suis basée sur les fiches constructeur. Cependant celles-ci ne donnent pas toujours les informations dont j'ai besoin. Je me suis contentée de mettre de côté les matériaux qui, d'après leurs données constructeur, ne répondaient pas à mes exigences. Les matériaux que j'ai retenus sont seulement ceux qui n'étaient pas écartés, mais cela ne garantit pas leur pertinence .

Annexes

Matériaux du module seebeck

Tevlar:

??

Kapton:

- Poly-imide.
- excellente résistance chimique (pas de solvant organique connu à ce jour).

- grande plage de température (-269°C – 400°C).
- fait par réaction de condensation -> peu présenter une petite sensibilité à l'eau mais pas important dans nos conditions d'utilisation.
- durée de vie: essais fait pour des températures > 300°C, mais à priori bonne dans nos conditions d'utilisation
- excellente résistance aux UV dans le vide, donc à fortiori dans l'air.

Matériaux pour l'effet de serre

Teflon FEP:

- Fluorinated ethylene propylene resine
- Inert
- Absorption solaire : 96%
- Indice de refraction : 1,34
- Masse molaire : 2150 kg/m³

Tezel:

- grande résistance chimique, mais moindre que celle du teflon
- bonne résistance au temps (weather) -> utilisation en extérieur
- + résistant aux rayons gamma que le teflon
- Haute température + O₂ -> détérioration des propriétés physique
- Plage de température d'utilisation: comme le teflon
- Transmittance
- indice de réfraction: ??
- masse volumique: ??

Materiaux (dupont)

SARAN, polyvinylidene chloride (PVDC)

- Résistant à l'humidité
- Résistant à l'oxygène
- Transparent
- $T_f = 200^\circ\text{C}$
- MAUVAISE résistance aux UV

Arkema

Cristamid

- Polyamide amorphe semi-aromatique composé de groupes aliphatiques, semi-aliphatiques et aromatique
- Transparent
- Résistant à la fissuration et aux produits chimiques
- Grande résistance aux chocs, grande dureté et rigidité
- Forte résistance à la chaleur
- Faible densité

Rislan

- Grande transparence
- Léger
- Excellente résistance mécanique et chimique
- Très souple
- Stabilité dimensionnelle