

Bodule Solaire

Marceau Limousin & Virginie Sellet
Les enfants de Kaidara

Abstract

Afin de se familiariser avec la cuisson solaire, nous avons décidé de construire nous même un modèle simple de four solaire et de l'expérimenter. Cet article explique la construction du four et met discute ses performances, moindres que celles envisagées au préalable.

1 Introduction

Une des contraintes principales était d'utiliser uniquement des matériaux de récupération. La seconde était de ne pas passer trop de temps à sa construction, le temps passé à la construction du four étant autant de temps non consacré à la noble recherche en astrophysique !

Le principe est le suivant : un caisson isolé est recouvert de réflecteurs à l'intérieur; une vitre en verre est placée sur le caisson, et à l'extérieur, des réflecteurs complémentaires concentrent un maximum de lumière vers l'intérieur du caisson. La température à l'intérieur de celui-ci va augmenter au fur et à mesure que vient frapper la lumière : c'est l'effet de serre. Au fond du caisson repose une plaque d'inox peinte en noir qui permet de récupérer la chaleur du système et de diffuser au plat de cuisson posé sur cette plaque.

2 récupération des matériaux

Les poubelles destinés aux anciens mobiliers de laboratoire d'astrophysique de l'Observatoire Midi-Pyrénées.

On peut citer les matériaux suivants :

- Cloisons de contre plaqué constituées de deux plaques de contre plaqué avec de la laine de verre entre ces deux plaques
- cartons pour faire les réflecteurs
- Isolant à fenêtre
- Plaque de verre de réfrigérateur
- Plaque en metal qui se trouve derrière un frigo ...
- Milar (feuille recouverte d'une fine couche de métal réfléchissante, et dont les performances sont équivalentes à celles de l'aluminium), récupéré d'un jardin hydroponique d'intérieur + bache en plastique noir et épaisse.

La plaque d'inox m'a été gentilleement offerte par Michel Laye.

3 Usinage

Nous remercions l'atelier et le service technique de l'Observatoire, en particulier Didier pour ses bons conseils et la mise à disposition d'outils (scie, marteau, pince), d'un établi, ainsi que de clous et de silicone. Merci à Philippe pour son aide et ses bons conseils, et à tous les bodules intrigués par cet épisode, notamment Johan Richard pour les photos.

3.1 Découpage et assemblage du caisson

Il a fallu commencer par découper la cloison de contre plaqué et former 5 morceaux : l'un pour la base du caisson, et les autres pour les bords du caisson.

Dimensions :

base :

côtés :

Le contre plaqué a lui même une épaisseur de XXXXX cm. Ces différents éléments sont ensuite cloués entre eux. Pour assurer une meilleure rigidité, on a cloué six fines plaquettes de bois (3 sur chaque face, dimensions environ $26 \times 4.5 \text{ cm}^2$) sur les faces extérieures du caisson, ce qui permet de faire tenir ensemble les côtés de la boîte. Il résulte de ce découpage un volume intérieur dans le caisson égal à : $42 \times 31 \times 26 \text{ cm}^3$

Le découpage ayant été fait à la main, il y avait du jeu entre les différents bouts de contre plaqué une fois ceux-ci assemblés. Cet espace est à combler pour deux raisons : d'une part, il constitue une fuite de chaleur vers l'extérieur du cuiseur, et d'autre part, il peuvent permettre des fuites de la laine de verre contenue dans les bouts de cloison de contre plaqué vers l'intérieur du four, ce qui est à éviter étant donné que la laine de verre est un matériaux volatile et dangereux. On s'est assuré une parfaite étanchéité en comblant les fuites avec de la silicone résistant aux températures envisageables à l'intérieur de ce cuiseur (environ 100 degrés Celcius).

3.2 La plaque de verre

La plaque de verre est posée sur le caisson. Afin d'assurer l'étanchéité de cet interface verre/bords du caisson, et a collé de l'isolant adhésif (à fenêtre ou pour les dessous de portes) sur le bord du caisson ou va se poser la plaque de verre, cela nous assure que le transfert de chaleur, d'air ou encore de poussière est négligable et qu'une fois la plaque de verre posée, l'intérieur du cuiseur est parfaitement isolé de l'extérieur.

3.3 Habillage du cuiseur solaire

L'intérieur du cuiseur est recouvert de Milar afin que les rayons lumineux ne soient pas absorbés par les bords mais réfléchis au maximum vers le plat. L'extérieur du cuiseur est recouvert de plastique noir afin que les parois soient chaudes et ainsi limiter les transferts de chaleur de l'intérieur du cuiseur vers l'extérieur du cuiseur (développer ?) Le plat utilisé pour cuire les aliments doit être noir. En effet, le noir a la propriété d'absorber le rayon incident et de le transformer en chaleur.

Au fond du cuiseur, on a disposé une plaque de métal (fond du frigo) sur lequel

est posé le plat : cette plaque joue le rôle de collecteur et de diffuseur de la chaleur vers le plat. Afin d'amoinrir les transferts de chaleur de la plaque vers le fond du cuiseur, on surélève cette plaque à l'aide d'un isolant (ici du bois), limitant ainsi le contact plaque noire/fond du cuiseur. Très vite, on a changé cette plaque mal adaptée à la situation par une plaque d'inox peinte en noir. Il est crucial que le pot où se trouve la nourriture soit bien plat et qu'il ait le maximum de surface en contact avec le diffuseur.

3.4 Les réflecteurs

Ils vont permettre de rediriger les rayons lumineux n'atteignant pas directement la vitre de verre et ainsi augmenter l'énergie apportée au cuiseur. Un réflecteur principal est placé vers le Sud (nous sommes dans l'hémisphère Nord !), peut être deux autres sur les petits cotés ? Ces réflecteurs sont constitués de carton recouvert de Milar.

4 Premières expériences

théière : le fond est très petit par rapport au diffuseur, donc le diffuseur ne parvient pas à transférer de façon optimale sa chaleur à la théière, le diffuseur est plus chaud que la théière... En quelques heures (4) en soleil voilé, l'eau atteint une température avoisinant les soixantes degrés, nous n'avions pas de thermomètre autre que nos doigts, qui ont manifesté une sensation de brûlure après un court instant immergé (de l'ordre de 2/3 secondes). Le lendemain, en 2 heures environ par journée ensoleillée, on a préparé un thé solaire; le thé a correctement infusé et il fallait attendre avant de la boire pour ne pas se brûler !

Par contre, on a tenté de faire cuire un gâteau et au bout de trois heures, celui-ci n'était pas encore cuit et a dû être fini dans un four traditionnel.

Le mois d'août en camping sauvage : le four nous a permis d'avoir de l'eau chaude chaque soir afin de faire la vaisselle et de prendre une douche chaude (environ 5 litres d'eau par jour). Une expérience de cuisson de courgette a été entreprise ... sans surveillance, les courgettes se sont déshydratées et étaient immangeables.

5 Discussion des résultats et améliorations à apporter

Tout d'abord, ce four n'est pas réellement adapté à la latitude Toulousaine et a été (par souci de simplicité) optimisé pour les régions tropicales. En effet, la vitre n'a pas d'inclinaison, donc adaptée pour un soleil de tropiques non incliné (souvenons nous qu'il faut que les rayons lumineux tombent sur la vitre à la perpendiculaire). Pour davantage de performance, il faudrait incliner la vitre de l'ordre d'un trentaine de degrés.

Autre point faible de ce four : la taille de la vitre utilisée, de l'ordre de 40x30 cm². La vitre constitue la seule ouverture sur l'extérieur : c'est uniquement par cette vitre que peut rentrer l'énergie solaire; plus cette vitre est petite, plus

l'énergie disponible à l'intérieur du four est faible, et moins on pourra obtenir des "hautes températures".

Quel est l'ordre de grandeur de la puissance disponible dans ce four ? Considérons que le rayonnement incident disponible soit de l'ordre de 800 W.m^{-2} , et le rendement d'une quarantaine de pour cent (notamment car la vitre n'est pas inclinée). Etant donnée une vitre de $40 \times 30 \text{ cm}^2 = 0.12 \text{ m}^2$, on dispose d'une énergie égale à :

$$E = 800 \times 0.12 \times 0.4 \simeq 40 \text{ Watts} \quad (1)$$

Le rendement est égale au rapport entre l'énergie incidente disponible grâce au soleil et l'énergie qui va effectivement rentrer et rester à l'intérieur du four. Il est ici égal à 0.4.

Pour comparaison, les fours suisses *Ulog* ayant fait leur preuves dans de nombreuses régions du monde dispose d'une vitre de $50 \times 50 \text{ cm}^2$ et d'un rendement de l'ordre de 50% (en France), en raison d'une inclinaison de la vitre afin que les rayons lumineux incidents tapent la vitre avec un angle proche de 45 degrés.

6 Conclusions

Ce premier four solaire et sa construction nous ont permis de comprendre les principes de base de la cuisson solaire. Cette première expérience permet de mettre en évidence certaines bonnes idées et d'autres moins bonnes, les deux étant enrichissant. Un autre inconvénient est son poids, de l'ordre de 15 kg.

C'est une bouilloire performante, mais ne permet pas de la cuisson d'aliments plus conséquents. Néanmoins, il permet la purification d'eau et d'avoir de l'eau chaude pour se baigner ou faire la vaisselle.

On peut considérer que ce four est une réussite, car il n'a rien couté et permet tout de même des utilisations non négligables, comme obtenir une eau décontaminée.

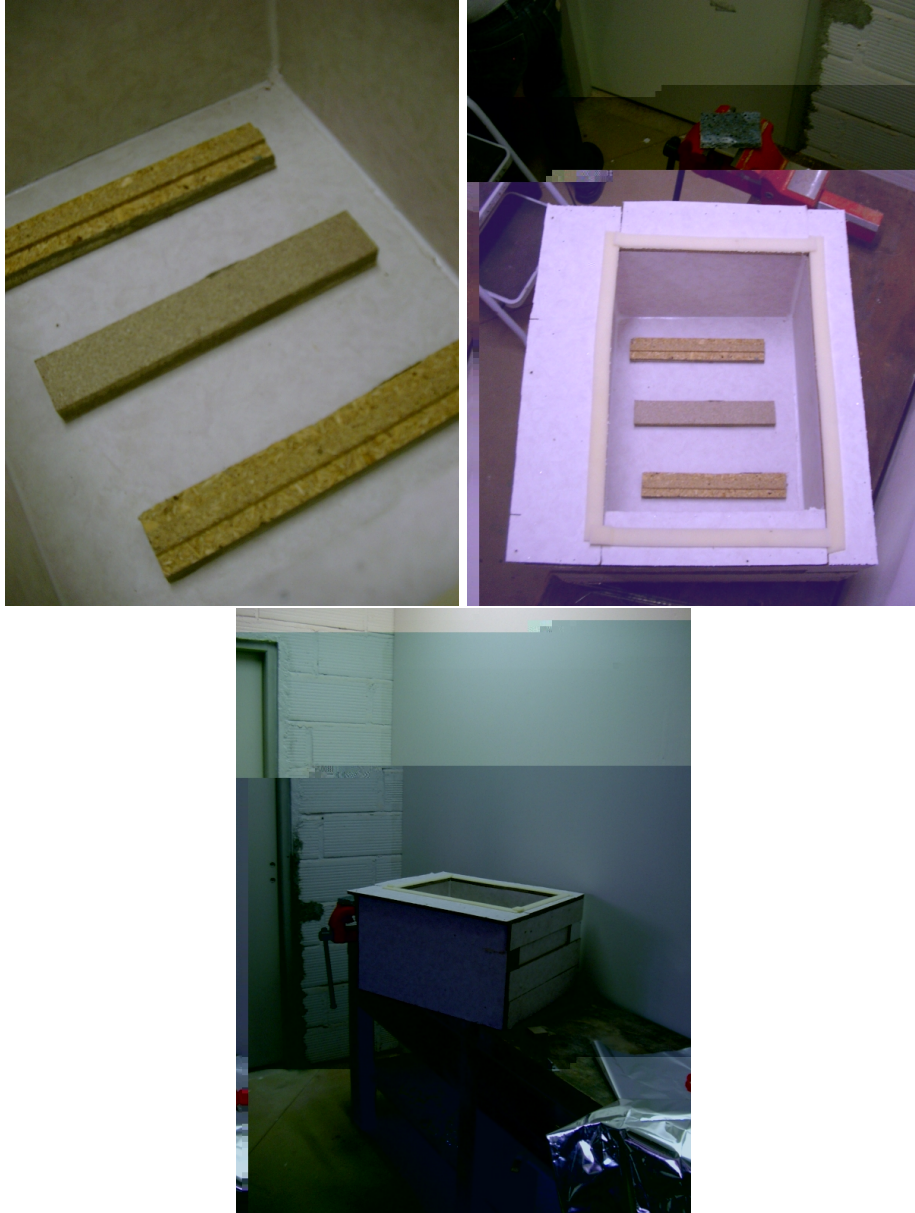


Figure 1: Dans l'atelier



Figure 2: Premières sorties en plein air