



## Atelier pédagogique des Crtec

### Vincennes / Nemours



Agnès Billot  
Philippe Abend  
Frédéric Pinchon



Vincent Curé  
Jean-François FOURNIER



thème général retenu :

## *la cuisson solaire des aliments*

La cuisine solaire, solution alternative dans la lutte contre la déforestation





## commande :

- Automatisation de la mise en mouvement du réflecteur :
- cahier des charges
- Réalisation d'un prototype (par des élèves du lycée Bezout)
- Réalisation d'un prototype : recherche de solutions :
  - Réflecteur
  - Piètement
  - Expérimentation et prise de mesures



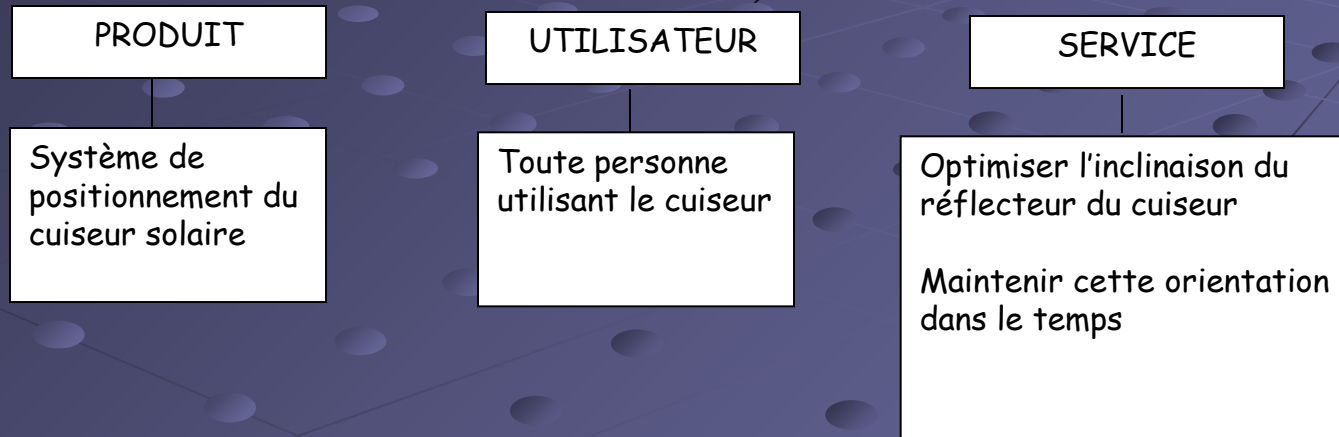


**Automatisation de la  
mise en mouvement du  
réflecteur**



## Cahier des charges

### 1. L'énoncé et la validation du besoin



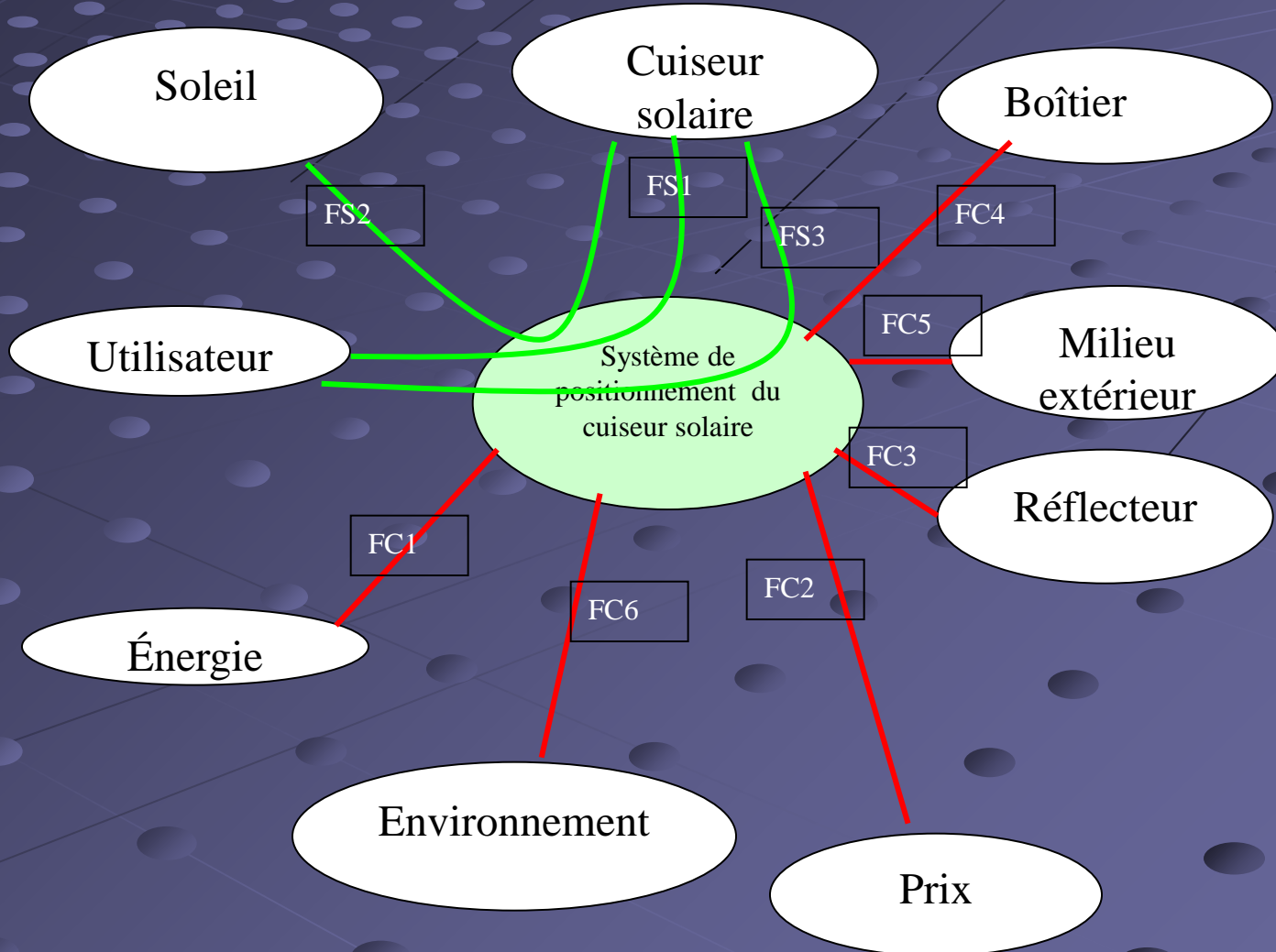
ESOIN : Le produit doit permettre :

d'orienter le réflecteur du cuiseur de manière la plus efficace possible pour obtenir la température la plus élevée.

de maintenir cette orientation verticale durant la durée de la cuisson.



## 2. L'étude de l'environnement du produit





### 3. L'expression fonctionnelle du besoin

Fonction	Énoncé de la fonction	Critères d'appréciation	Niveaux d'exigence
FS1	Doit permettre à l'utilisateur de régler l'inclinaison du cuiseur solaire	Angle d'inclinaison : Axe du cône du réflecteur en coïncidence avec les rayons du soleil	+/-5°
FS2	Doit permettre le suivi de l'orientation verticale face au soleil	Durée de cuisson : Angle d'orientation par rapport à la position de départ	0h30 - 4h
FS3	L'utilisateur doit pouvoir l'installer facilement	Montage/démontage fixation	Simple / rapide < 5' solide



Fonction	Énoncé de la fonction	Critères d'appréciation	Niveaux d'exigence
FC1	Doit pouvoir être alimenté en énergie renouvelable	Énergie	renouvelable
FC2	Doit être d'un prix raisonnable	prix	< 50,00€
FC3	Doit entraîner le réflecteur dans le plan vertical	Poids - encombrement	Ouverture Ø 900 mm Hauteur 520 mm Base Ø 140 mm
FC4	Doit être enfermé dans un boîtier (kit)	dimensions	Dimensions maxi 150 x 100 x 70 mm
FC5	Doit résister aux intempéries	Poussière - humidité	étanche
FC6	Doit respecter l'environnement	matériaux	100% recyclables





## Réalisation d'un prototype (par des élèves du lycée Bezout)

Cette phase de mise au point du cdcf de la partie commande de la mise en mouvement du réflecteur a été proposée à M. Noury, professeur en option sciences de l'ingénieur au lycée polyvalent Bézout à Nemours.

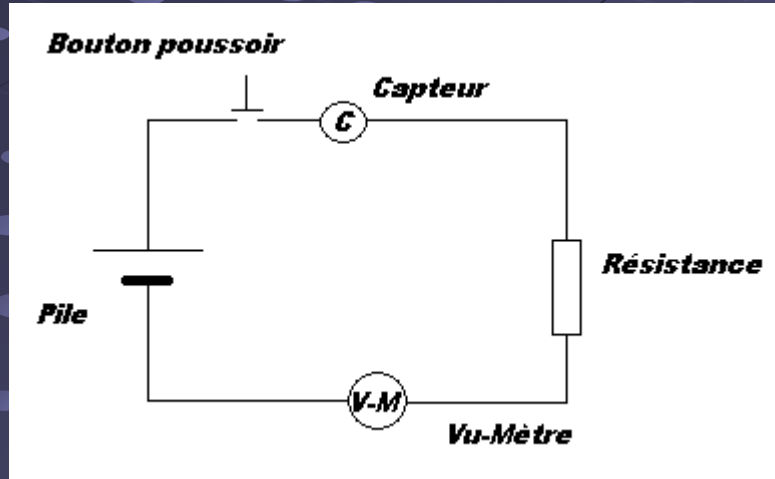
Les élèves ont travaillé sur ce thème à partir de février 2011 dans le cadre de leur projet de TPE.

Le projet a été mené par POMMIER Jérémy, BICHEREL Florent et HORRIG Waël.

Un partenariat a été mis en place entre ce collège et notre lycée.  
« Notre objectif consiste à optimiser l'efficacité de ce four en le positionnant face au soleil pendant la durée d'une cuisson. »



## 1) Positionnement optimal (extrait du dossier élève)



- une pile
- un bouton poussoir
- une photo-résistance (capteur)
- une résistance ajustable
- un Vu-Mètre

Le courant passe de la pile au capteur, la tension aux bornes de celui-ci est relative à l'intensité lumineuse captée. Le vu-mètre indique la zone orange si elle est incluse entre 120mV et 235mV (mauvaise position), et le vert de 235mV à 445mV (bonne position). Ainsi lorsque l'on appuie sur le bouton poussoir, si le vu-mètre indique la zone verte, la position optimale est atteinte, tandis que s'il pointe la zone orange, le four est mal positionné.

Le tout est placé dans un petit compartiment doté d'un tube, afin d'obtenir une plus grande précision. Cette boîte est directement fixée au four via une barre en aluminium.



Réalisation :  
POMMIER Jérémy  
BICHEREL Florent  
HORRIG Waël  
Lycée E. Bezout - Nemours



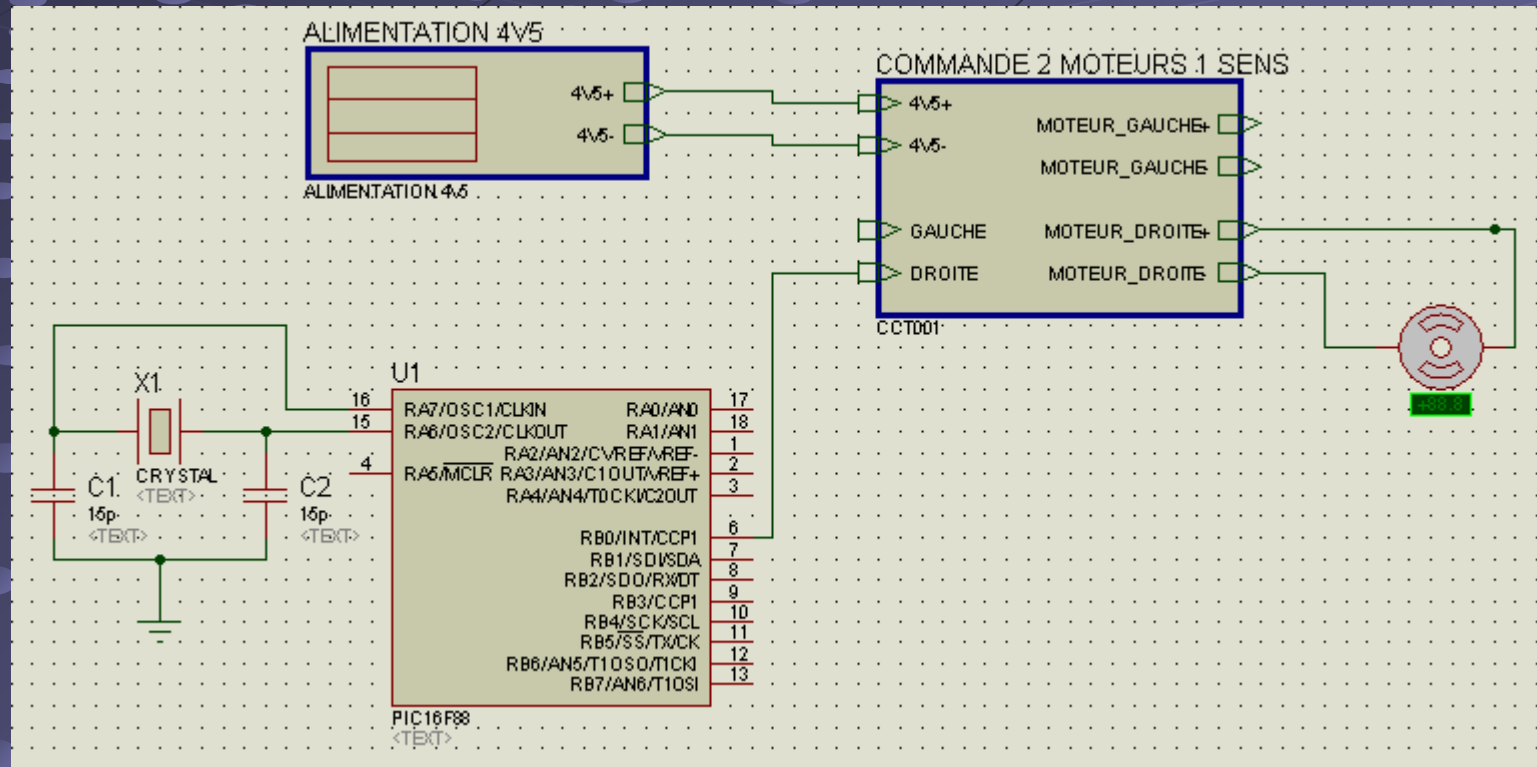
## 2) Suivi du Soleil (extrait du dossier élève)

-faire tourner le four solaire en se basant sur la trajectoire du Soleil. En effet, à l'Équateur la durée entre le coucher et le lever de Soleil reste approximativement de 12 heures. Il parcourt donc  $180^\circ$  en 12 heures, soit  $1^\circ$  toutes les 4 minutes.

Ensuite, nous pouvons soit faire tourner continuellement le système, soit le faire par impulsion. Afin de ne pas gaspiller de l'énergie inutilement, nous voulons qu'il ne s'active que toutes les 12 minutes.

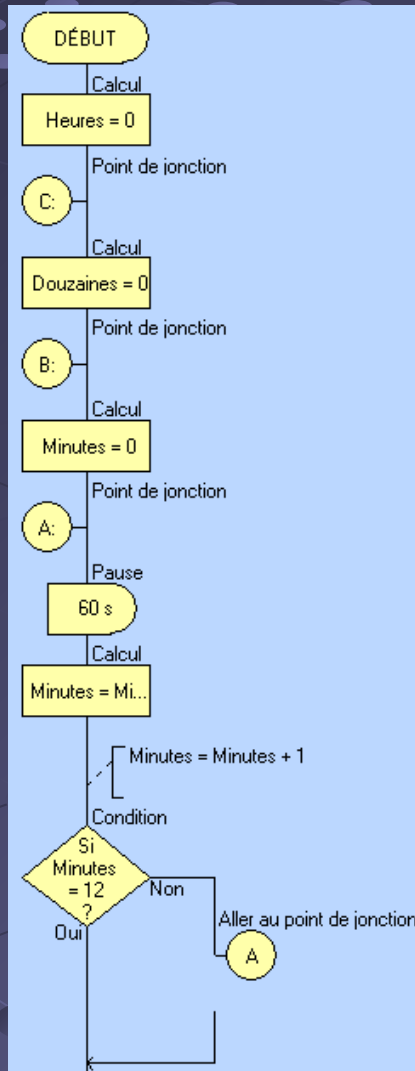


## Schéma du circuit

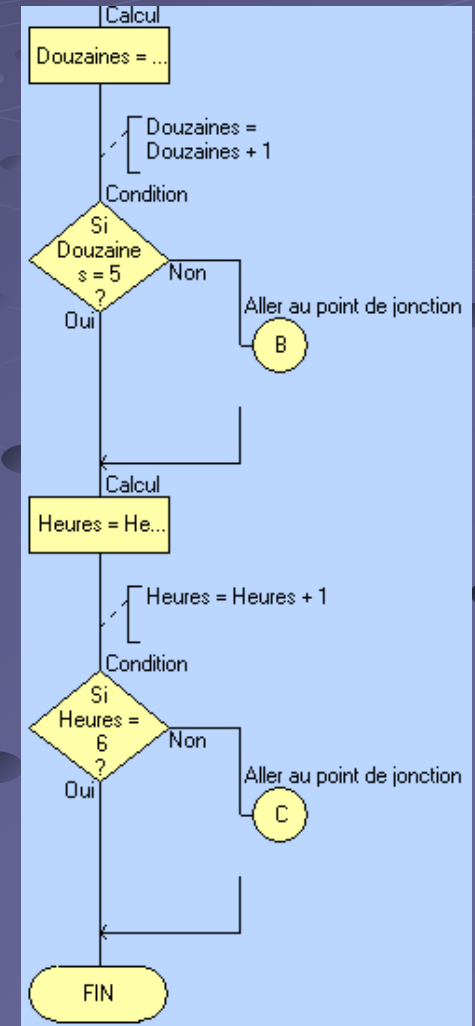


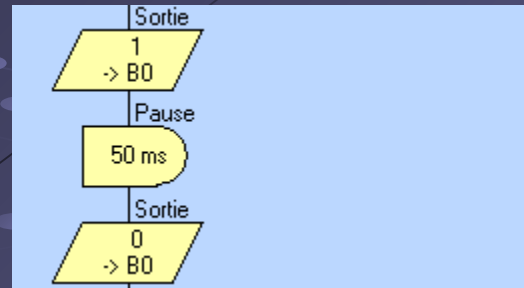


## Programmation du microcontrôleur



Ces deux parties servent à faire le compte des minutes, douzaines de minutes et heures afin d'actionner le moteur toutes les 12 minutes, et ce pendant 6 heures.



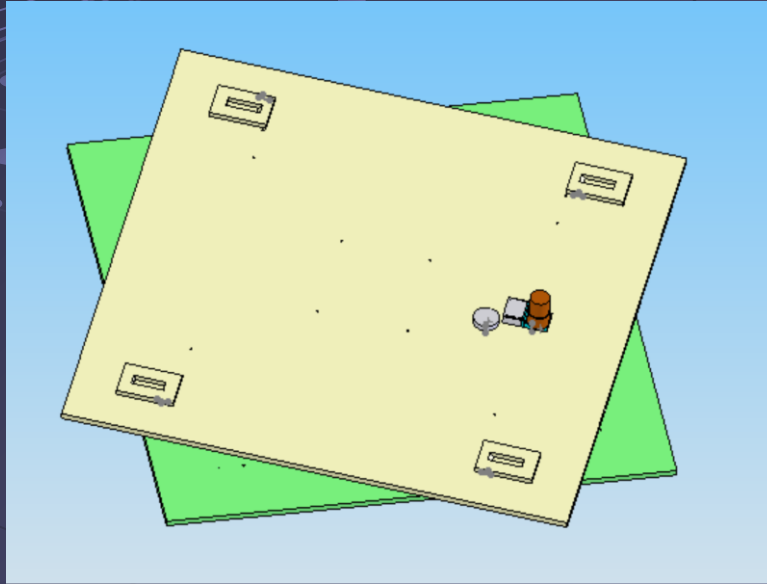


Cette partie se situant entre les deux autres permet d'actionner le moteur automatiquement toutes les 12 minutes pendant 50 ms pour que le four tourne de 3°. (D'après les calculs suivants)

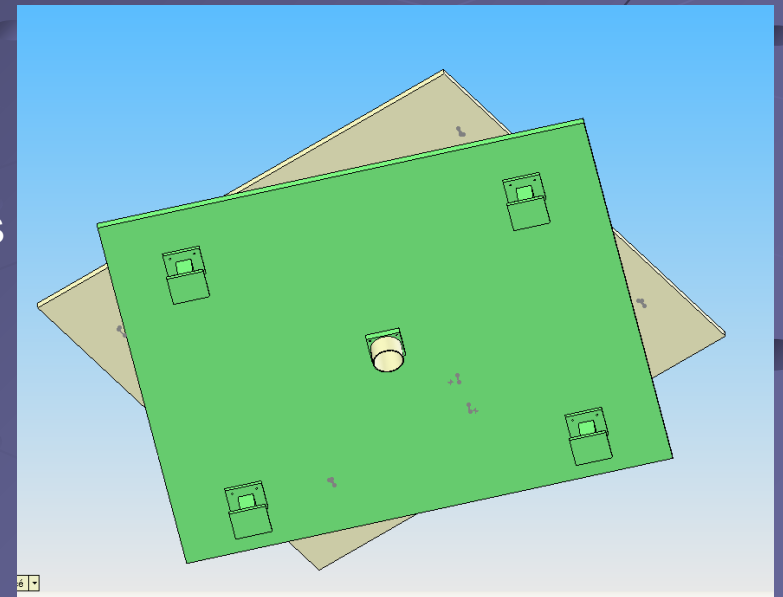
Le moteur que l'on a choisi a pour régime en charge : 104 tr/min. Les diamètres des deux poulies sont 30 mm et 260 mm. Le rendement est donc de 3/26, alors la vitesse de la plaque supérieure est 12tr/min.

$12 \times (360/60) = 72 \text{ }^\circ/\text{s}$ . Il faut donc 0,05 secondes pour tourner de 3°.

Pour avoir un résultat plus grand il aurait fallu agrandir la poulie du disque ou réduire celle du moteur.

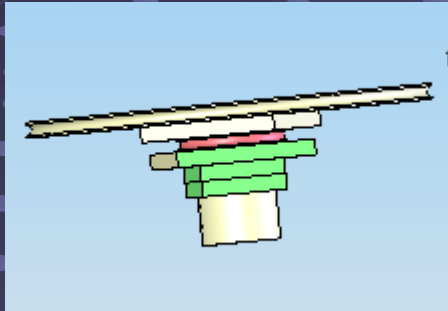


Modélisation du plateau vue de dessus



Modélisation du plateau vue de dessous

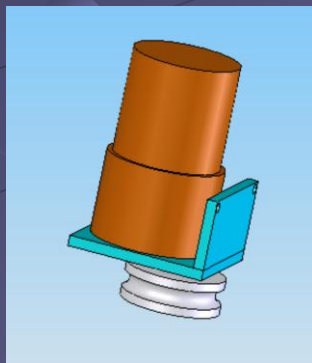




le mécanisme de rotation que nous avons choisi afin d'atteindre le but qui nous a été fixé. Nous pouvons l'apercevoir en rouge sur l'image ci-dessous, il s'agit d'une butée à bille que nous avons commandée.



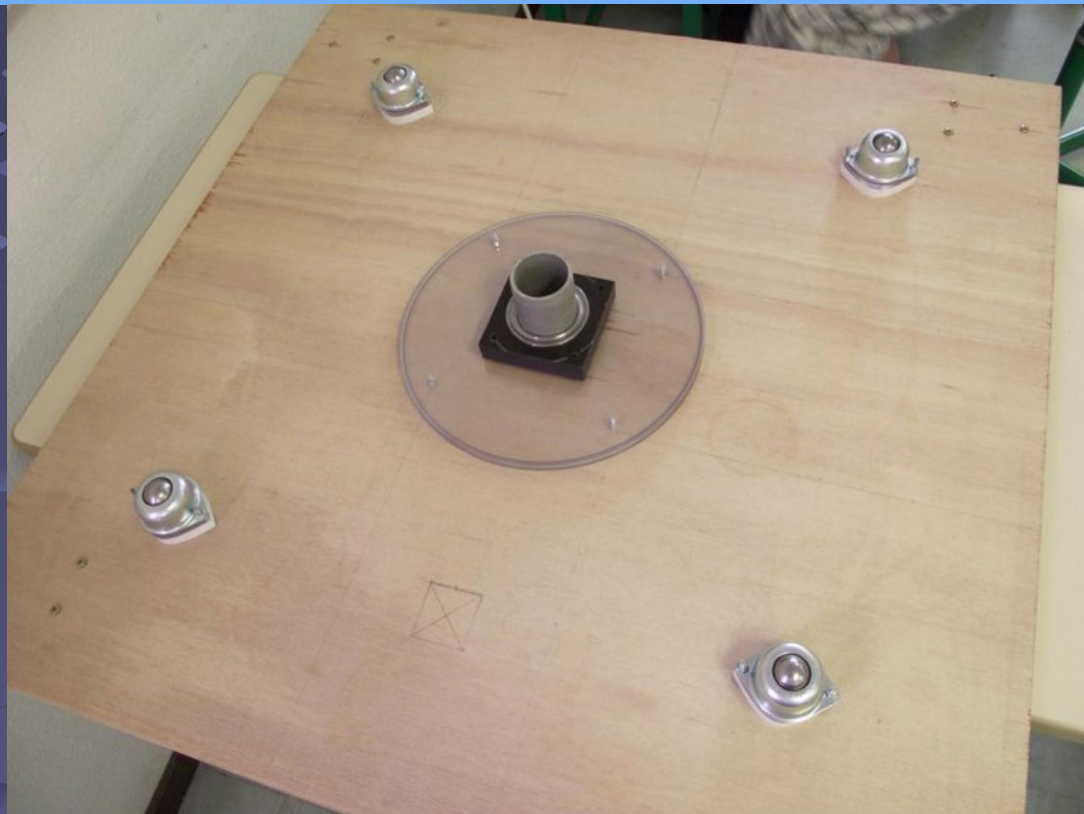
Le système de rotation comporte deux plaques carrées. Pour maintenir l'équilibre idéal entre ces deux dernières nous avons choisi la solution de fixer quatre butées à billes :



Le moteur que l'on a choisi a pour régime en charge: 104 tr/min. Les diamètres des deux poulies sont 30 mm et 260 mm. La transmission est assurée par une courroie.



Plaque du dessus



Les 2 plaques en place





Le cuiseur en place sur son support suiveur





**Réalisation d'un  
prototype : recherche  
de solutions**



## Solution retenue

Modélisation 3D :

Le point de départ est un four parabolique de type DATS  
Les élèves disposent des fichiers pièces et assemblages,  
réalisés à l'aide du logiciel Solidworks

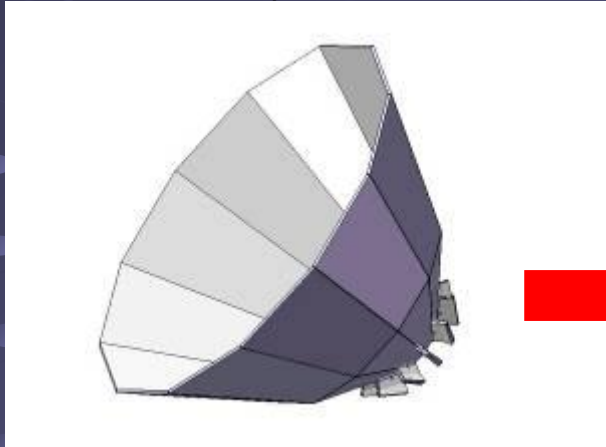


Deux propositions

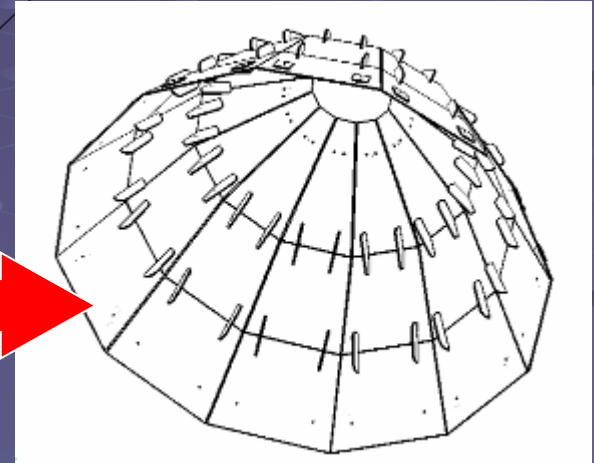


## Modélisation 3D : modification du réflecteur.

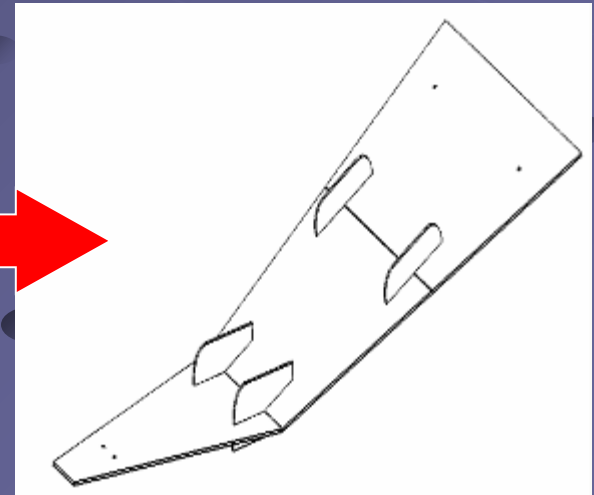
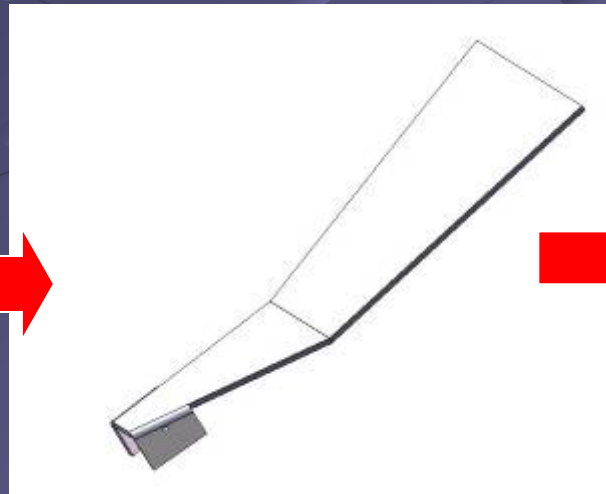
Forme initiale



Modèle Usinage MOCN



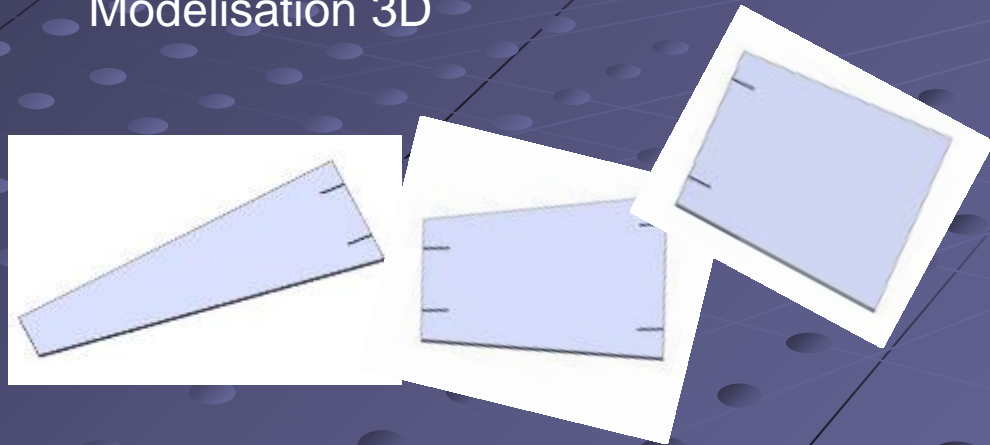
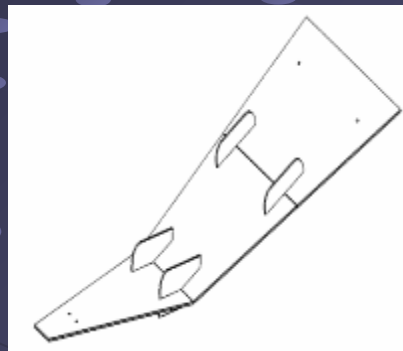
Forme initiale





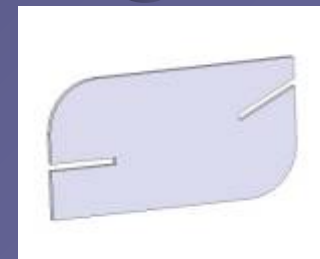
## Réalisation du réflecteur

Modélisation 3D



le travail consiste pour les élèves à modifier la lame du réflecteur pour pouvoir l'usiner avec la micro-fraiseuse (dimensions compatibles avec la machine disponible dans la salle de technologie).

L'assemblage pourra être effectué avec une clef.

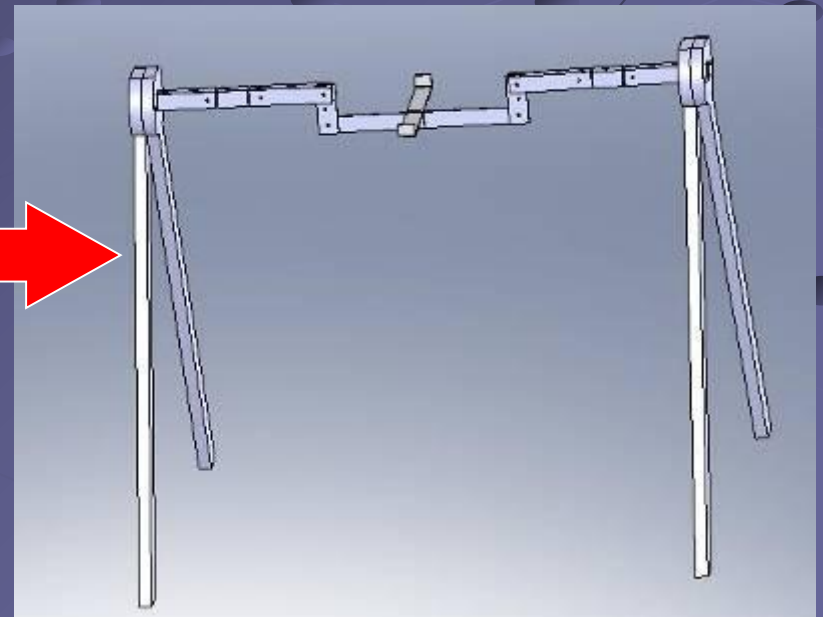
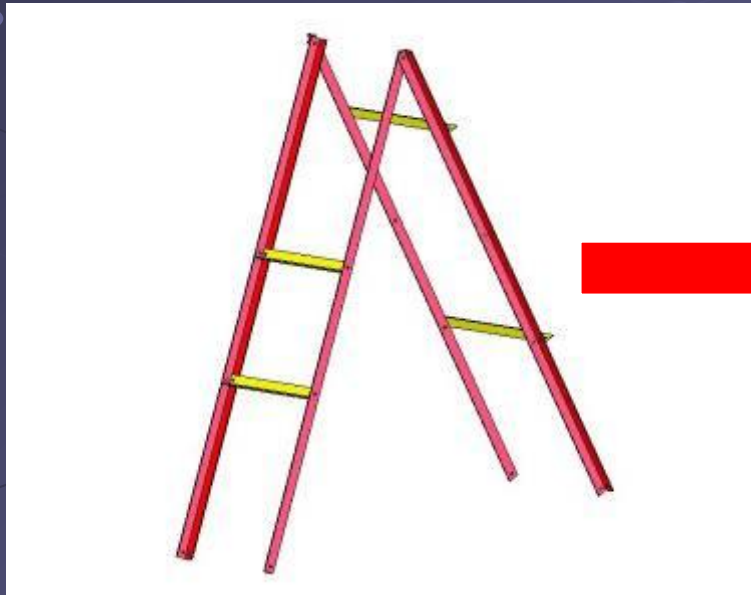




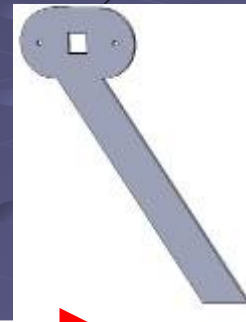
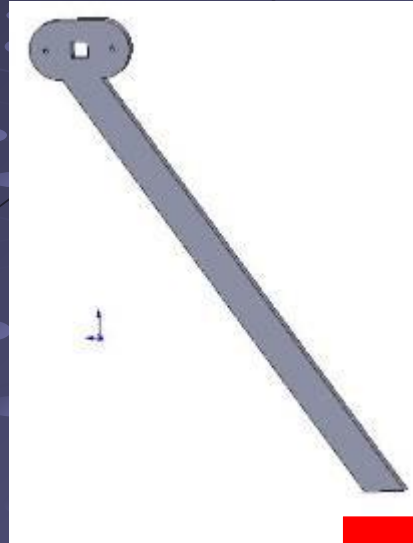
## Réalisation du piètement

Modélisation 3D

Les élèves auront à modifier le piètement du prototype disponible pour recevoir le réflecteur modifié.







Matériau utilisé : contreplaqué  
Épaisseur 5 mm

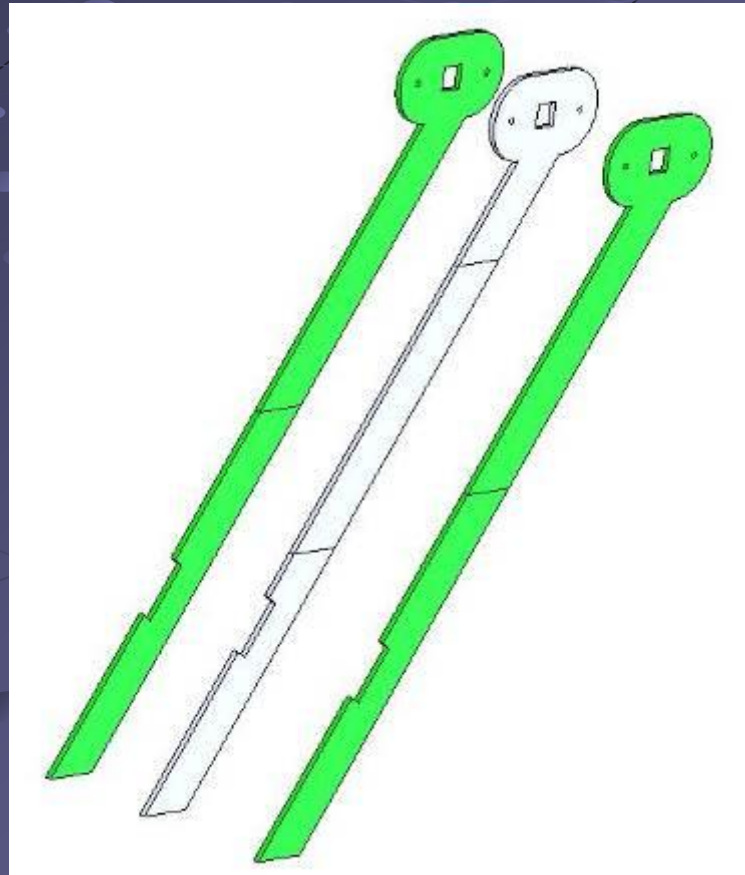


le travail consiste pour les élèves à modifier le piètement pour pouvoir l'usiner avec la microfraiseuse (dimensions compatibles avec la machine disponible dans la salle de technologie).





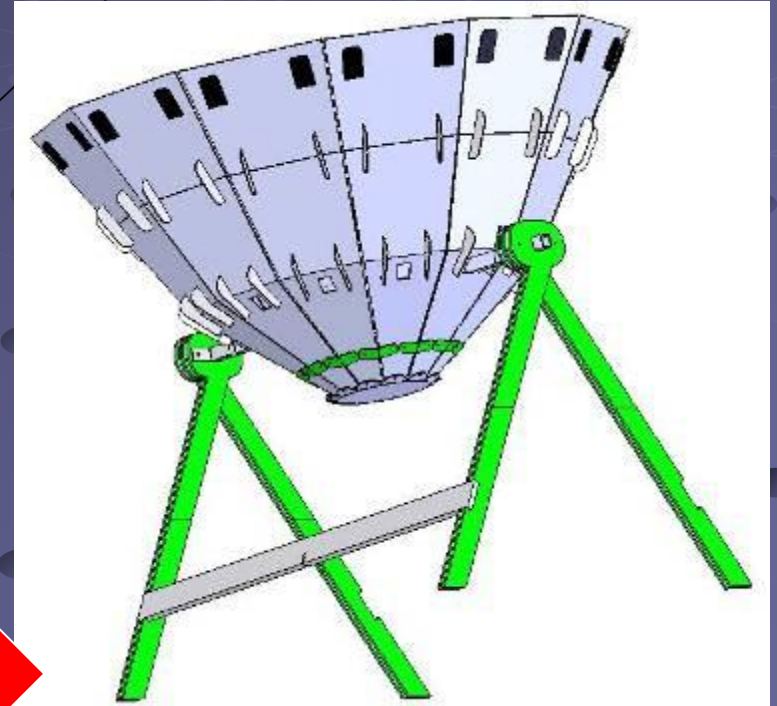
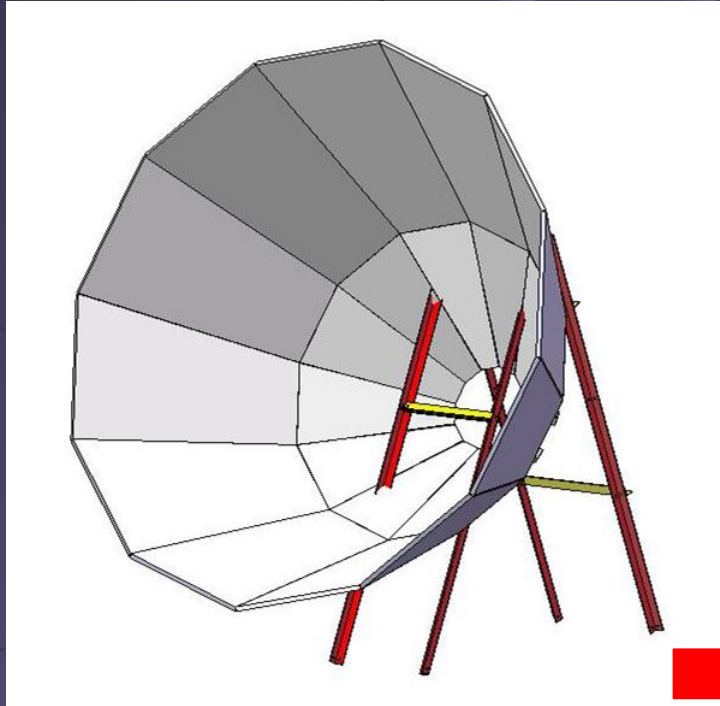
L'assemblage des différentes pièces usinées sera effectué par collage.





## Résultat attendu

Modélisation 3D



# Technologie collège



Académie  
de Créteil

CRTech Nemours – Vincennes / 2010-2011

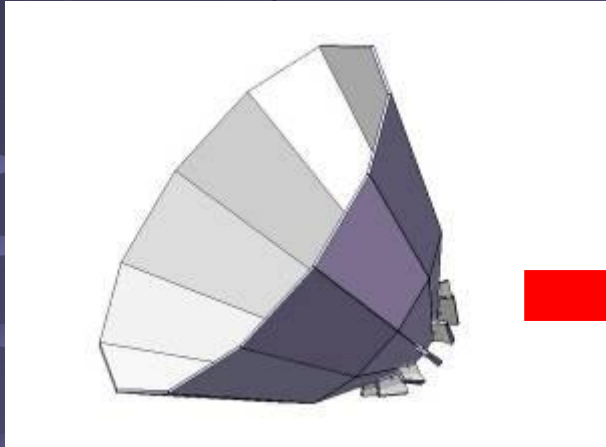
www.ac-creteil.fr



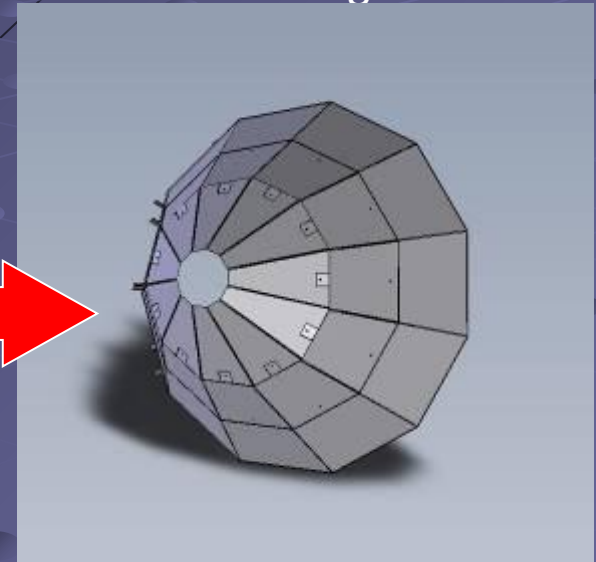


## Modélisation 3D : modification du réflecteur.

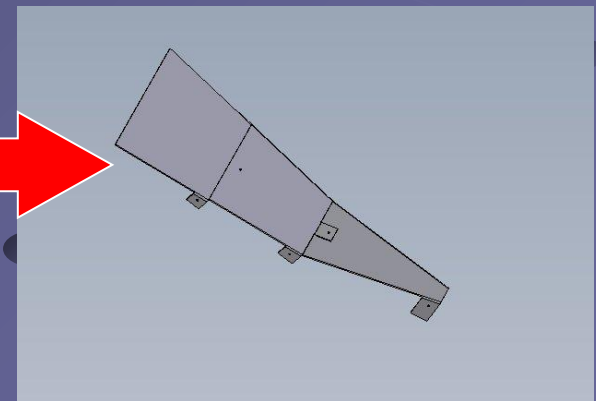
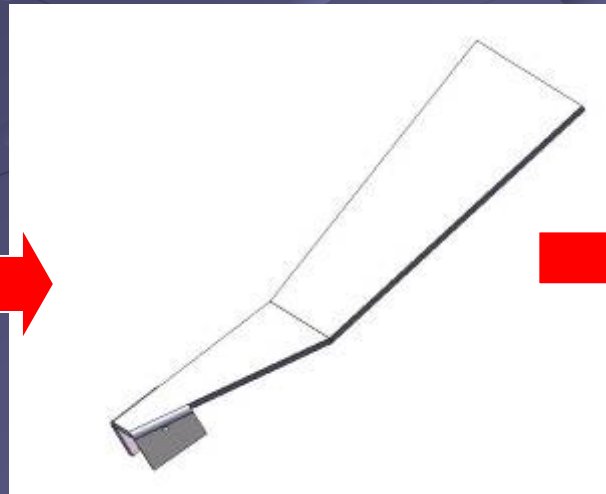
Forme initiale



Modèle Usinage MOCN



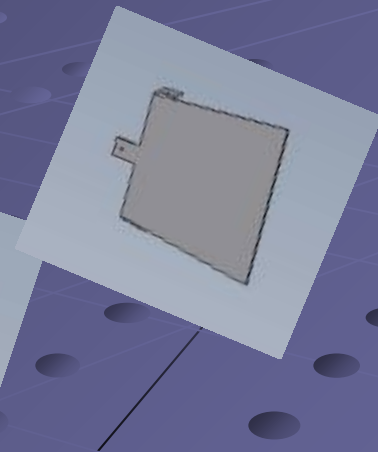
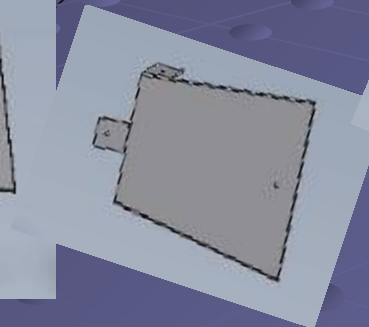
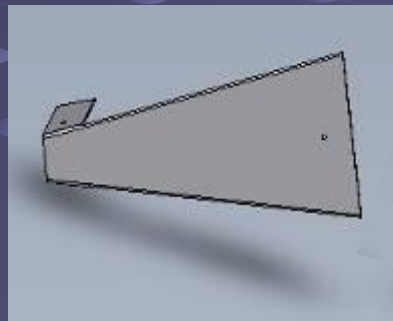
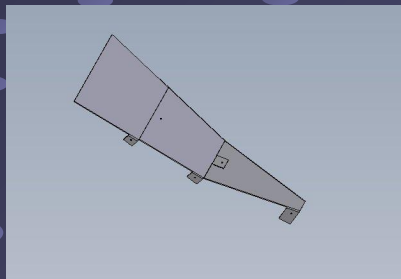
Forme initiale





## Réalisation du réflecteur

Modélisation 3D



le travail consiste pour les élèves à modifier la lame du réflecteur pour pouvoir l'usiner avec la micro-fraiseuse (dimensions compatibles avec la machine disponible dans la salle de technologie).

L'assemblage pourra être effectué par vissage des différentes parties entre elles.



www.ac-creteil.fr



Académie  
de Créteil

CRTech Nemours – Vincennes / 2010-2011

# Technologie collège



**Expérimentation et  
prise de mesures**



## Tests et validation du prototype

On présentera dans cette phase une série de tests qui permettront de valider le prototype réalisé :

- Performances atteintes par le cuiseur
- Validation des fonctions en cohérence avec les niveaux d'exigences requis.
- Écarts éventuels avec le résultat visé.





## Essai de montée en température du cuiseur

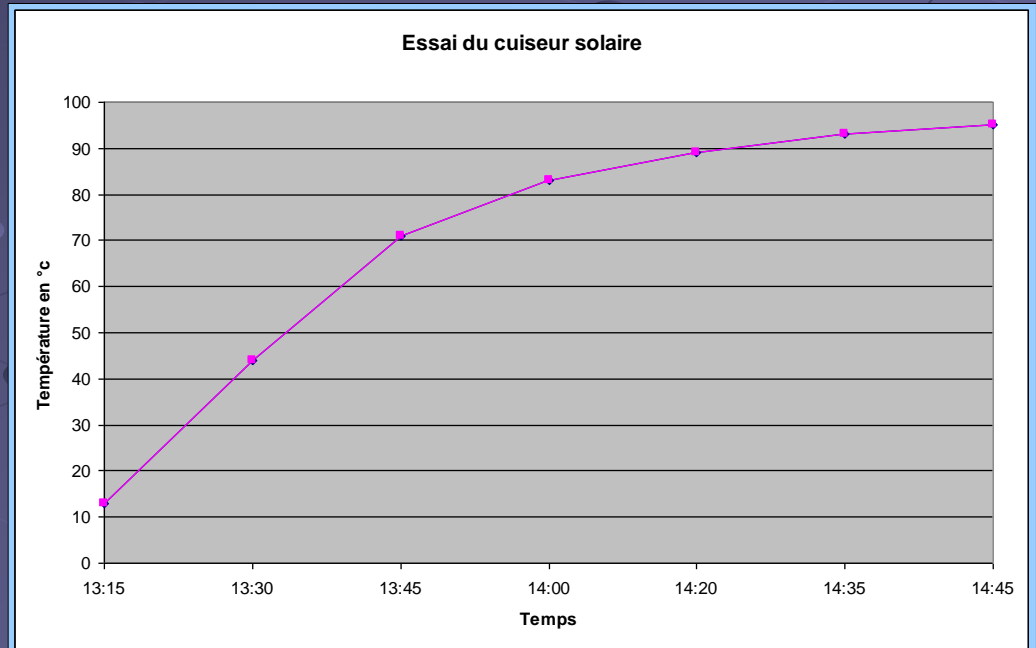
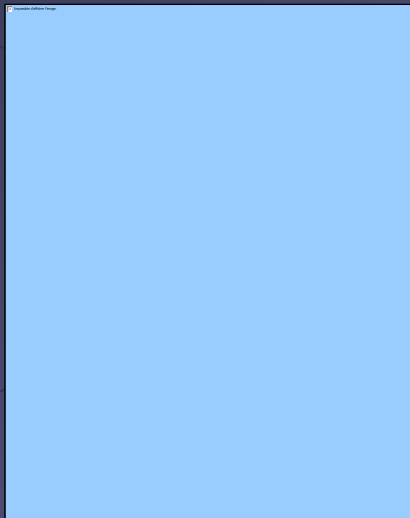
Mercredi 04/05/2011

Température extérieure : 21°C

Récipient : type marmite

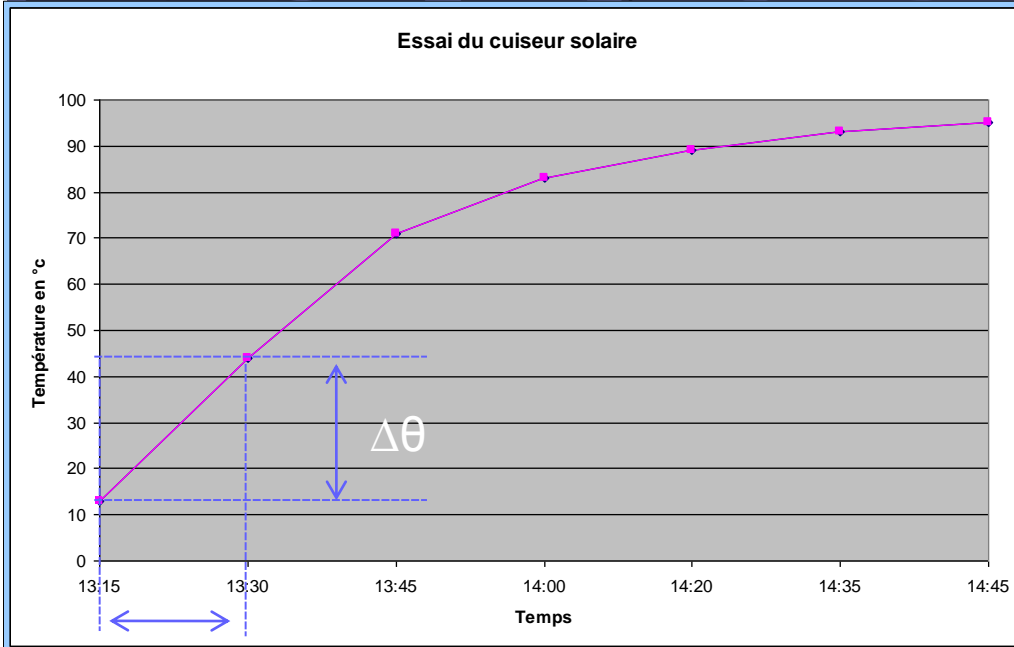
Contenant : eau (1 litre)

### Prise des températures du cuiseur solaire





## Calcul de la puissance effective du cuiseur



$\Delta t$  (en secondes)

Pour notre cas :

$$\Delta W = 1000 \times \Delta \theta \times 4,18$$

$$P = (1000 \times 31 \times 4,18) / (15 \times 60)$$

$$P = 144 \text{ W}$$

$$\Delta W = \text{chaleur massique} \times \Delta \theta$$

Pour un litre d'eau :  
chaleur massique =  
4,18 j/g/°C

$$P = \Delta W / \Delta t$$

$$P = 144 \text{ W}$$



Validation par rapport au cahier des charges

# Technologie collège



 Académie  
de Créteil

CRTech Nemours – Vincennes / 2010-2011

[www.ac-creteil.fr](http://www.ac-creteil.fr)



Il nous reste à présent à effectuer des essais de cuisson en vraie grandeur :

Un site pour débiter :

<http://solarcooking.org/francais/>

Exemple de recette :

- **Lasagnes au four solaire**
- **900 g. de sauce spaghetti**
- 450 g. de ricotta**
- 450 g. de mozzarella râpée**
- Parmesan**
- 230 g. de lasagnes**

● Mettez une tasse et demi de sauce au fond d'une cocotte noire. Recouvrez les lasagnes avec de la ricotta et remettez une couche de sauce. Ajoutez la moitié de la mozzarella. Refaites une couche de sauce, de pâte et de fromage. Terminez avec la sauce restante. Parsemez de parmesan sur le dessus. Couvrez et laissez cuire 3 heures. Facultatif : 450g. de bœuf haché cuit à part dans une poêle noire. Vous pouvez l'ajouter à la sauce avant de préparer les lasagnes.

● *Si vous ne trouvez pas de ricotta, vous pouvez prendre du fromage blanc sans matières grasses à la place.*





Essai de cuisson le 26/09/11 :

2 tomates

1 oignon

1 poivron

2 courgettes

Sel, poivre, huile d'olive (une lichette)

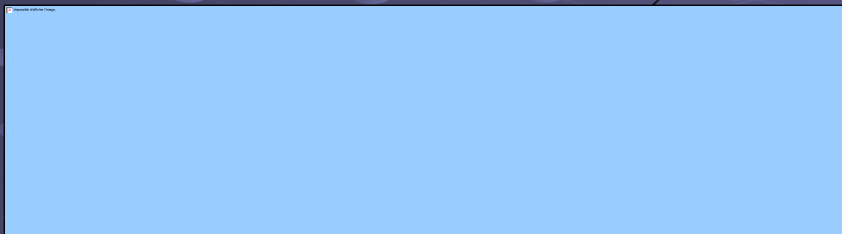
Début cuisson : 11h

Fin de cuisson : 15h



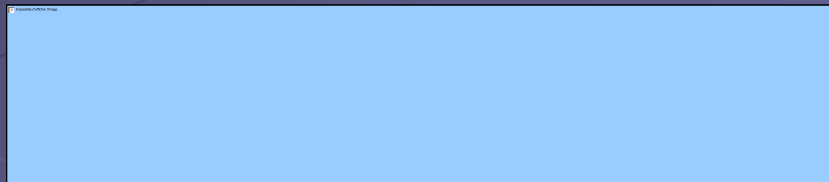


**CRTEC de Vincennes. Collège Françoise Giroud**  
**14 – 16 Rue Leroyer**  
**94300 Vincennes**  
**01-41-79 66-60**



[CRTec.Vincennes@ac-creteil.fr](mailto:CRTec.Vincennes@ac-creteil.fr)

**CRTEC de Nemours. Collège Arthur Rimbaud**  
**29 avenue Etienne Dailly**  
**77140 Nemours**  
**01-64-28-13-88**



[crtec.nemours@ac-creteil.fr](mailto:crtec.nemours@ac-creteil.fr)