

Unité d'incinération

Sujet : *Incinération par voie solaire*



Schéma d'une
centrale
d'incinération
ordinaire

Contexte

Face au manque de structure adaptée à la réduction des déchets et aux multiples problèmes environnementaux causés par l'enfouissement, la calcination à l'air libre et l'accroissement de la production de déchets, il devient nécessaire de mettre en place une structure de traitement des déchets.

Four solaire
situé à
Odeillo
(France)



Problématique

Innover quant au fonctionnement de cette unité d'incinération en utilisant l'énergie solaire comme source principale de combustion tout en permettant de récupérer de l'énergie pour d'autres fins. (De plus, le traitement des rejets pour un respect de la directive 2000/76/CE du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 sur l'incinération des déchets devra être pris en compte.)



Combustion de
déchets

Innov'Concept



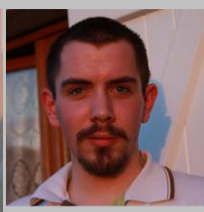
STEPHAN
Cédric
GMC 05



BILLMANN
Franck
GMC 02



FEKKOUR
Mounir
GMC 01



PROBST
Romain
GMC 02



ROLLET
Matthieu
GMC 02



SHELL
Xavier
GMC 02



SCHMITT
Guillaume
GMC02

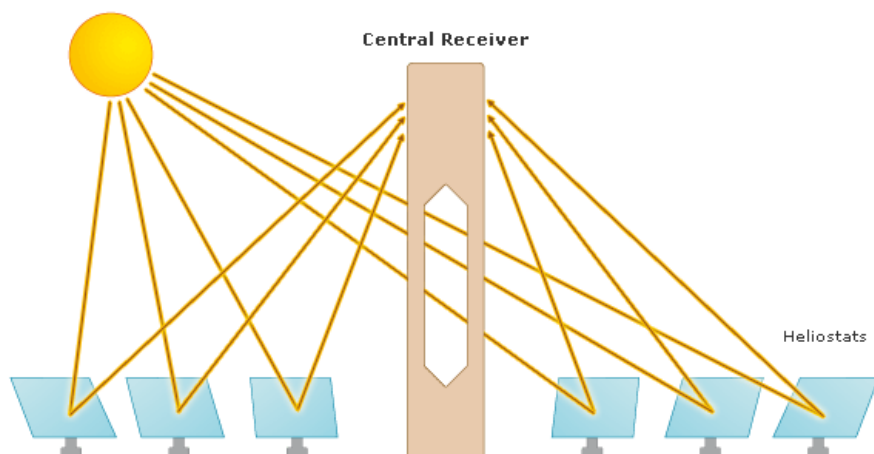
Sommaire

1	Recherche d'informations : Benchmarking.....	1
1.1	Les différents moyens d'utiliser l'énergie solaire.....	1
1.1.1	Centrale solaire	1
1.1.2	Réflecteur parabolique	1
1.1.3	Tour solaire	1
1.1.4	Réflecteur cylindro-parabolique.....	1
1.2	Utilisation de l'énergie produite par la combustion.....	2
2	Énoncé du besoin.....	2
2.1	Bête à cornes.....	2
2.2	Pieuvre	3
2.3	Caractérisation des fonctions	3
3	Préconcepts.....	4
3.1	Concept initial.....	4
3.2	Évolution du concept	5
4	Calcul de performance	7
5	Modèle CAO du concept final	7
6	Analyse de cycle de vie	8
6.1	Impact environnemental	8
6.1.1	Matériaux.....	9
6.1.2	Fabrication.....	10
6.1.3	Assemblage.....	10
6.1.4	Emballage	10
6.1.5	Transport.....	11
6.1.6	Recyclage	11
6.1.7	Bilan.....	11
7	Bilan de l'expérience	12

1 Recherche d'informations : Benchmarking

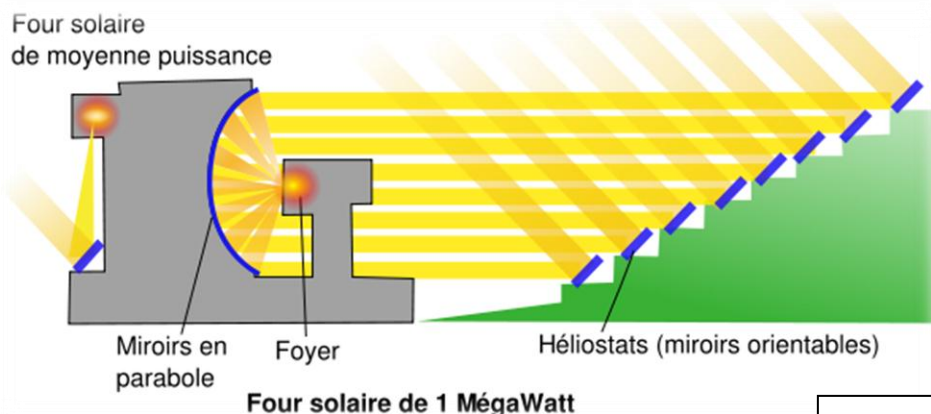
1.1 Les différents moyens d'utiliser l'énergie solaire

1.1.1 Centrale solaire



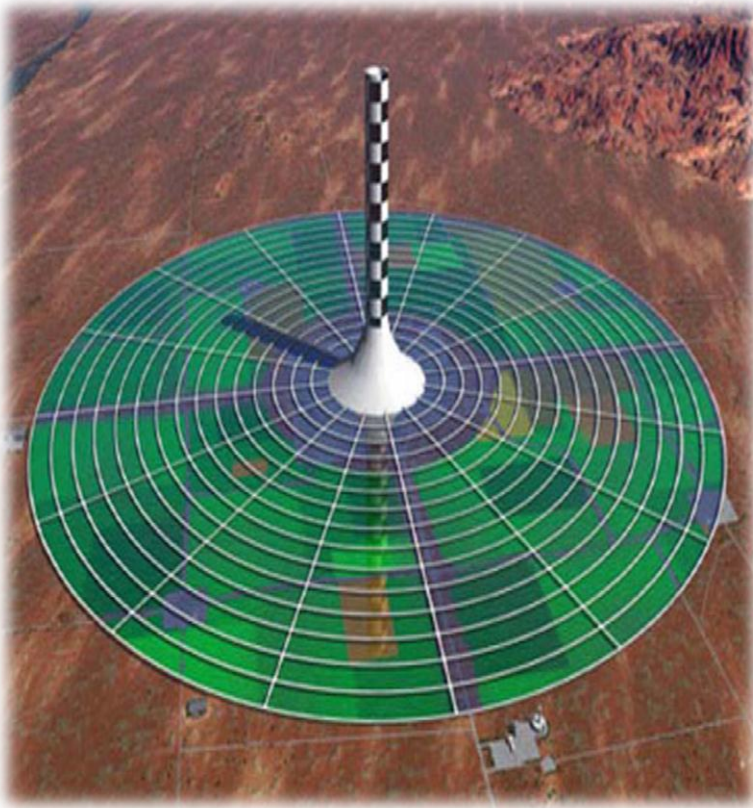
L'énergie rayonnée par le soleil est concentrée sur une zone commune de la tour, transformée en chaleur à température élevée, puis en énergie mécanique (et électrique) à travers un cycle thermodynamique.

1.1.2 Réflecteur parabolique



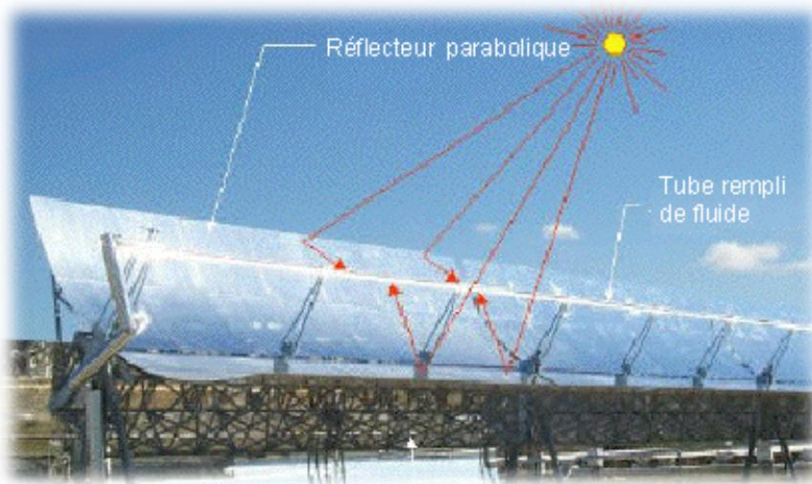
Une première série de miroirs, orientables et situés sur une pente, captent les rayons solaires et les envoient vers une deuxième série de miroirs (parabole) concentrant les rayons en un foyer ponctuel. Sur un diamètre de 40 cm ce dernier peut atteindre des températures supérieures à 3000 °C.

1.1.3 Tour solaire



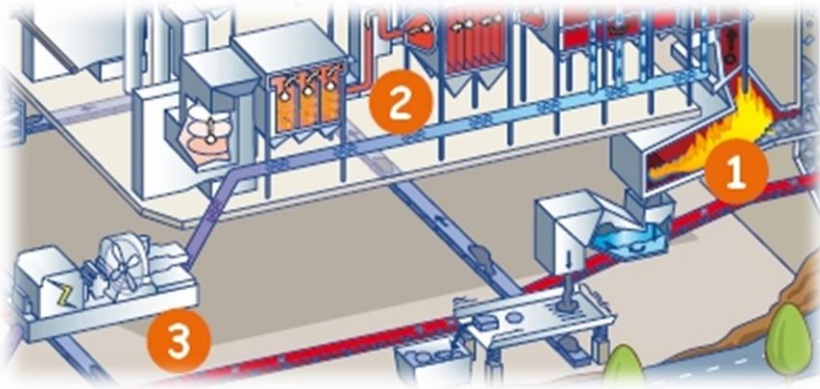
Un « dôme vitré » permet par effet de serre de créer une différence de température importante entre la base de la tour (air chaud) et son sommet (air froid). Le flux d'air provoqué entraîne des turbines créant ainsi de l'énergie électrique.

1.1.4 Réflecteur cylindro-parabolique



Un réflecteur cylindrique de section parabolique permet une concentration à foyer linéaire. Dans ce type de concentrateur, le fluide caloporteur (eau, huile thermique, gaz...) peut être porté à environ 400 °C.

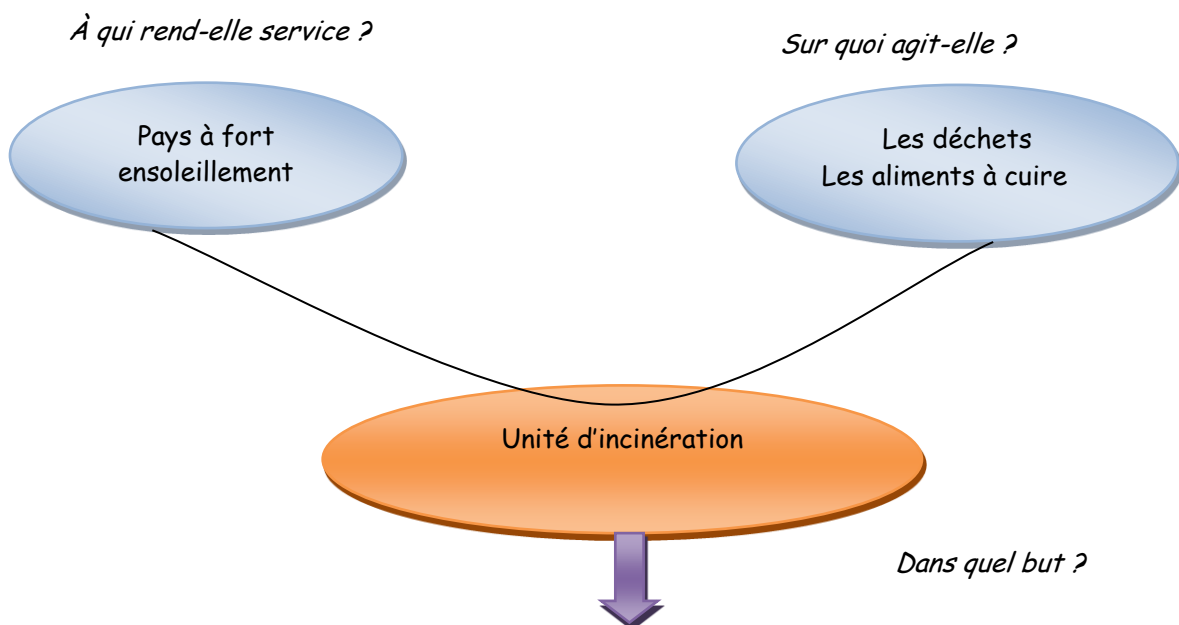
1.2 Utilisation de l'énergie produite par la combustion



La chaleur produite par la combustion (1) chauffe l'eau circulant dans les conduits (2). L'eau se transforme en vapeur qui est transformée en énergie électrique par un turbo-alternateur (3).

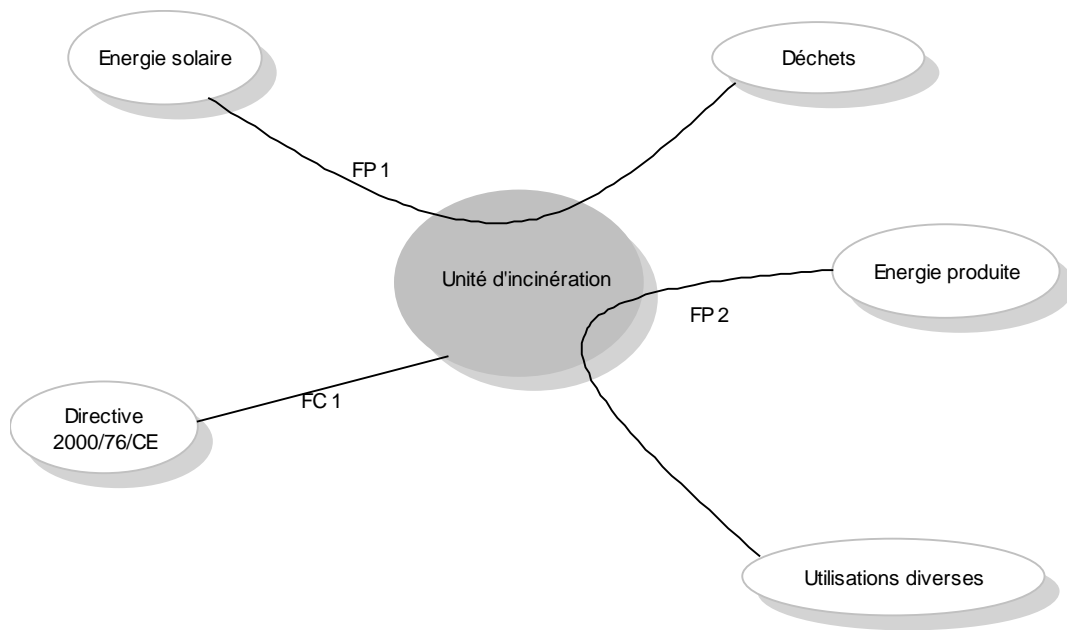
2 Énoncé du besoin

2.1 Bête à cornes



Utiliser l'énergie solaire pour incinérer les déchets et récupérer l'énergie ainsi produite afin de l'exploiter à d'autres fins

2.2 Pieuvre



Interacteurs

- (I 1) Énergie solaire
- (I 2) Déchets
- (I 3) Énergie produite
- (I 4) Directive 2000/76/CE
- (I 5) Utilisation diverses

Fonctions

- (FP 1) Utiliser l'énergie solaire pour incinérer les déchets
- (FP 2) Utiliser l'énergie produite pour des utilisations diverses
- (FC 1) Respecter la directive 2000/76/CE

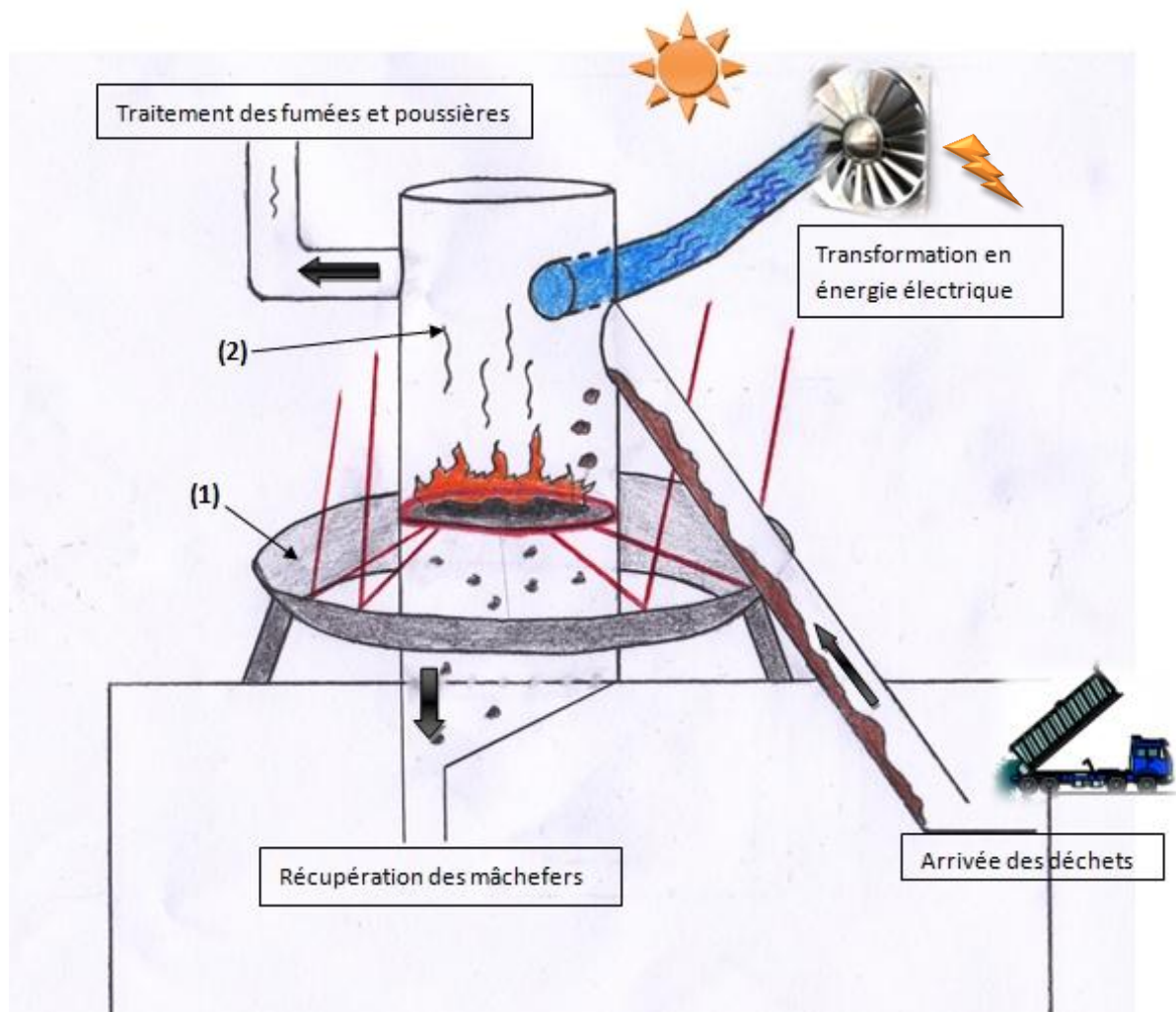
2.3 Caractérisation des fonctions

Fonction	Valeur	Critère	Niveau	Flex	Contrôle
(FC 1) Respecter la directive 2000/76/CE		Emissions total de poussières	10 mg/Nm ³	F0	
		Emissions d'oxydes d'azote (NOx)	200 mg/Nm ³ (>6 t/h)	F0	
			400 mg/Nm ³ (<6 t/h)	F0	
		Emissions de mercure (Hg)	0.05 mg/Nm ³	F0	
(FP 1) Utiliser l'énergie solaire pour		Température du foyer de combustion	>850°C	F1	

Fonction	Valeur	Critère	Niveau	Flex	Contrôle
incinérer les déchets		Capacité du four	$<1\text{m}^3$	F1	
		Volume des déchets incinérés	selon besoin	F3	
(FP 2) Utiliser l'énergie produite pour cuire des aliments		Volume d'un four de cuisson	$<0.375\text{ m}^3$	F0	
		Volume d'aliments cuits	selon besoin	F3	
		Chaleur produite	à tester		

3 Préconcepts

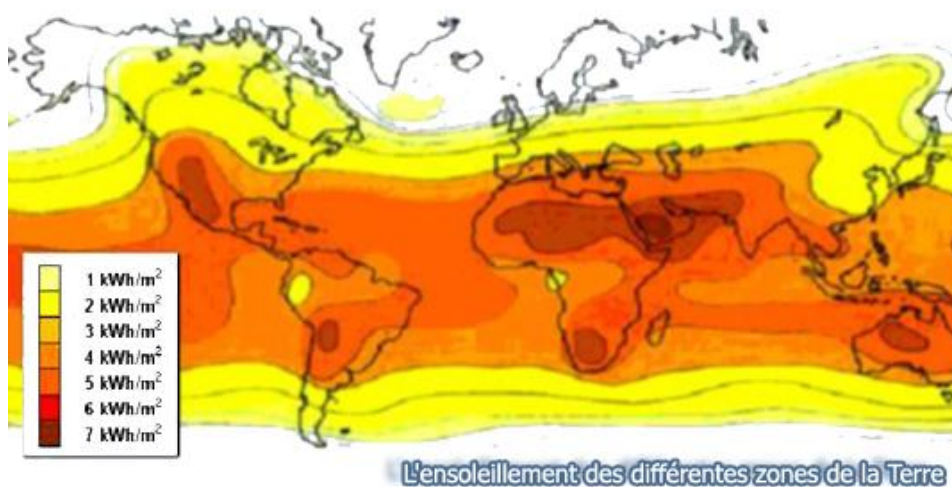
3.1 Concept initial



L'anneau parabolique (1) est composé de miroirs réfléchissant les rayons solaires sur la circonférence (en rouge) du four de combustion (2). Les déchets sont amenés par un système de vis sans fin permettant de doser la quantité de déchets apportée.

La chaleur produite par la combustion transforme l'eau en vapeur qui permet d'actionner une turbine.

Suite à une étude d'implantation possible de ce concept, on s'est rendu compte que pour une utilisation optimale de l'énergie solaire il faudrait principalement l'installer sur le continent africain.



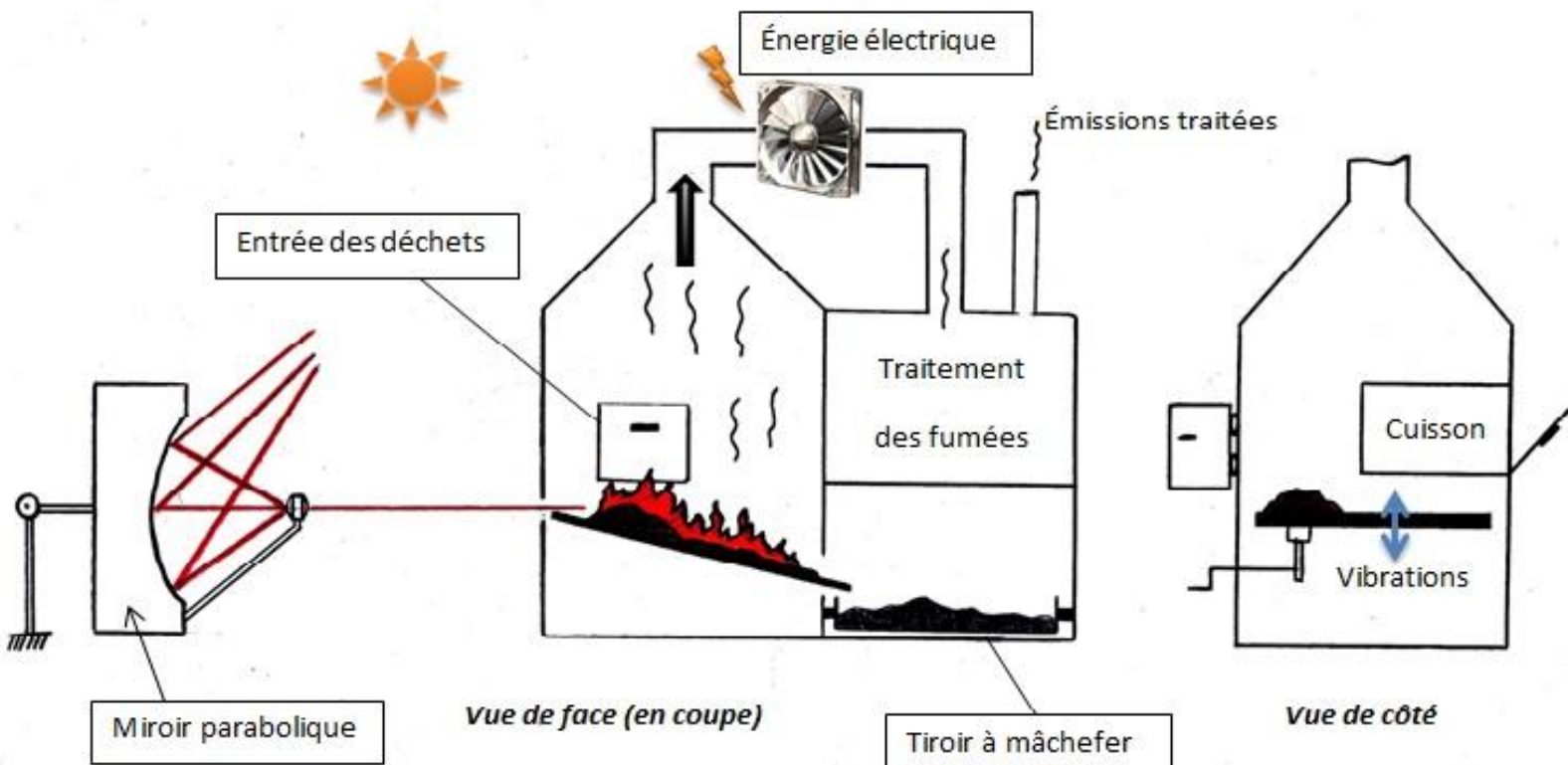
Or dans cette zone une centrale d'incinération de taille identique à celle des pays européens n'a pas de réel avenir.

Ceci nous a conduit à redéfinir nos axes de recherches et partir sur des fours plus petits (communs à quelques familles ou petits villages) et apportant une valeur ajoutée plus adaptée à leurs besoins. Ceci nous a conduit à faire évoluer ce concept.

3.2 Évolution du concept

Dans ce concept la centrale d'incinération est de taille beaucoup plus modeste (3 mètres de haut, 2 mètres de large et 3 mètres de long). La combustion est déclenchée par un faisceau de rayons solaires concentrés et dirigés (à travers une lentille) directement sur les déchets. Ce rayon est obtenu à l'aide d'une parabole (rayon 1m) constituée de miroirs permettant de concentrer la lumière. Après la combustion, une manivelle permet de générer des vibrations pour évacuer les déchets brûlés (mâchefers) vers un tiroir.

Une partie des mâchefers sont réutilisés pour les travaux publics comme remblai de tranchée ou sous-couche de chaussée, mais les résidus solides sont également recyclables par les aciéries.



Les **avantages** de ce four sont multiples :

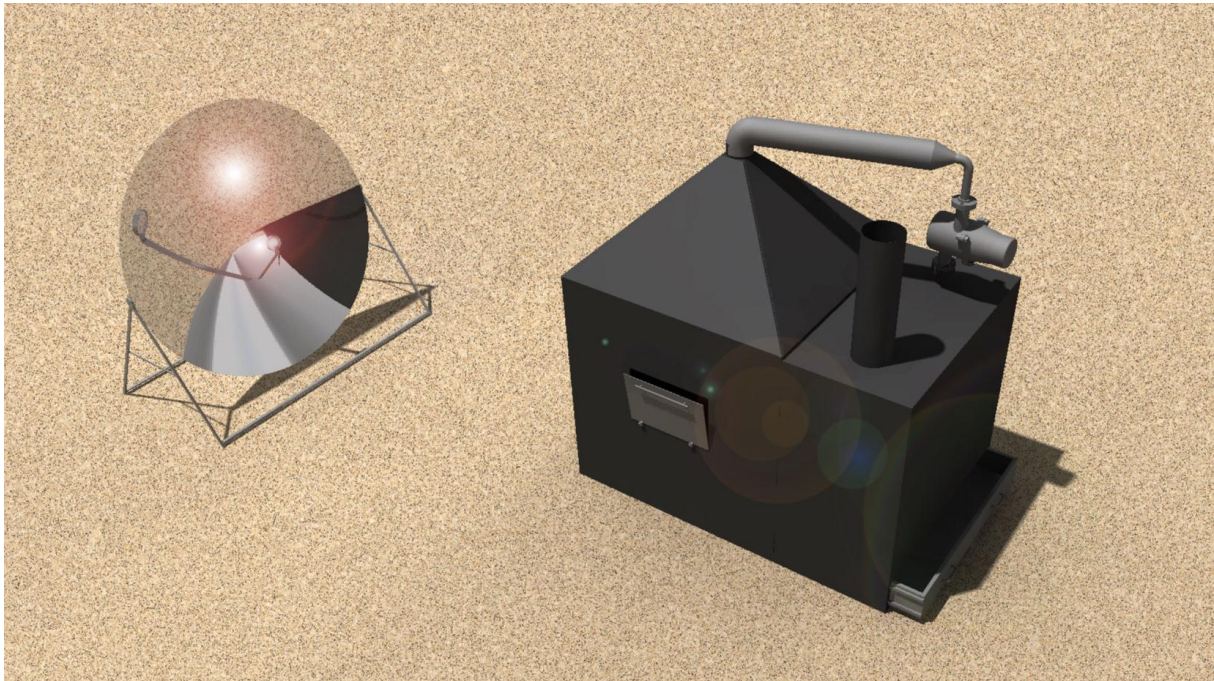
- Le **retraitement des déchets**.
- La **création d'un espace « four de cuisson »** (isolé de la fumée de combustion) permettant aux habitants de cuire leurs aliments en utilisant la chaleur produite par la combustion des déchets.
- La création d'énergie électrique à l'aide d'une turbine permettant de **filtrer les gaz issus de la combustion** à l'aide d'un électro-filtre, respectant ainsi la directive 2000/76/CE.
- La **réutilisation de l'énergie** produite par la turbine (mécanique ou électrique) peut également servir à pomper de l'eau.

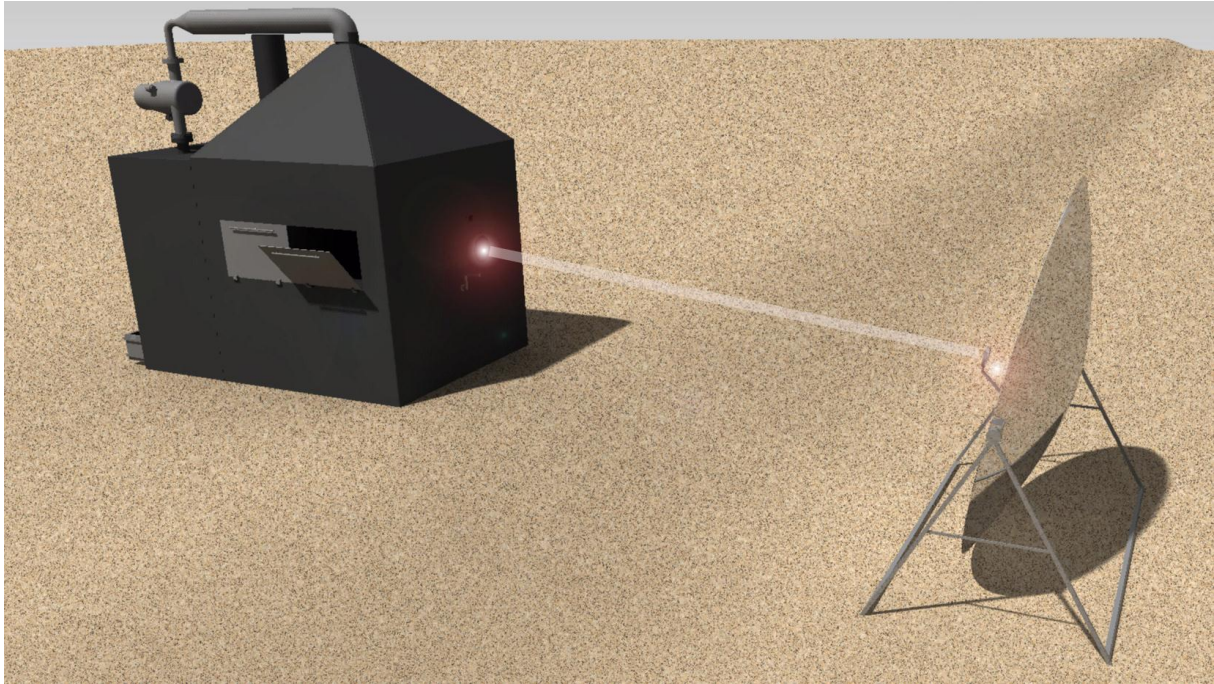
4 Calcul de performance

Dans notre solution, la combustion repose sur le principe d'auto-inflammation des déchets. Sachant que le point d'auto-inflammation du papier se situe à 233 °C et que celui des plastiques se situe entre 400 et 500 °C, nous avons cherché à calculer la température à laquelle nous pouvons porter notre foyer.

En se basant sur un système « barbecue solaire » existant dont la surface de la parabole vaut 0.78 m² et capable d'obtenir une température supérieure à 200 °C, nous avons calculé la température en prenant une surface de 7,07 m² (correspondant à notre parabole de 3 m de diamètre). En se plaçant dans le cas le plus défavorable, nous obtenons une température entre 1000 et 1800 °C, ce qui est donc suffisamment élevé pour démarrer la combustion mais aussi pour assurer son autosuffisance par alimentation dosée des déchets (seuls combustibles).

5 Modèle CAO du concept final





6 Analyse de cycle de vie

6.1 Impact environnemental

L'analyse du cycle de vie est une étude détaillée qui vous fournit les informations nécessaires pour prendre des décisions dans le respect de l'environnement durant la conception du produit. Cette analyse porte sur toute la durée de vie d'un produit qui comprend l'extraction du minerai, la production du matériau, la fabrication, l'utilisation du produit, la mise au rebut en fin de vie, ainsi que toutes les opérations de transport intervenant entre ces différentes étapes.



Cet outil se base sur des indicateurs quantifiant l'impact environnemental de différents matériaux et procédés comme par exemple les éco-labels 95 ou éco-labels 99.

Ce type d'analyse n'est qu'une étude préliminaire d'un projet. En effet, les résultats obtenues au cours de celle-ci seront utilisées par la suite afin de reconcevoir le produit en question ou encore de créer un nouveau concept.

6.1.1 Matériaux

Acier	Masse [kg]
Four	3228
Porte 1	15
Porte 2	15
Porte 3	15
Tuyauterie	10
Total:	3283

Aluminium	Masse [kg]
Parabole	9,59
Bras Parabole	1,18
Pied Parabole	10,61
Total:	21,39

Verre	Masse [kg]
Lentille	0,77
Total:	0,77

	Masse [kg]	EcoFacteur	Total
Acier (Primary Steel)	3283	94	308602
Aluminium	21,39	780	16681,08
Verre	0,77	58	44,892
Total:			325327,97

Masse Totale:	3305,16 kg
----------------------	-------------------

6.1.2 Fabrication

Acier	Superficie [mm2]	Procédés	EcoFacteur	Total
Four/Portes/Parties auxiliaires	30000000	Laminage froid	18	540
	30000000	Découpage	0,00000006	1,8
			Total:	541,80

Aluminium	Masse [kg]	Superficie [mm2]	Procédés	Ecofacteur	Total
Parabole	11,796	868000	Extrusion	72	849,312
			Estampillage	0,000000036	0,031248
				Total:	849,34

Total:	1391,14
---------------	----------------

6.1.3 Assemblage

La base de données des éco-indicateurs que nous utilisons (EI99) ne nous donne aucune information en ce qui concerne l'assemblage.

6.1.4 Emballage

Transport en kit

4 systèmes par camion/conteneur

Objet	Matériaux	Masse [kg]	EcoFacteur	Total
Palette	Bois	22,00	pts/kg 0,04	pts 3,43
Cerclage métallique:	négligé			

Masse du système: 3305,16 kg

Masse de l'emballage: 22,00 kg

Nombre de système: 4

Masse à transporter: 13308,64 kg

6.1.5 Transport

Belfort	Marseille
Distance:	654 km
Type:	Camion 28t
EcoFacteur:	0,022 pts/tkm
Total:	191484,71 pts

Marseille	Dakar
Distance:	3856 km
Type:	Frêt maritime
EcoFacteur:	0,0011 pts/tkm
Total:	56449,93 pts

Dakar	Kédougou
Distance:	689 km
Type:	Camion 28t
EcoFacteur:	0,022 pts/tkm
Total:	201732,37 pts

Total:
449
667,00 pts
112
416,75 pts/système

6.1.6 Recyclage

	Masse [kg]	Procédés	EcoFacteur	Total
Acier	3283	Recyclage	-32	-105056
Aluminium	21,39	Recyclage	-720	-15397,92
			Total:	-120453,92

6.1.7 Bilan

Phase	EcoFacteur
Matériau	325328 pts
Fabrication	1391 pts
Assemblage	0 pts
Recyclage	-120454 pts
Emballage	3 pts
Transport	112417 pts
318	
Total:	685 pts

7 Bilan de l'expérience

Cette expérience nous a permis de découvrir différents aspects de travail :

- Le travail en équipe sur un projet commun
- L'ensemble du processus décisionnel
- Réaliser un projet complet dans un temps imparti court
- La mise en œuvre de la méthodologie de conception (Analyse du besoin, recherches de solutions, analyse fonctionnelle...)
- La coordination des compétences de chaque individu
- La synthétisation de diverses idées en une seule

Plus généralement, ce fut une expérience très enrichissante pour tous. Associant rythme, compétition et capacité de discernement, elle nous a permis de prendre des décisions rapidement tout en étudiant leur faisabilité.