

1ère partie  
Production  
de la vapeur

2ème partie  
Utilisation  
de la vapeur

3ème partie  
Production  
de glace

4ème partie  
Memento  
Technologique

**5ème partie  
vers d'autres  
horizons**



## 5ème Partie "Vers d'autres horizons"

La 5ème partie de la documentation de soleil-vapeur.org regroupe diverses rubriques relatives à l'énergie solaire



Accédez à la  
documentation  
complète de

[www.soleil-vapeur.org](http://www.soleil-vapeur.org)

# CUISSON SOLAIRE: QUELQUES ASPECTS TECHNIQUES

- Quelques poncifs sur l'énergie solaire
- La collecte de l'énergie solaire
- Le transfert
- L'utilisation

## QUELQUES PONCIFS SUR L'ÉNERGIE SOLAIRE

### Vu de Sirius

À la surface de la Terre, le monde vivant est situé entre deux réactions nucléaires. L'une est située au centre de la Terre, ce qui permet à cette dernière d'être à la température que nous lui connaissons, et non pas à la température de l'espace inter-sidéral - si froid que nous ne serions pas là pour nous en rendre compte.

La seconde réaction nucléaire est celle du Soleil qui envoie ses radiations et son énergie dans toutes les directions, y compris vers la Terre. Nous - à savoir: le monde du vivant, y compris les hommes - sommes exposés aux radiations du soleil comme si nous étions à l'intérieur d'un réacteur nucléaire, avec comme seule protection une distance respectable, et une mince couche d'ozone.

Hormis la force gravitationnelle qui provoque les marées, due principalement à l'attraction de la lune, et que l'on considère comme négligeable pour la suite de notre propos, la physique nous enseigne qu'il n'est d'énergie que d'origine nucléaire, toutes les autres «énergies» telles que bois, charbon ou pétrole n'étant que des dérivés.

Il ne sera question ici que de l'énergie venant du soleil, à l'exclusion de la géothermie.

### **Vu de la Terre**

*Au jour le jour*, l'apport d'énergie permet la vie selon un équilibre extraordinairement subtil, selon entre autres un cycle du carbone.

*Sur le long terme*, le Soleil a permis à la Terre de transformer et stocker une partie de l'énergie qu'elle reçoit. Ainsi, à une période dénommée «carbonifère» ont été accumulés d'immenses stocks de charbon.

Le rendement de la transformation de l'énergie solaire en bois puis en charbon paraît au premier abord particulièrement faible (de l'ordre de Un pour Dix Mille ?) mais l'opération a pris du temps, à une échelle qui est hors de nos catégories de pensée : le Carbonifère a duré environ 60 millions d'années, et cela se passait il y a 300 millions d'années.

### **Vu de l'utilisateur**

*Le flux solaire est dilué*, et heureusement, sans quoi nous serions tous brûlés par le soleil.

*La source du flux solaire est (apparemment) mobile*, ce qui compliquera la tâche lorsqu'il sera question de le concentrer

*Le flux solaire est intermittent* en raison de l'alternance jour/nuit, tout à fait prévisible, et des variations de l'état de l'atmosphère, moins prévisible.

## **LA COLLECTE DE L'ÉNERGIE SOLAIRE**

Le soleil nous envoie son énergie sous forme de rayonnement électromagnétique.

Lorsqu'il est collecté par une plante telle que feuille ou brin d'herbe, le rayonnement est partiellement transformé en énergie biochimique via la photosynthèse; lorsqu'il est collecté par une photopile (ce qui est proportionnellement rarissime), il est partiellement transformé en énergie électrique; sinon lorsqu'il rencontre un obstacle il est pour partie réfléchi et pour partie absorbé et instantanément dégradé en chaleur, la répartition entre réflexion et absorption étant variable selon le degré de réflectivité (ou d'absorption) du matériau.

On ne se préoccupe ici que de la collecte du flux solaire dans le cadre modeste -mais vital !- de son utilisation thermique à des fins de cuisson alimentaire.

*Le niveau de température*, par définition, ne convient pas: la cuisson consiste notamment à «briser les molécules» des aliments par la chaleur (voir la rubrique «cuisson et anthropologie», en 5ème partie de la documentation). Si le rayonnement solaire fournissait une température plus élevée, cette transformation serait déjà faite, mais nous ne serions pas là pour en profiter. Il va donc être nécessaire de le concentrer.



*La concentration du flux solaire* implique le fait que les rayons solaires soient réfléchis, ce qui n'est pas du tout évident

- les lois de l'optique concernant la réflexion s'appliquent
- seul le rayonnement direct est utile; le rayonnement diffus, qui vient de partout et repart dans toutes les directions, n'est pas utile
- le fait que la source du rayonnement soit (apparemment) mobile impose un suivi du soleil.

Il est possible d'obtenir un niveau de température un peu plus élevé avec des dispositifs à double vitrage, mais c'est insuffisant pour effectuer une cuisson franche. Le dispositif des tubes à double paroi sous vide (tubes «de Sydney») est parmi les rares dispositifs permettant d'obtenir, sans suivi et en profitant même du rayonnement diffus, un niveau de température suffisant pour la cuisson à l'eau.

*L'intermittence du flux solaire* est cause de bien des mécontentements pour l'utilisateur.

Une installation solaire revêt donc une certaine complexité et un certain coût. Affirmer que l'énergie solaire est gratuite relève de la naïveté et/ou de l'escroquerie, elle n'est pas plus gratuite que le poisson de la mer, le bois ou le pétrole.

La **puissance thermique** d'une installation est fonction de la surface des miroirs de capteur. Le flux énergétique solaire est un flux dilué, qui ne dépasse guère 1000 Watt/m<sup>2</sup>. Pour disposer d'une grande puissance, il faut disposer d'une grande surface de captation.

Le **niveau de température** de l'installation dépend du degré de concentration. Le niveau de température excède rarement quelques dizaines de degrés, ce qui est insuffisant pour notre usage. Une solution consiste donc à concentrer le rayonnement, le niveau de température obtenu étant fonction du degré de concentration.

La **quantité d'énergie** et le **niveau de température** sont deux notions distinctes et non interchangeables. En disposant de 1 mètre cube d'eau à 70° C fournie par des capteurs plans, on dispose d'une grande quantité d'énergie, mais il est très difficile de cuire quelques kg de pâtes alimentaires. En disposant d'une flamme de bougie de quelques centaines de degrés, il est très difficile de faire bouillir un demi-litre de lait. Il faut donc convertir l'énergie solaire en quantité suffisante *et* avec le niveau de température nécessaire pour l'usage que l'on veut en faire.

Les **pertes thermiques** sont la plaie des installations solaires. Le principal problème des capteurs solaires n'est pas tant de collecter l'énergie, que d'éviter de la gaspiller une fois qu'elle a été collectée.

## LE TRANSFERT

La puissance disponible dans un dispositif de cuisson est fonction de la surface de collecte du rayonnement solaire, dont la puissance est au mieux de 1 000 Watt par m<sup>2</sup>.

Le rayonnement peut-être renvoyé directement vers le récipient de cuisson, comme dans le cas des fours solaires ou des cuiseurs-paraboles.

Si l'on souhaite obtenir une puissance de l'ordre de 500 Watt utiles disponibles pour l'utilisateur, il est nécessaire d'augmenter la surface de collecte, puis de transférer la chaleur

jusqu'au point d'utilisation. L'utilisation d'un fluide thermique s'impose, ce qui hélas a pour conséquence de compliquer l'installation, donc d'augmenter son coût, et d'être une première source de pertes thermiques, lesquelles sont la plaie des installations solaires. L'énergie thermique dans les petites puissances de quelques kW, qu'elle soit d'origine solaire ou autre, se transporte difficilement, cf la rubrique sur l'effet d'échelle et ses ravages.

Les pertes thermiques sont fonction de la surface d'échange avec le milieu ambiant, et de la différence de température avec le milieu ambiant. On peut faire l'analogie entre le niveau de température et la pression d'un fluide à l'intérieur d'un tuyau : soit un petit trou dans un tuyau d'arrosage, la quantité d'eau qui s'échappe sera d'autant plus importante que la pression de l'eau y est élevée.

## **L' UTILISATION**

(Il ne s'agit toujours ici que du cadre modeste de la cuisson solaire)

**Un fluide thermique**, malgré le désavantage signalé ci dessus, présente un double intérêt lorsqu'il s'agit de l'utilisation de l'énergie solaire :

- il permet d'apporter l'énergie exactement à l'endroit où il y en a besoin, particulièrement dans le cas de la machine à glace, où la chaleur parvient au cœur du matériau via les échangeurs à ailettes
- dans tous les cas, le fluide thermique quelle que soit sa température permet d'isoler le récipient de cuisson. À titre indicatif : la température d'auto-ignition du coton est de l'ordre de 400° C.

**Le niveau de température** du fluide ne doit pas être trop élevé, afin de limiter les pertes thermiques comme indiqué ci dessus au sujet du transfert.

Une différence de température de quelques petites dizaines de degrés est largement suffisante pour effectuer une cuisson. Dans les cuisines collectives, les marmites à double fond de plusieurs centaines de litres sont chauffées avec de la vapeur à 112° C / 0,5 bar. Il existe depuis peu des récipients à double fond à usage familial qui travaillent à 105° C.

D'autre part, le coût technologique et économique pour chauffer un fluide thermique s'élève rapidement en même temps que son niveau de température (degré de concentration, suivi du soleil...), c'est une raison supplémentaire pour travailler à une température aussi faible que possible. La flamme à 600 ou 800° du feu de bois de l'homme préhistorique, tout comme la flamme d'un gaz à 1800° de l'homme moderne, relèvent d'un gaspillage totalement inutile mais... y a-t-il une autre solution ?

**L'isolation** du récipient de cuisson est indispensable, par les parois verticales et par le dessus, avec des chiffons de coton ou du papier journal froissé.. L'énergie solaire a beau être "gratuite", le fait de soulever un couvercle laisse échapper de précieuses calories. Lors de la migration vers l'énergie solaire, l'utilisateur ou l'utilisatrice n'aura donc plus accès à l'intérieur de son récipient. C'est tout à fait inutile de remuer les aliments en cours de cuisson,, rien ne va attacher au fond du récipient ( dans le cas d'un auto-cuiseur à vapeur, y-a-t-il lieu d'ouvrir le couvercle pour surveiller la cuisson ?), mais cela risque créer une contrariété chez l'utilisateur.

En fait, la migration vers l'énergie solaire pour la cuisson pose bien quelques petits problèmes techniques, mais probablement l'aspect humain qui est le plus délicat à négocier.