



CUISSON ALIMENTAIRE, STERILISATION MEDICALE, PRODUCTION DE GLACE PAR ADSORPTION

**par le groupe solaire thermique à vapeur "soleil-vapeur"
100 à 164 ° C / 0 à 6 bar / 0,5 à 10 kW**

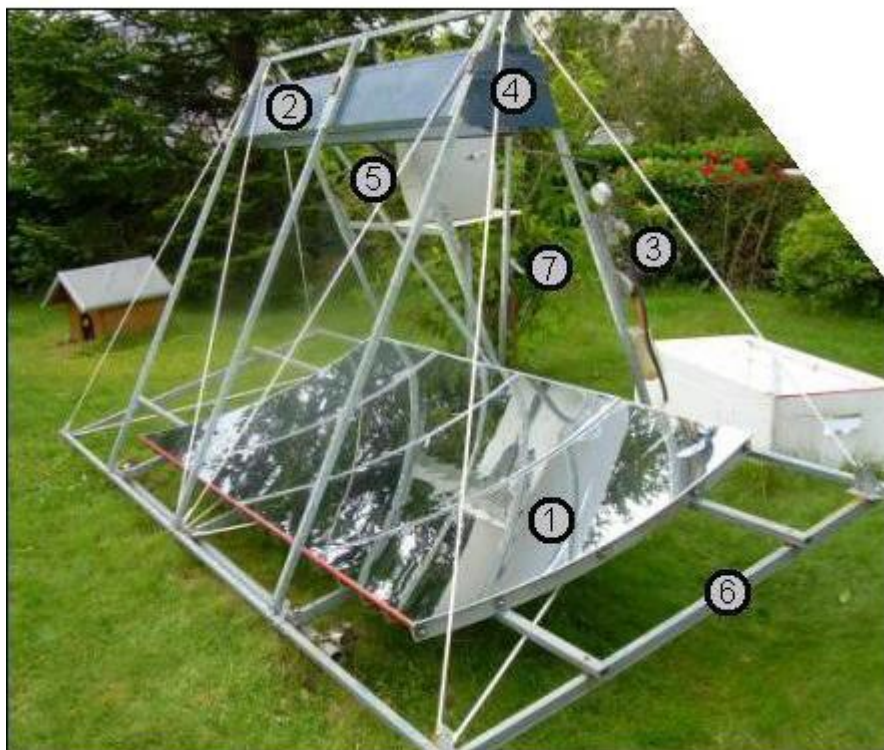
Le groupe solaire thermique à vapeur est conçu pour être utilisé dans les régions à fort ensoleillement direct et aux ressources énergétiques limitées et chères.

De conception rustique, il est à conduite entièrement manuelle, sans recours à aucun automatisme, ni asservissement, ni besoin d'un raccordement électrique.

Le capteur "soleil-vapeur" est destiné à un usage professionnel, artisanal ou collectif.

Ce document présente rapidement le capteur solaire thermique à vapeur (1) et ses différentes utilisations (2)

1) Le capteur solaire thermique à vapeur



1- Miroir cylindro-parabolique orienté Est-Ouest

2- Concentrateur Parabolique Composé, de R. Winston

3- Pompe manuelle d'alimentation de la chaudière

4 Chaudière linéaire (un tube) installée au fond du concentrateur

5- Sortie de vapeur

6- Charpente tubulaire

7- dispositif manuel de pointage du capteur



Le Concentrateur Parabolique Composé, vu par dessous

Le capteur de 2 m² correspond à la plus petite dimension possible, la dimension maximum est de l'ordre de 16 à 20 m², et l'on peut accoupler plusieurs capteurs. Les performances sont alors améliorées plus que proportionnellement aux surfaces de miroir, en raison de l'effet d'échelle inhérent à toute machine thermique. Ainsi le rendement vapeur/soleil est de 33% pour un capteur de 2m² et il dépasse 50% pour un capteur de 16 m².

2- Utilisations de la vapeur

2- a) La cuisson alimentaire avec une plaque chauffante

Le groupe solaire thermique à vapeur permet de faire bouillir de l'eau, d'effectuer toutes les cuissons à l'eau ou à la vapeur à pression atmosphérique, légumes, viandes, braisages, cuisson du riz, etc...

En plus des cuissons alimentaires, le groupe peut être utilisé dans les installations agro-alimentaires : laiteries, abattoirs, semouleries, brasseries, savonneries, distilleries d'huiles essentielles ou la fabrication de biocarburant à partir de *Jatropha Curca* ou autre...



Le récipient de cuisson est posé sur une plaque chauffante en aluminium. La vapeur produite par le capteur circule dans la plaque chauffante, qui est comparable à une plaque de cuisinière électrique. Afin de limiter les pertes thermiques, l'ensemble est déposé dans un caisson isolé.



Avec un capteur de 2 m² et sous un ensoleillement direct de 900 à 950 Watt/m² :

- le groupe permet d'effectuer trois à quatre cuissons de quatre kg de légumes, à l'eau ou à la vapeur à pression atmosphérique.
- le *temps de retour à ébullition du litre d'eau froide* est de 12 à 18 minutes (on fait bouillir quelques litres d'eau dans un récipient; puis on ajoute un litre d'eau froide, et on mesure le temps de retour à l'ébullition. C'est la méthode la plus simple pour évaluer les performances d'un capteur.)
- la puissance *disponible pour l'utilisateur* est de 500 Watt sous forme de vapeur circulant dans la plaque chauffante à l'intérieur de l'isolation, pendant six heures par jour de 9h00 à 15h00 solaires.

La plaque à vapeur a été conçue et mise au point à l'Université Rice à Houston. En fonction des dimensions du capteur, il est possible d'utiliser simultanément plusieurs plaques à vapeur.

Pourquoi un fluide thermique ? Le flux énergétique solaire est un flux dilué, de l'ordre de 1000 Watt/m² au maximum. Pour disposer d'une quantité d'énergie suffisante, il faut la collecter sur une grande surface, et la transférer au point d'utilisation au moyen d'un fluide de transfert thermique. De plus, le fluide thermique porte l'énergie au cœur du dispositif de cuisson, ce dernier peut donc être isolé.

2- b) La stérilisation médicale avec une plaque chauffante

La stérilisation à la vapeur humide est la meilleure méthode de stérilisation du matériel médical. Elle fait partie entre autres de la panoplie des moyens de lutte contre le sida.

Le niveau de température de la vapeur délivrée par le capteur (maximum : 164° C) permet de faire fonctionner un stérilisateur médical classique, de 14 ou 24 litres bruts, par exemple du type wafco.com aux températures réglementaires de 121° C pendant 30 minutes, ou 134° C pendant 18 minutes.



Avec un petit capteur de 2m², sous un ensoleillement direct de 900 W/m², on peut effectuer trois séances quotidiennes de stérilisation avec un stérilisateur de 14 ou 24 litres.

Hormis le fait que l'énergie thermique est fournie par de la vapeur et non par de l'électricité, la conduite du stérilisateur est strictement identique à la conduite usuelle des stérilisateurs médicaux de type N.

La vapeur "fluide thermique" provenant du capteur et circulant dans la plaque chauffante n'est jamais en contact avec la vapeur "fluide de stérilisation" produite à l'intérieur du stérilisateur.

En 2011 à l'Université Rice (Houston / Texas / Etats-Unis) une suite de 27 séances consécutives de stérilisation, exécutées dans les règles, avec bandes-témoins et tests biologiques de contrôle a été menée avec succès. Ces travaux ont fait l'objet d'un article "Validation of the Efficacy of a Solar-Thermal Powered Autoclave System for Off-Grid Medical Instrument Wet Sterilisation" (Validation d'un système d'autoclave fonctionnant à l'énergie solaire thermique pour la stérilisation d'instruments médicaux à la vapeur humide hors réseau [électrique]), dans la revue American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. L'article est disponible à <http://www.ajtmh.org/content/87/4/602.abstract>



On trouvera de nombreux renseignements complémentaires aux mots clé "rice university capteur soleil sterilization"

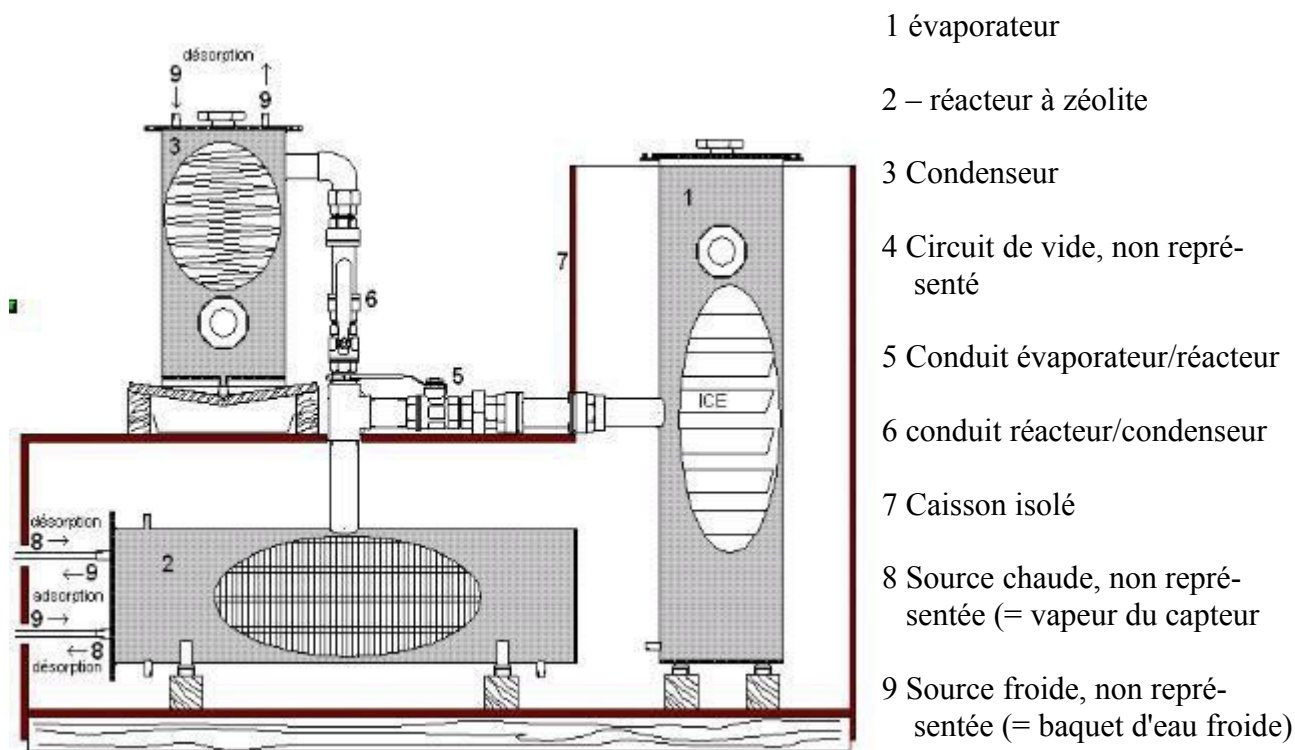
La stérilisation médicale est l'utilisation-phare du capteur, qui justifie à elle seule son utilité.

... et pourquoi la vapeur ? Plusieurs fluides seraient utilisables. Tous comptes faits, c'est la vapeur qui présente le plus d'avantages, malgré quelques petits désavantages irritants pour le néophyte. C'est d'ailleurs le fluide le plus utilisé, celui qui dans dans le monde produit la quasi totalité de l'électricité.

2- c) La production de glace par adsorption -en cours d'expérimentation en 2013

Une machine de production de glace par adsorption, utilisant le couple zéolite/eau, et produisant des galettes de glace est actuellement (printemps 2013) en cours de construction et d'expérimentation. Ce type de machine utilise non pas de l'énergie mécanique comme la quasi-totalité des systèmes de production de froid, mais de l'énergie thermique.

Les résultats obtenus seront probablement disponibles début 2014



plus d'info sur www.soleil-vapeur.org

Les travaux concernant le groupe solaire se sont déroulés principalement dans un cadre associatif qui regroupait initialement quelques personnes de la région de Brest en France. Les progrès ont été rythmés par des rencontres avec des personnes compétentes au bon moment et par les disponibilités financières, privées pour l'essentiel. Il y a eu ainsi une succession de temps forts (premiers jets de vapeur en 1995, brevet pour le dispositif optique du capteur en 1996 en Bretagne, puis plaque chauffante à vapeur en 2010 et stérilisation médicale en 2011 à l'Université Rice de Houston) et de temps plus faibles. À ce jour, cette saga ne connaît pas encore son point final, quelques chapitres restent encore à écrire, particulièrement au sujet de la production de glace.