

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

2ème Partie Liste des chapitres:

Chap I – La plaque chauffante à vapeur

Chap II – Le caisson isolant

► **Chap III – La stérilisation médicale**

Chap IV – La cuisson alimentaire à l'eau et à la vapeur

Chap V – Performances et autres concepts

Chap VI – Autres cuissons agro-alimentaires

Chap VII – Agro-carburants, huiles essentielles....

Chap VIII – Autres modes d'utilisation de la vapeur



Accédez à la
documentation
complète de

www.soleil-vapeur.org

Chapitre III LA STERILISATION MEDICALE

Page

2	I - Le matériel
4	II - Le processus
5	III - Les aspects thermiques de la stérilisation

La stérilisation médicale est l'utilisation-phare du capteur. Elle ne figurait pas au programme initial de soleil-vapeur.org (y avait-il véritablement un programme?). Des premiers essais ont eu lieu avec un petit stérilisateur de 1,5 litre. Mais c'est lors des travaux à Houston, en même temps que la conception et le développement de la plaque à vapeur, que l'accouplement capteur/stérilisateur a été mis au point, jusqu'à faire fonctionner un stérilisateur médical du commerce de 24 litres de contenance brute.

L'utilité de la stérilisation médicale à la vapeur humide à 121° C/1 bar fait l'objet d'un large consensus, renforcé par les besoins de lutte contre le sida, mais il n'est pas de notre compétence d'entrer ici dans ce débat.

Le cheminement des travaux en matière de stérilisation s'est achevé à l'été 2011 par une suite de 27 séances consécutives de stérilisation, exécutées dans les règles, avec bandes-témoins et tests biologiques de contrôle. Il en est résulté la publication 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>

I - LE MATERIEL DE STERILISATION

Le matériel utilisé est tout à fait classique, il s'agit du stérilisateur All American en fonte d'aluminium, fabriqué depuis près de 80 ans par la société Wafco aux Etats Unis (wafco.com/-consumer Products/ Sterilizers), modèles non électriques # 1915X et #1925X



Model 1915X (15 qt/14 liter)

Gross Capacity	15 qt/14 liter
Overall Height	12 1/4" / 31.2cm
Bottom Height	7 3/4" / 19.7cm
Inside Diameter	12 5/8" / 32.1cm
Unit Weight	15 lbs. / 6.8 kg.

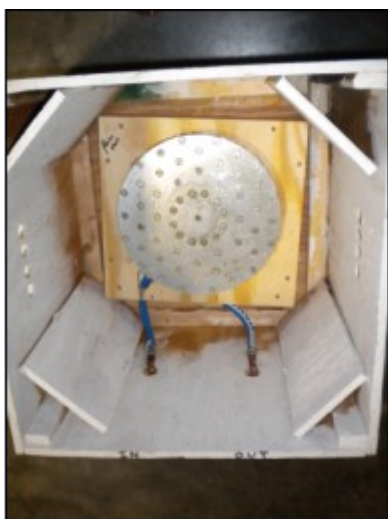


Model 1925X (25 qt/24 liter)

Gross Capacity	25 qt/24 liter
Overall Height	16 3/4" / 42.5cm
Bottom Height	12 1/4" / 31.2cm
Inside Diameter	12 5/8" / 32.1cm
Unit Weight	18 1/4 lbs. / 8.3kg

On trouvera sur le site Wafco.com une description complète

Noter que le modèle 24 litres électrique est livré en version de base avec une résistance de 1050 Watt. Ce chiffre est à rapprocher des 733 Watt évoqués en 1ère partie Chap VI Section III § 4, en soulignant que dans le second cas le stérilisateur est isolé thermiquement.



Plaque à vapeur et caisson isolant:
un des premiers essais



Le stérilisateur dans le caisson



Caisson et stérilisateur en
attente d'installation sur le
capteur.
La soupape et le manomètre
seront découverts en temps
utile, en fin de période de
montée en température.

II - LE PROCESSUS DE STÉRILISATION

le processus de stérilisation fait l'objet d'une réglementation bien précise et disponible sur la Toile, qu'il est inutile de répéter. Il s'agit seulement ici de rappeler les grandes lignes, notamment pour les aspects qui nous concernent..

- Le matériel doit d'abord être soigneusement nettoyé : il est inutile et même nuisible de stériliser du matériel qui n'est pas parfaitement propre.

Le matériel est déposé dans le panier du stérilisateur. On peut préférer utiliser des tambours, comme c'était le cas il y a encore quelques dizaines d'années en France, dans lesquels le matériel stérilisé restera ensuite stocké jusqu'à son utilisation. L'approvisionnement en tambours est désormais impossible en France ou aux Etats Unis, mais on en trouve encore sur des sites Chinois ou Indiens.

- Introduire 600 ml d'eau dans le stérilisateur. On constatera qu'il en reste 300 ml en fin de séance de stérilisation. Les 600 ml sont donc amplement suffisants. Introduire le panier, ou le tambour, avec les moyens de contrôle du bon achèvement de la stérilisation. (bande-test, test biologiques...)

- Graisser très légèrement le couvercle et le corps du stérilisateur avec la graisse à vide. En fait, une noisette de graisse suffit pour plusieurs ouvertures/fermetures.

En refermant le stérilisateur, veiller à ce que le tuyau d'évacuation de l'air soit bien en place à l'intérieur du logement prévu à cet effet dans le panier.

-Serrage des vis : il est inutile de forcer le serrage. L'usage d'une petite clé dynamométrique est fort agréable à l'usage, (on peut s'en procurer chez les revendeurs de cycles qui les proposent aux possesseurs de vélos avec cadre en carbone). En fait le système du joint sec fonctionne très bien, et les appréhensions du néophyte concernant l'étanchéité du couvercle "à joint sec" s'estompent après quelques séances.

- Une fois le stérilisateur posé sur la plaque à vapeur dans le caisson, et enmaillotté dans les tissus de coton, on voit le manomètre commencer à décoller, mais il ne s'agit que de la dilatation de l'air. La montée en température est la phase la plus longue

- Une fois que l'ensemble est à la température de 100° C, il convient d'évacuer l'air contenu dans le stérilisateur. "l'air et l'eau sont les ennemis de la vapeur", cela est valable pour les biologistes comme pour les vaporistes. La procédure consiste à laisser la soupape ouverte pendant 7 minutes, pour que la vapeur chasse l'air. Les 7 minutes ne doivent être décomptées que à partir du moment où l'eau du stérilisateur est bien en ébullition (on peut le contrôler en approchant l'oreille du caisson isolant)

-Poursuivre la montée en température. Lorsque la température/pression 121° C/1 bar réglementaire est atteinte, mener l'aiguille du manomètre au maximum de la plage verte de son cadran, presque à limite de la plage rouge (en évitant toutefois un lever de soupape de sécurité du stérilisateur!). On dispose ainsi d'une marge de manœuvre soit pour parer à un petit passage nuageux, soit pour recharger doucement le bouilleur en eau fraîche à vaporiser pour la séance suivante. Après une demi-heure, une fois la stérilisation achevée, enlever le stérilisateur du caisson, et installer immédiatement le stérilisateur suivant pour une nouvelle séance. Suivre les consignes du constructeur pour l'ouverture du stérilisateur

Il est possible, dans de bonnes conditions, d'effectuer trois séances de stérilisations par jour, à condition de disposer de deux stérilisateur, le stérilisateur de la séance suivante étant introduit dans le caisson isolant dès que celui de la séance précédente en est sorti.

III - ASPECTS THERMIQUES

DE LA STERILISATION

En restant dans notre rôle de pourvoyeur d'énergie thermique, il est intéressant de noter les éléments suivants :

La capacité thermique massique de l'eau est de 4,18 kJ/kg/°C

La capacité thermique massique de l'aluminium est de 0,942 kJ/kg/°C

Acier : 0,477 ; Verre : 0,8

Soit un stérilisateur All American en aluminium de 14 litres brut, poids 8,3 kg chargé de 2,5 kg de matériel métallique et 0,7 kg d'objets en verre.

Stérilisateur plus panier	9,0 kg x 0,942 =	8,478 kJ/°C
---------------------------	------------------	-------------

Eau	0,6 kg x 4,18 =	2,508
-----	-----------------	-------

Acier	2,5 kg x 0,477 =	1,192
-------	------------------	-------

Verre	0,7 kg x 0,8 =	<u>0,56</u>
-------	----------------	-------------

total		13,655 kJ/°C, dont il faut élever la température
-------	--	--

de 25 à 121 °C, soit 13,655 x (121-25) = **1 257 kJ**, hors pertes thermiques

Soit un récipient ordinaire avec couvercle, chargé de 4 kg de pommes de terre(3,85 kJ/kg/°C) et un demi-litre d'eau, pour une cuisson à la vapeur

Récipient et panier	2,0 kg x 0,477 =	0,954
---------------------	------------------	-------

Couvercle	0,6 kg x 0,8 =	0,480
-----------	----------------	-------

eau	0,5 kg x 4,18 =	2,090
-----	-----------------	-------

pommes de terre	4,0 kg x 3,85 =	<u>15,4</u>
-----------------	-----------------	-------------

total		18,924 kJ/°C, dont il faut élever la température
-------	--	--

de 25 à 100° C, soit 18,924 x (100-25) = **1 419 kJ**, hors pertes thermiques

On peut utiliser un stérilisateur de 24 litres (1,5 kg de plus que le stérilisateur de 14 litres), ou doubler le poids de matériel, cela ne changera pas beaucoup la donne.

On peut donc retenir que la *quantité d'énergie thermique* pour une séance de stérilisation n'est pas supérieure à celle nécessaire pour une cuisson. Mais encore faut-il disposer du *niveau de température* suffisant, et c'est précisément sur ce point que le capteur de soleil-vapeur est spécifiquement performant. La limitation de son flux de vapeur à 6 bar/164° C est fixée non pas en raison des capacités thermiques du capteur, mais en raison des caractéristiques des matériels utilisés pour le construire. Il n'est que de changer de matériel, et l'on peut modifier le tarage de la soupape de sécurité et le niveau de température disponible. Mais cela coûterait cher, et c'est tout à fait inutile pour les usages de cuisson (130° en sortie de capteur suffisent) ou de stérilisation médicale (150° en sortie de capteur).

En conclusion, le couplage du capteur et du stérilisateur fonctionne selon les lois de la physique, comme d'ailleurs la totalité de l'installation solaire thermique à vapeur.