



COMMUNICATION INTERNE

LA REFRIGERATION SOLAIRE A ADSORPTION



36^{ème} Salon International des Inventions des Techniques et Produits Nouveaux

Genève-Palexpo – 2 au 6 avril 2008

Yverdon, le 9 avril 2008



Introduction

Le 36^{ème} Salon International des Inventions, des Techniques et Produits Nouveaux de Genève s'est tenu du 2 au 6 avril 2008 à Palexpo, sous le haut patronage du Président de la Confédération Suisse, de l'Etat et de la Ville de Genève, ainsi que de nombreux organismes nationaux et internationaux.

Avec plus de 700 exposants de 45 pays et 70'000 visiteurs, il est le plus grand et le plus important Salon mondial consacré à l'innovation.

Chaque année, 1'000 inventions inédites sont présentées par des entreprises industrielles et commerciales, des chercheurs et inventeurs, des universités et organismes privés et d'Etat.

Le Salon International des Inventions de Genève est le lieu de rencontre idéal entre exposants et investisseurs, industriels et agents commerciaux pour une diffusion rapide des inventions sur un plan international.

L'attribution du Grand Prix du Salon et de 49 prix spéciaux donne à chaque invention une chance d'être immédiatement reconnue à sa juste valeur.

Projet

Forte de la recherche fondamentale et des modélisations sur les transferts "Solide/Fluide" effectuées par le Professeur Michel PONS du CNRS-LIMSI (Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur - France), l'équipe du Professeur Philippe DIND du Laboratoire d'Energétique Solaire et de Physique du Bâtiment de l'Institut de Génie Thermique de la HEIG-VD (LESBAT) a mis au point un réfrigérateur solaire à adsorption permettant de créer du froid solaire. L'évaporation d'un fluide frigorigène (eau), génère un abaissement important de la température dans le réfrigérateur et crée un stock de glace. Cette évaporation est possible grâce à l'appel d'un adsorbant (zéolite) situé dans le capteur solaire thermique. Tout ce processus se déroule sans aucune pièce mécanique en mouvement, ce qui limite fortement les risques de panne. De plus, le système est écologique, fiable et ne consomme pas d'énergie fossile (pas de dégagement de CO₂).

Les dix années de recherche au sein de la HEIG-VD ont été faites en étroite collaboration avec l'ONG CEAS (Centre Ecologique Albert Schweizer) établie à Neuchâtel et au Burkina Faso. Un transfert de compétence entre les deux établissements a permis au CEAS d'acquérir les qualités pour fabriquer des réfrigérateurs solaires à adsorption. Cependant, le CEAS ne peut pas envisager de commercialiser ce produit à l'échelle mondiale. Pour cette raison, les LESBAT s'est approché de l'entreprise SOLAREF (F) afin de lancer une telle commercialisation. Le concept de commercialisation imaginé par SOLAREF est de type "coopératif". Ainsi, SOLAREF produira les éléments sensibles du réfrigérateur solaire (éléments sous-vide) et les enverra dans des centres d'assemblage et de services. Ces centres emploieront de la main-d'œuvre locale formée par SOLAREF et garantiront l'assemblage, la mise en service et le service après-vente des réfrigérateurs.

////////////////////////////////////

C'est grâce à un brevet déposé par Le LESBAT et intitulé « dispositif générateur de froid à adsorption et clapet de retenue monté sur ce dispositif » (PCT/CH2007/000307 du 20 juin 2007) que les portes du Salon International des Inventions se sont ouvertes à la HEIG-VD. Le stand a été cofinancé par la HEIG-VD et par SOLAREF.

Palmarès du 36^{ème} Salon International des Inventions

Le palmarès du Salon a récompensé le LESBAT des années de recherche et développement par l'attribution de trois prix :

- MEDAILLE D'OR DU SALON AVEC LES FELICITATIONS DU JURY
- PRIX EBN DE L'INNOVATION EUROPÉENNE (Réseau des centres européens d'entreprise et d'innovation)
- PRIX DE LA FÉDÉRATION NATIONALE DES ASSOCIATIONS FRANCAISES D'INVENTEURS – FNAFI

Principe de fonctionnement du réfrigérateur

L'adsorption est le phénomène qui apparaît lors de l'établissement d'un équilibre entre un gaz et un solide. La concentration des molécules du gaz est toujours plus grande à proximité de la surface du solide que dans la phase gazeuse. Ainsi, dans tout solide, les atomes de surface sont sujets à des forces d'attraction non compensées, perpendiculaires à la surface. L'équilibre de ces forces est partiellement rétabli par l'adsorption des molécules gazeuses.

Il est fréquemment parlé de couple lorsque l'on fait référence à l'adsorption. Le couple est composé d'un adsorbant (solide) et d'un adsorbat (liquide faisant office de fluide frigorigène).

Les corps utilisés en tant qu'adsorbants sont généralement des corps qui présentent une très grande surface extérieure. Nous pouvons citer les alumines activées, les charbons actifs, les gels de silice et les zéolites. Le choix de l'adsorbant se fera en fonction de la température désirée au niveau de l'évaporateur et de la température à disposition au niveau de la source chaude (capteur solaire). L'autre partie du couple (l'adsorbat) doit répondre à deux conditions essentielles : posséder une grande chaleur latente d'évaporation et être constituée de petites molécules, facilement adsorbables. Les fluides possédants ces caractéristiques sont notamment l'eau, l'ammoniac, le méthanol et le dioxyde de carbone. En plus de ces deux conditions à caractères "physiques", il faut prendre en considération la nature du fluide ainsi que sa dangerosité (inflammabilité, toxicité,..). Nos applications ont utilisé successivement les couples charbon actif-méthanol, silicagel-eau et zéolite-eau.

L'utilisation de ces couples impose un niveau de vide moyen (10^{-3} mbar) afin de diminuer au minimum la présence de gaz incondensables pouvant obstruer le passage des vapeurs d'adsorbat.

Le cycle fonctionne par intermittence, car le froid est produit seulement durant la nuit.

Les réfrigérateurs tels que conçus dans nos développements comportent quatre éléments principaux :

- **Le capteur-adsorbeur** : partie contenant l'adsorbant qui est chauffé par le rayonnement solaire, avec pour effet la désorption de l'adsorbat.
- **Le condenseur** : cet élément sert à condenser les vapeurs d'adsorbat désorbées dans le capteur-adsorbeur.
- **L'enceinte frigorifique** : cet élément est la partie utile du réfrigérateur, composée de l'enceinte isolée et de l'évaporateur comprenant l'adsorbat sous forme liquide et solide.
- **La vanne autonome** : organe permettant de séparer la partie haute pression de la partie basse pression. Cet organe développé au LESBAT est automatique et ne possède aucune électronique (modèle déposé).

La figure 1 présente le prototype industrialisable de réfrigérateur solaire à adsorption développé au LESBAT. Nous pouvons voir sur cette photographie les quatre éléments décrits ci-dessus :



Figure 1 : Vue d'ensemble du réfrigérateur solaire à adsorption développé par le LESBAT (réfrigérateur testé dans un centre de santé en Erythrée dès l'automne 2005)

Le réfrigérateur solaire fonctionne selon un cycle thermique à adsorption. Le cycle est défini en quatre phases distinctes comme expliqué dans le tableau ci-après.

Phase	Descriptif	Schéma	Diagramme
Chauffage isostérique ¹ (8h-10h)	Le rayonnement solaire chauffe le capteur-adsorbent. La pression de vapeur et la température augmentent dans le système.		
Désorption (10h-16h)	Lorsque la pression de saturation correspondant à la température du condenseur est atteinte, les vapeurs se condensent et s'écoulent vers l'évaporateur.		
Refroidissement isostérique (16h-19h)	Lorsque l'ensoleillement diminue, le capteur se refroidit et la pression diminue dans le système pour atteindre la pression de l'évaporateur. Le refroidissement est favorisé par l'ouverture d'un volet d'aération en face arrière du capteur-adsorbent.		
Adsorption – production de froid (19h-8h)	En continuant son refroidissement, l'adsorbant se trouve physiquement en déséquilibre et va se "recharger" en adsorbant la vapeur contenue dans le système. Cette vapeur est produite par évaporation du liquide se trouvant dans l'évaporateur, en produisant l'effet frigorifique désiré. Lorsque la température dans l'évaporateur atteint le point de congélation, il y a formation d'un stock de glace qui permet à l'enceinte de rester à basse température pendant la journée suivante, éventuellement plusieurs jours (2-3) en cas de conditions météorologiques défavorables.		

¹ isostérique : concentration constante d'adsorbant dans l'adsorbant



Contacts

HEIG-VD

Laboratoire d'Energétique Solaire et de Physique du Bâtiment (LESBAT)

Stéphane Citherlet – Catherine Hildbrand

Av. des Sports 14

CH-1400 Yverdon-les-Bains

+41 (0)24 557 63 54

stephane.citherlet@heig-vd.ch ; catherine.hildbrand@heig-vd.ch

<http://igt.heig-vd.ch>

SOLAREF

4, Avenue du Pré de Challes

F-74 940 Annecy-le-Vieux

+33 (0) 628 376 344

info@solaref.com

www.solaref.com

CEAS

Rue de la Côte 2

CH-2000 Neuchâtel

+41 (0)32 725 08 36

info@ceas.ch

www.ceas.ch