

Comment aborder le problème du stockage de l'énergie solaire?

Autor(en): **Keller, Lucien / Javet, Philippe**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **102 (1976)**

Heft 15

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72944>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

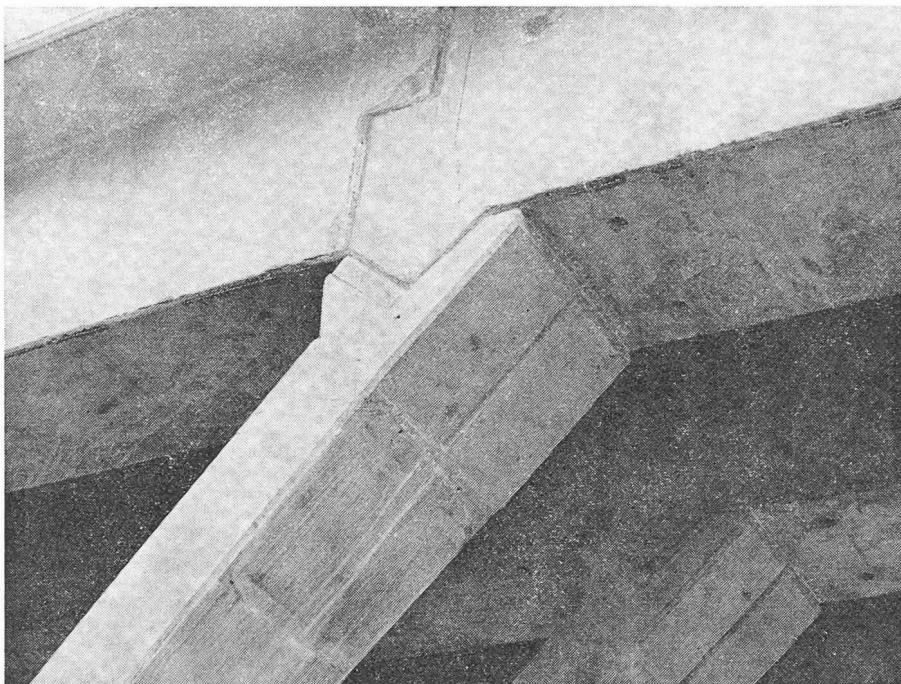


Fig. 7. — Vue des béquilles intérieures après la fin des travaux.

Ont collaboré à cette réalisation :

Maitre de l'ouvrage : Bureau des autoroutes du canton de Vaud
 Section des ponts : M. Fleischer
 Direction locale des travaux, Aigle

Ingénieur : Schalcher & Associés, Lausanne

Entreprise : Stahlton SA, Lausanne
 Application des matières plastiques et travaux spéciaux

Coupage du béton : Conrad Zschokke SA, Lausanne

Adresses des auteurs : Hans-Ulrich Frey, ingénieur EPFZ
 c/o Schalcher & Associés
 Ch. de Malley 12
 1007 Lausanne

Gilbert-M. Rapin, ingénieur EPFL
 c/o Stahlton SA
 Av. de Tivoli 58
 1000 Lausanne 20

Comment aborder le problème du stockage de l'énergie solaire ?

par LUCIEN KELLER et PHILIPPE JAVET, Lausanne

Le problème complexe du stockage de l'énergie solaire est souvent mal compris ou mal posé, ce qui conduit à des réalisations n'ayant que peu de chances de fonctionner correctement et ne répondant pas aux désirs de leurs utilisateurs. Ce genre de réalisation constitue une dépense inutile et ne peut que mener à des désillusions certaines.

Comme exemple de la manière dont il faudrait poser le problème, prenons le cas du stockage thermique, et plus précisément le cas du stockage des besoins en chaleur domestique sous des climats tels que celui de la Suisse.

Considérons une année divisée en quatre périodes : été, automne, hiver et printemps. Les besoins en eau chaude seront approximativement constants tout au long de l'année. Les besoins en chauffage seront nuls en été, faibles en automne et au printemps, forts en hiver. Quant à l'insolation, elle sera forte en été, moyenne en automne et au printemps, faible en hiver. De plus, et cela est primordial, les périodes de mauvais temps sont courtes (un ou quelques jours) en été, mais sont le plus souvent longues (une à plusieurs semaines) pendant les autres saisons, durant les-

quelles les conditions météorologiques peuvent d'ailleurs différer notablement d'une année à l'autre.

On constate immédiatement qu'un stockage permettant de couvrir les besoins pendant une ou quelques semaines n'a pas une bien grande utilité : il est superflu en été et insuffisant durant les périodes de chauffage, car, puisque l'insolation durant cette période est relativement faible, il faudrait une période de beau temps très longue pour l'amener à un niveau de température utilisable. L'expérience a d'ailleurs confirmé ce fait : à la fin de l'été le stock est « plein », après la première période de mauvais temps il est « vide » et par la suite il n'est plus possible, sauf cas exceptionnel, de le « remplir ».

Le stockage sur une période plus courte (un à quelques jours) permettra de satisfaire les besoins pendant un certain nombre de jours sans soleil. Les dimensions de ce stock, ainsi que sa fonction, devront être déterminées au vu des conditions météorologiques et de celles de prélèvement. Ce genre de stockage peut par exemple assurer la production d'eau chaude en été et pendant une partie de l'automne et du printemps, permettant ainsi d'éviter l'utilisation des chaudières à mazout pour la seule préparation d'eau chaude.

Une analyse détaillée des conditions météorologiques locales permet de fixer la dimension optimale du stock et de déterminer sa durée de travail.

Le stockage à long terme (une année) permettra d'assurer à tout moment le chauffage et éventuellement la production d'eau chaude, ceci en emmagasinant de l'énergie tout au long de l'année, mais surtout en été, pour la libérer essentiellement en hiver.

Nous pouvons donc retenir deux problèmes entièrement différents : le stockage à court terme et le stockage à long terme.

Il existe actuellement deux possibilités techniques pour stocker de l'énergie sous forme de chaleur :

- celle faisant appel aux chaleurs spécifiques de certains corps tels l'eau ou les matériaux pierreux¹.
- celle faisant appel à une transformation physique ou chimique, telle que la fusion par exemple.

Un calcul précis du prix de ces diverses méthodes de stockage est à l'heure actuelle difficile, des résultats expérimentaux précis faisant encore défaut. Nous pouvons néanmoins proposer les valeurs suivantes qui tiennent compte du volume à construire, de l'isolation nécessaire et du matériau utilisé² :

- stockage à l'aide d'eau : 11,5 Fr. s./kWh stockable
- stockage à l'aide de blocs de rocher : 26 Fr. s./kWh stockable
- stockage à l'aide d'énergie latente de fusion : 11 Fr. s./kWh, ce dernier prix pouvant varier assez considérablement suivant les propriétés et le prix du composé envisagé.

Ces prix doivent être comparés au prix actuel de l'énergie qui varie entre 0,03 Fr. s./kWh environ pour le mazout et 0,15 Fr. s./kWh environ pour l'électricité. On constate donc que le prix du stockage est très élevé ; cependant, un stock peut être utilisé à plusieurs reprises ; le coût réel du stockage sera donc inversement proportionnel au nombre de cycles charge-décharge de ce stock. Ainsi, si l'on admet 50 cycles par an et un taux annuel d'intérêt-entretien de 10 %, le prix du stockage à l'aide d'eau tombe à quelque 0,25 Fr. s./kWh sur une année et à environ 0,036 Fr. s./kWh sur dix ans, ce qui est raisonnable. Le stockage à long terme,

¹ Les murs et dalles d'un bâtiment conviennent par exemple parfaitement pour restituer durant la nuit l'énergie accumulée pendant le jour. Cependant leur faible capacité thermique ne permet guère d'envisager une durée de stockage supérieure à quelques heures.

² Bases du calcul : stock cubique de contenu 30 000 kcal (34,9 kWh). Intervalle de température utilisable : 30° C. Coût de la construction : 250 Fr. s./m³. Coût de l'isolation : 25 Fr. s./m².

Eau : chaleur spécifique : 1 kcal/kg °C ; prix : 0,0 Fr. s.
Blocs de rocher : chaleur spécifique : 0,2 kcal/kg °C ; densité : 2 kg/l ; prix : 0,0 Fr. s.

Matériau fusible : chaleur latente de fusion : 50 kcal/kg ; chaleur spécifique : 0,4 kcal/kg °C ; densité : 1,5 kg/l ; prix : 0,5 Fr. s./kg.

Le prix des échangeurs n'a pas été inclus, faute de données en particulier pour les matériaux fusibles.

caractérisé par un seul cycle par an, conduit à un coût de 1,78 Fr. s./kWh sur dix ans, ce qui est considérable.³

Pour le stockage à long terme il s'agit donc de trouver des solutions moins coûteuses. On peut d'ores et déjà exclure les méthodes de stockage faisant appel à des transformations physiques ou chimiques, car le coût du matériau est loin d'être négligeable (sauf dans le cas de la synthèse d'un combustible comme l'hydrogène par exemple). Restent les méthodes faisant appel à la chaleur spécifique de matériaux très bon marché. Deux directions semblent actuellement envisageables : le stockage de la chaleur dans le sol et le stockage dans d'immenses réservoirs d'eau construits de manière économique. Dans les deux cas les installations de stockage devront être de dimensions très importantes pour les raisons suivantes :

- les frais de construction spécifiques au stock (prix par m³) diminuent avec l'augmentation des dimensions du stock ;
- le rapport surface/volume, qui détermine les pertes thermiques du stock et par conséquent ses besoins en isolation, diminue également avec l'augmentation des dimensions. Cependant, les pertes du système capteurs-stock-distribution augmenteront à partir d'une certaine taille du stock à cause de l'allongement des distances de transport. Une fois de plus il s'agira de trouver un optimum qui pourra varier d'un cas à l'autre⁴. Les divers systèmes et les valeurs numériques auxquelles ils conduisent sont actuellement à l'étude⁵.

Dans l'état actuel des connaissances le stockage à long terme pour une maison isolée est une utopie que seuls de riches idéalistes ou des bricoleurs disposant de suffisamment de place pourront réaliser. Pour ce genre de stockage il faut donc ne prendre en considération que des ensembles d'habitation d'une certaine importance, leur grandeur minimum restant à être déterminée. Le stockage à court terme par contre est aujourd'hui déjà techniquement et économiquement possible à grande ou petite échelle et pourra faire appel soit à la méthode des chaleurs spécifiques, soit à celles des transformations physiques ou chimiques.

Adresse des auteurs :

Lucien Keller et Philippe Javet
Institut de génie chimique de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
Rue du Centre 140
1025 Saint-Sulpice

³ Exemple : une maison qui brûlerait 6 tonnes de mazout par an si elle était chauffée traditionnellement nécessiterait un stock d'environ 7·10⁴ kWh, ce qui coûterait plus de 500 000 Fr. s. et correspondrait à un volume de 2000 m³ si l'on admet une différence de température utilisable de 30° C.

⁴ Il est clair que ces stocks devront être suffisamment grands pour pouvoir couvrir tous les besoins de la période de chauffage et que les surfaces de captage devront être calculées en conséquence. En effet, si pour une raison quelconque (stock ou surface de captage trop petits par ex.) le stock se trouve vidé avant la fin de cette période il sera impossible de le ramener à un niveau de température utilisable avant l'été.

⁵ EPFL ; projet d'école « Energie », groupe « Energie solaire ».

Divers

Le Tram à Genève

Le réseau des transports urbains genevois est le plus important de Suisse et seuls les Chemins de fer fédéraux et Rhétiques présentent une plus grande extension. Naguère, son exploitation était essentiellement ferroviaire et a fait appel à un matériel roulant extrêmement varié.

Il manquait jusqu'alors à ce réseau les annales permettant de suivre son développement de 1862 à nos jours, de retrouver les caractéristiques des motrices ou des remorques, ou, plus simplement, de s'attarder à rêver sur les documents d'une époque révolue où automobiles, motos et vélo-