

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 112 (1986)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Applications de l'énergie solaire en développement  
**Autor:** Kesselring, Paul  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-75972>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

que et ceux de l'administration réapprennent à parler le même langage.

### 3.5 Engagement politique

Puisque la construction est devenue un sujet politique, les bâtisseurs doivent se mettre à la politique. Il est nécessaire que les ténors et les entrepreneurs du domaine de la construction sortent de leur réserve pour défendre publiquement leurs positions de façon crédible et pour documenter leurs convictions. Il est vrai qu'on trouve au Parlement plus d'ingénieurs civils ou agronomes que de méca-

niciens ou d'électriciens. La présence de la construction doit toutefois être renforcée à tous les échelons. L'animosité témoignée aux activités de construction exige la participation des bâtisseurs à tous les grands débats intellectuels et politiques de notre temps. Les problèmes de la construction ne constituent qu'une facette de la problématique complexe de notre temps. Elle touche à des questions économiques, socio-politiques, au mode de vie, aux rapports du citoyen avec l'Etat, entre autres. L'économie énergétique, les transports, la science et l'indus-

trie connaissent des problèmes analogues. Il n'y a pas *mon* problème, *ton* problème et *son* problème: il y a *nos* problèmes. C'est pourquoi les solutions doivent être cherchées en commun.

Adresse de l'auteur:

Michael Kohn, ing. civil SIA  
Hohenklingenstrasse 10  
8049 Zurich

Traduction: Jean-Pierre Weibel

## Applications de l'énergie solaire en développement

par Paul Kesselring, Urdorf

**Dans le domaine du transport et du stockage saisonnier de l'énergie solaire comme dans celui de la production solaire d'électricité, on assiste actuellement à des développements importants et prometteurs. Il faut toutefois se garder de susciter maintenant déjà des espoirs démesurés en un succès technique et économique à court terme, car cela pourrait conduire à un réveil brutal. Bien qu'un optimisme prudent soit tout à fait de mise, le succès n'est pas garanti.**

### 1. Quelles sont les possibilités de stockage saisonnier de la chaleur?

La Suisse consacre grosso modo la moitié de l'énergie qu'elle consomme au chauffage des locaux et à la préparation d'eau chaude. Comme ces applications ne demandent qu'une température de travail modérée, elles conviennent bien aux utilisations active et passive de l'énergie solaire. Mais il y a une difficulté: le soleil brille surtout en été, tandis que c'est en hiver qu'on a le plus besoin de chaleur. Il faudrait donc pouvoir stocker pendant plusieurs mois la chaleur d'origine solaire produite en été; ce n'est pas une petite affaire! On connaît les bouteilles thermos qui maintiennent le café chaud pendant quelques heures. Les chauffe-eau à accumulation retiennent la chaleur pendant 24 heures environ. Des réservoirs isolés tout à fait analogues sont utilisés couramment pour stocker l'énergie solaire pendant un à deux jours dans les installations de production d'eau chaude sanitaire.

Si l'on veut, au contraire, stocker de la chaleur pendant des mois (stockage saisonnier), le volume du réservoir doit être beaucoup plus grand pour que les pertes thermiques restent dans les limites acceptables. On étudie actuellement par le calcul et l'expérience ces gros accumulateurs thermiques de plusieurs milliers de m<sup>3</sup>. Le matériau de stockage est en général de la terre ou l'eau d'une nappe phréatique. Bien entendu, cette dernière

doit être presque ou même complètement immobile et l'eau qu'elle contient impropre à la consommation. On ne connaît pas encore le prix de la chaleur que délivreront de tels réservoirs. On sait seulement aujourd'hui que leur taille devra être très grande; l'un d'eux devra être en mesure, par exemple, de couvrir à lui seul la consommation hivernale de chaleur de centaines de logements.

Mais il y a aussi d'autres moyens de résoudre le difficile problème du stockage saisonnier de l'énergie solaire. Sans aucun doute, la nature nous montre la voie la plus élégante:

Quand nous brûlons du bois, nous libérons l'énergie solaire que la photosynthèse a fixée. Malheureusement, le rendement de ce processus photochimique de stockage est bien faible: 0,1% en moyenne annuelle. On recherche actuellement des processus photochimiques artificiels plus favorables; le stade des recherches fondamentales n'a cependant pas encore été dépassé.

Il existe une autre façon de parvenir au même but; c'est le recours aux températures élevées. On peut obtenir 1000 degrés centigrades et même plus en concentrant la lumière solaire avec des miroirs, comme avec la loupe de notre enfance. A ces températures se produisent des réactions chimiques qui peuvent être utilisées pour le stockage d'énergie. Ainsi, par exemple, on est arrivé, par une chaîne de réactions, à dissocier l'eau en hydrogène et oxygène. L'hydrogène gazeux peut être stocké, puis utilisé

comme combustible. L'étude de ces processus solaires à haute température en est aussi à ses débuts et le résultat des développements en cours est incertain.

L'électrochimie offre encore une troisième possibilité. Au moyen, par exemple, d'électricité solaire (voir ci-dessous), on peut dissocier électrolytiquement l'eau en hydrogène et oxygène. Actuellement, on étudie aussi dans plusieurs pays les aspects spécifiquement solaires de cette technique qui, bien sûr, n'est pas limitée à l'électricité d'origine solaire.

Donc:

- La photochimie et la chimie des hautes températures sont des applications plus sophistiquées de l'énergie solaire que la production de chaleur à basse température. Car, contrairement à cette dernière technique, elles tirent pleinement profit de la haute valeur de l'énergie solaire. A partir du rayonnement solaire, qui est de nature fugace, on obtient un combustible, par exemple de la biomasse ou de l'hydrogène, que l'on peut stocker aussi longtemps et transporter aussi loin que l'on veut. Ces processus permettent donc aussi, en principe, de transporter l'énergie solaire des tropiques vers les zones plus froides de notre globe.
- L'étude de ces applications avancées de l'énergie solaire n'en est encore qu'à ses débuts. Sans conteste, il s'agit ici de perspectives à long terme; les possibilités sont immenses en principe et clairement reconnaissables. C'est l'avenir qui nous dira si les développements techniques peuvent conduire à des solutions pratiques et acceptables du point de vue économique. En cas de succès, ces techniques pourraient supplanter le pétrole dans plusieurs des fonctions qu'il remplit aujourd'hui.

### 2. Le courant électrique d'origine solaire et son stockage

Le courant électrique est une autre forme d'énergie de haute valeur facile à transporter (mais difficile à stocker). Sa production à partir de l'énergie so-

laire est plus avancée au plan technique que le stockage chimique. Comme pour ce dernier, il y a la voie directe de la production photovoltaïque d'électricité et le détour par les hautes températures des «centrales héliothermiques». Les cellules solaires disponibles aujourd'hui ont été développées à partir de celles utilisées en technologie spatiale. Elles sont techniquement au point et relativement simples d'emploi. Le problème principal est actuellement leur coût. Aujourd'hui, le kilowattheure revient encore à 1 ou 2 francs. Comparé à d'autres solutions, ce prix est déjà à ce jour économiquement intéressant pour des applications spéciales dans les régions écartées, par exemple dans les cabanes de montagne. On s'attend à ce que le courant d'origine photovoltaïque devienne si bon marché qu'il puisse être pris en considération pour une utilisation à grande échelle. On ne peut cependant que difficilement prévoir aujourd'hui à quelle vitesse la pénétration du marché se fera et de quelle ampleur elle sera. En effet, il ne suffit pas que le prix de revient des cellules solaires soit réduit d'un facteur 5 à 10 par rapport à la situation actuelle. Il faut aussi que les appareils auxiliaires accompagnant les cellules dans les centrales photovoltaï-

ques, petites ou grandes, soient disponibles à bon prix. Ces appareils englobent par exemple les onduleurs et les dispositifs de commande et de sécurité.

Contrairement aux installations photovoltaïques, les centrales héliothermiques doivent avoir une taille suffisante (de 30 à 300 MW) si l'on veut qu'elles produisent du courant à un prix compétitif. Ici aussi, la technologie est avancée, mais les coûts sont encore prohibitifs (-60 à 1.- Fr./kWh). L'important serait de construire ces prochaines années quelques grandes centrales dans le monde. Alors seulement, on pourrait se rendre compte si la réduction substantielle des coûts que l'on attend ici aussi est vraiment réalisable.

Pour les centrales photovoltaïques comme pour les centrales héliothermiques, la surface nécessaire est comparable à celle requise par une centrale hydro-électrique: on obtiendrait dans les trois cas une production annuelle d'électricité analogue en recouvrant de manière compacte la surface d'un lac d'accumulation avec des cellules solaires ou en installant une surface équivalente de miroirs pour une centrale héliothermique. L'emprise totale des cellules ou des miroirs sur le sol serait toutefois de 2

à 4 fois plus importante, à cause des intervalles nécessaires entre éléments voisins pour éviter les ombres portées d'un élément sur l'autre (pertes) et assurer l'accès aux éléments (entretien). Rien ne s'oppose à une utilisation agricole simple de ces surfaces de terrain supplémentaires. La question du *stockage de l'électricité* est tout à la fois simple et complexe. Si l'on peut injecter l'électricité d'origine solaire dans un réseau comportant des lacs d'accumulation, ceux-ci peuvent servir d'accumulateurs tant que la part du solaire reste modeste (ce qui est probable pour un certain temps). Mais si l'on doit stocker le courant dans des batteries d'accumulateurs en «îlotage» (c'est-à-dire déconnecté de tout réseau), c'est aujourd'hui encore très cher. Le développement de batteries meilleures et meilleur marché est également en cours. Toutefois, il est difficile de faire des pronostics sur l'évolution de leur prix de revient.

Adresse de l'auteur:

Paul Kesselring  
Dr ès sciences techniques  
Division Etudes de prospective  
Institut fédéral de recherches  
en matière de réacteurs (EIR)  
5303 Würenlingen

## Actualité

### Servons-nous du mot juste

Les articles déjà parus sous ce titre dans les numéros 13 du 20 juin et 15-16 du 25 juillet 1985 d'Ingénieurs et architectes suisses ont attiré l'attention sur une cinquantaine de mots allemands pouvant prêter à équivoque lors de leur traduction en français, mots par ailleurs très fréquents dans les textes traitant de construction et d'installations.

En voici encore une trentaine, chacun suivi d'un commentaire. Puissent ces lignes dissiper les illusions de ceux qui voudraient qu'à un terme allemand corresponde systématiquement un terme français, toujours le même, et vice versa. Comment pourrait-on décider de limiter à un seul le nombre des équivalents d'un mot comme «dicht», comme «Gestaltung», comme «Leibung», pour ne prendre que ceux-là? Ce serait aboutir à un langage inintelligible.

On sera surpris, peut-être, de trouver quelques prépositions dans ce nouveau contingent de vocables à énigme. C'est que les textes techniques allemands fourmillent de «bei», de «für», de «mit», dont une traduction littérale et uniforme serait, elle aussi, préjudiciable à l'intelligibilité de la version française.

Claude Groscurin

#### architektonisch

L'adjectif «architektonisch» signifie d'abord architectural: «der architektonische Ausdruck» = «l'expression architecturale». Il

recouvre aussi le sens de l'adjectif «architectonique», qui - très peu usité - ne se rapporte qu'aux techniques utilisées en architecture. «Eine architektonisch neue Bauweise» peut se dire: «une nouvelle méthode architectonique», mais il est bien plus simple de dire «une nouvelle méthode de construction». Quant au substantif «architektonique», il désigne notamment la connaissance empirique qu'on avait au XIII<sup>e</sup> siècle du cheminement suivi par la poussée dans une voûte sur croisée d'ogives et dans les ouvrages qui la soutiennent: piliers, arcs-boutants, contreforts et fondations.

#### Baukörper

Ne nous y trompons pas: «der Baukörper» n'est pas «le corps de bâtiment»; pas davantage «l'aile d'un bâtiment»; le mot se définit comme suit: «der vom Bauwerk eingenommene Raum», c'est-à-dire le volume occupé par l'ensemble des éléments de la construction. Il s'agit des planchers, des murs, et de tout ce qu'il y a de matériel entre fondation et faitage, abstraction faite des espaces intérieurs. Si la langue française n'éprouve pas le besoin de donner un nom collectif - et en même temps limitatif - aux éléments de la construction, c'est que dans sa logique elle ne les dissocie pas de leur commune raison d'être, qui est d'entourer et de protéger les espaces où l'on habite, où l'on travaille. Pour traduire «Baukörper», on précisera, d'après le contexte, à quels éléments de la construction le mot fait allusion. Souvent il ne s'agit que de l'enveloppe du bâtiment.

Un corps de bâtiment est autre chose: c'est un bâtiment fini mais non autonome, appartenant à une composition déterminée, à laquelle il est relié matériellement ou techniquement. En allemand: der *Trakt*.

#### begehrbar

Le mot se rencontre à propos des sols, des toitures: «Soll der Estrichboden begehrbar sein?» peut se traduire par: «Le sol des combles doit-il être fait de manière qu'on puisse y marcher?». Et l'expression «eine begehrbare Dachterrasse» désigne un toit-terrasse prati-

able, c'est-à-dire aménagé pour qu'on puisse s'y tenir commodément.

On rencontre «begehrbar» traduit à tort par «accessible», adjectif qui n'exprime aucune de ces deux idées, car est accessible tout ce qui n'est pas inaccessible.

#### bei

En dehors des cas fréquents où «bei» signifie «auprès de» ou «chez», cette préposition correspond parfois à «en cas de» ou à «lors de», notamment dans ces deux exemples: «bei Überhitzung des Motors» = «en cas de surchauffe du moteur»; «bei der Planung» = «lors de l'étude du projet».

Mais certains ont tendance à généraliser cette manière d'écrire, ce qui serait fâcheux. On a pu lire: «bei kalkhaltigem Wasser» traduit par «en cas d'eau calcaire». Il fallait dire: «si l'eau est calcaire». «En cas de» introduit l'hypothèse d'un événement, l'apparition possible d'une situation modifiée; on dira: en cas d'accident, en cas de contestation.

De même on a rencontré l'expression «bei Beanspruchung durch Druck und Biegung» traduite par «lors de la flexion composée», alors qu'il fallait écrire: «s'il s'agit de flexion composée» ou: «dans le cas de la flexion composée». L'expression «lors de» signifie: «au moment du» (ou: de la); exemple: «Lors de sa rénovation, ce bâtiment avait cent ans.»

Exemples de phrases ou d'expressions allemandes contenant la préposition «bei», avec leurs équivalents français:

- bei geeigneter Materialwahl kann der Wärmeschutz verbessert werden = en choisissant judicieusement les matériaux, on peut améliorer la protection thermique. Variante: Un choix judicieux des matériaux permet d'améliorer la protection thermique;
- die Proben werden bei einer Temperatur von 103 ± 2 °C getrocknet = Les échantillons seront séchés à une température de 103 ± 2 °C;
- bei dieser Bauart ist zu beachten, dass... = à propos de ce type de construction, on remarquera que...;