

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 105 (1979)
Heft: 16

Artikel: L'utilisation de l'énergie solaire à l'hôpital du Pays-d'Enhaut
Autor: Chuard, Dominique / Kleiber, Charles
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73847>

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: 30.03.2025

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

L'utilisation de l'énergie solaire à l'hôpital du Pays-d'Enhaut

par Dominique Chuard et Charles Kleiber, Lausanne

La question de l'utilisation de l'énergie solaire à l'hôpital de Château-d'Oex a été posée en juin 1975 ; en juillet de la même année, un mandat pour une étude préliminaire nous était attribué qui permettait au maître de l'ouvrage de prendre une décision définitive en octobre. Quatre ans plus tard, le dispositif prévu est en place et fonctionne. On saura après une étude d'évaluation qui prendra fin en décembre 1980 dans quelle mesure les objectifs initiaux du maître de l'ouvrage et de ses mandataires ont été atteints. L'heure n'est donc pas encore aux conclusions définitives mais à un bilan provisoire et intermédiaire. C'est le but de cet article.

1. Introduction

Au préalable rappelons dans quel contexte et par quel concours de circonstances exceptionnelles nous avons eu l'occasion de pouvoir poser ce problème et de nous y consacrer pendant quatre ans. Cinq facteurs principaux y ont contribué :

- La crise pétrolière de 1973 qui a incontestablement préparé les mentalités, stimulé la recherche et créé les conditions économiques qui rendaient plus crédibles les propositions considérées jusque-là comme utopiques.
- L'évolution des recherches consacrées surtout, et, depuis plusieurs années, à l'habitat individuel, permettait de passer à des bâtiments collectifs et à des installations de plus grande dimension sans risques excessifs.
- Un mode de financement non personnalisé qui contribuait à répartir le risque et favorisait les décisions considérées à l'époque comme audacieuses.
- Un maître de l'ouvrage — et notamment le président de la commission de construction — ouvert et vivement intéressé par le problème posé.
- Des mandataires enfin décidés à tenter « autre chose », à utiliser les circonstances favorables décrites ci-dessus pour mettre enfin en œuvre de vieilles idées et en tirer parti sur le plan énergétique mais aussi sur le plan architectural.

Grâce à ces circonstances, l'étude s'est déroulée dans d'excellentes conditions.

2. Approche architecturale et thermique

Le problème a été posé en 1975 déjà en terme d'économie du système de consommation et de production d'énergie de l'hôpital. Certains éléments de ce système et notamment ceux dits passifs ne

sont cependant apparus que progressivement dans le cadre de l'élaboration du projet. L'approche utilisée s'est en effet développée simultanément et dès le départ sur le plan architectural et thermique. A cet égard, il faut cependant distinguer l'installation de captage passif de celle du captage actif (voir plus loin la description de l'ensemble) :

- L'installation « passive » de captage — réalisée par la serre-véranda de 642 m³ situés en façade sud — joue un rôle majeur sur le plan architectural et fonctionnel puisqu'elle constitue à l'intention des malades un espace collectif en prolongement des chambres et des séjours. L'efficacité sur le plan thermique de la serre-véranda a été diminuée par le choix préalable d'un système de construction légère qui ne permet qu'une accumulation limitée. Signalons cependant que l'accumulation et la restitution de la chaleur par un système passif impliquent un comportement particulier des usagers et notamment une certaine mobilité à travers des espaces de repli et l'acceptation de grandes variations de température ; toutes choses incompatibles avec les exigences hospitalières actuelles.
- L'installation « active » réalisée par des capteurs plans à eau située en toiture est intimement liée à la conception même de la toiture qui devait répondre en outre à plusieurs impératifs :
 - permettre un éclairage zénithal abondant de façon à limiter au maximum l'éclairage artificiel des surfaces borgnes de l'étage supérieur. Il s'agit là d'un élément important de l'économie du système de consommation d'énergie ;
 - permettre de franchir des portées importantes (16,2 m) ;
 - offrir un espace pour loger les installations techniques de ventilation notamment ;

- signifier l'échelle des constructions voisines pour faciliter l'intégration du bâtiment.

Il y a donc bien eu interaction du dispositif architectural sur le dispositif thermique et réciproquement. Pas suffisamment peut-être : le rêve d'une architecture renouvelée en profondeur par son ouverture au soleil reste un rêve.

3. La production de chaleur

L'originalité de l'hôpital de Château-d'Oex est de posséder une double installation de production de chaleur : l'une traditionnelle, avec des chaudières brûlant du fuel, et l'autre de captage de l'énergie solaire.

Ces deux types d'installation ont été conçus parallèlement dès la phase d'avant-projet de l'hôpital. Si dans l'utilisation de la chaleur, la priorité est donnée à l'énergie solaire, les chaudières doivent pouvoir assurer un confort minimum dont un hôpital ne saurait se passer même durant de courtes périodes.

La première attitude dans une installation de chauffage n'est pas de substituer à une énergie non renouvelable comme le fuel une énergie « douce » tel le soleil, mais bien de diminuer la consommation d'énergie.

Il y a deux types d'action, l'un au niveau du bâtiment, de la construction elle-même, l'autre, des installations contrôlant le climat intérieur.

4. Captage passif de l'énergie solaire

Signalons seulement au chapitre de l'économie d'énergie l'effort en matière d'isolation des enveloppes extérieures, l'implantation du bâtiment, le traitement de la façade ouest très exposée, la répartition du programme tenant compte du microclimat, etc., toutes choses élémentaires et souvent oubliées.

Nous développerons un seul point, la transformation des balcons sud en serre (voir fig. 2). Isolés de l'extérieur par un vitrage, ils se transforment en un véritable système solaire : capteur, stock, diffuseur. Le rayonnement solaire traverse la vitre, est absorbé sous forme de chaleur par la surface des dalles et des cloisons, une partie est restituée à l'air de la verrière, une autre stockée dans la masse des matériaux.

La ventilation de cet espace étant très faible et la vitre stoppant les rayons infrarouges, la température de la serre augmente jusqu'à un niveau confortable. La nuit les matériaux restituent lentement leur chaleur, la verrière jouant le rôle d'espace tampon entre la façade et l'extérieur plus froid.

En été, les vitres fixées sur les rails sont rabattues — le balcon est ainsi restitué. Le soleil plus haut sur l'horizon péné-

trant peu profondément, la température de cet espace est proche de la température extérieure.

Cette serre ne joue pas seulement le rôle de capteur solaire ou d'économiseur d'énergie, mais encore d'espace « extérieur » chauffé naturellement : le capteur est habitable.

5. Diminution de la demande d'énergie

Pour permettre un captage passif de l'énergie solaire, les installations de chauffage traditionnelles ne doivent pas entrer en concurrence avec ce système, mais lui donner la priorité. Tous les corps de chauffe de la façade sud sont donc munis de vannes thermostatiques assurant ainsi un réglage individuel.

Les installations de ventilation sont aussi un consommateur important d'énergie. Si en théorie une récupération par échangeur direct ou batterie à eau glycolée sur l'air évacué est possible, en pratique, du fait du morcellement des installations en petites unités réparties dans tout l'hôpital, cette récupération serait très onéreuse. Nous avons donc essayé, d'une part, de réserver la ventilation mécanique aux espaces où elle était indispensable (salle d'opération, de radiologie, de physiothérapie, etc.), d'autre part de

faire fonctionner ces installations seulement si les locaux qu'elles desservent sont utilisés (commande par l'intermédiaire d'horloges ou manuellement) et de les arrêter en dehors de ces périodes. Plutôt que de récupérer sur une forte consommation, nous avons tenté de diminuer cette consommation. Seule la récupération sur l'air évacué de la piscine a été conservée par un échangeur direct à plaques : le débit important et la ventilation fonctionnant jour et nuit justifiaient cet investissement.

En cours d'exécution, nous avons aussi étudié une récupération par pompe à chaleur sur les eaux usées des cuisines. Cette installation fut abandonnée au profit des verrières de la façade sud, beaucoup plus rentables thermiquement et augmentant d'autant le confort de l'hôpital.

6. Choix des utilisateurs de l'énergie solaire

Les utilisateurs de l'énergie thermique dans l'hôpital sont multiples et il apparut, dès le début de l'étude, que même en utilisant toutes les possibilités d'implantation de capteurs solaires, l'installation solaire ne pourrait satisfaire à tous les besoins. On a donc procédé à un choix en s'appuyant sur deux critères : fonc-

tionnement à basse température et consommation répartie sur toute l'année. En effet, le rendement du captage solaire est fonction de la température à laquelle il travaille et le soleil est le plus fréquent en été. Si l'on se reporte au diagramme de la figure 3, les utilisateurs qui satisfont à ces critères sont la production d'eau chaude sanitaire et les différents équipements de la piscine. La consommation effective de ces installations étant fortement liée à leur mode d'utilisation (le soutirage d'eau chaude sanitaire peut varier entre 8 et 12 m³ de moyenne par jour, la piscine consomme quatre fois plus d'énergie occupée que lorsqu'elle ne l'est pas). Nous avons adjoint aux utilisateurs de l'énergie solaire la ventilation des locaux qui, bien que travaillant à haute température (55° à 90°), fonctionnera aussi durant l'été, période probable de surproduction d'énergie solaire.

Quelques remarques sur ce choix : toutes les installations de l'hôpital pourraient fonctionner à basse température si l'on augmentait la taille des diffuseurs de chaleur, mais les contingences architecturales et les coûts supplémentaires n'auraient pas été acceptables.

Le chauffage des locaux qui consomme près de la moitié de l'énergie thermique de l'hôpital, actuellement par convecteurs haute température, aurait pu se faire par le sol, à basse température, mais il serait

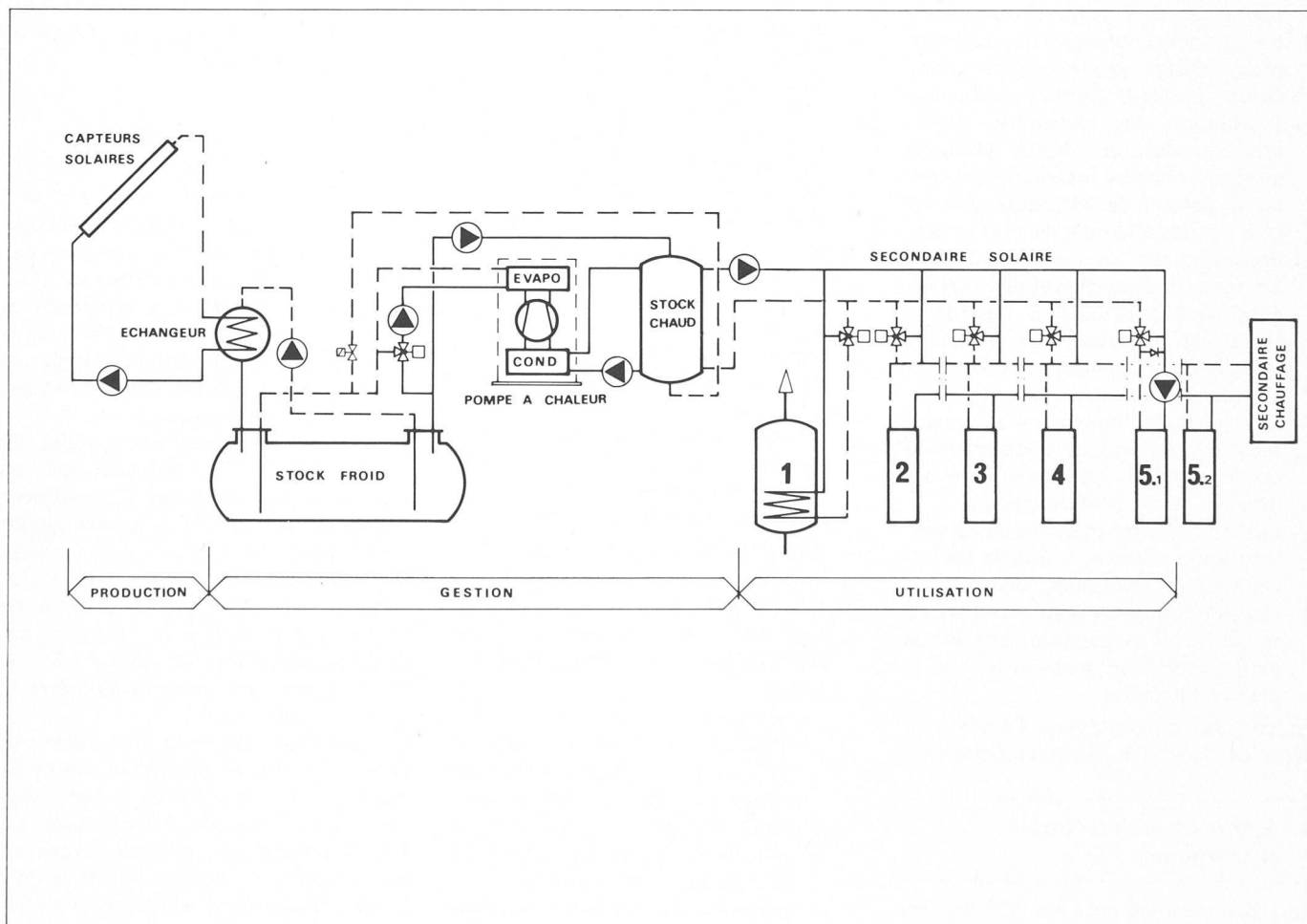


Fig. 1. — Schéma de principe de l'installation solaire.

1. Stock d'eau chaude sanitaire préchauffée par le circuit solaire.
2. Injection sur le groupe ventilation.
3. Injection sur le réchauffeur du bassin.

4. Injection sur le chauffage de sol de la piscine.
- 5.1 Ventilation piscine : batterie de préchauffage.
- 5.2 Batterie de post-chauffage.

alors rentré en conflit direct avec le système de construction dont le principe de base est la mobilité.

7. Le captage actif de l'énergie solaire

7.1 Transfert soleil-utilisateur

Si nous considérons maintenant les installations de captage et de diffusion de l'énergie solaire, nous distinguons trois phases (voir fig. 1) :

1. La charge :

Le rayonnement solaire est transformé en chaleur qui est stockée.

2. La gestion des stocks :

La chaleur captée est transférée aux utilisateurs, soit directement, soit par la pompe à chaleur.

3. La décharge :

La chaleur produite est consommée.

Aux extrémités de la chaîne, il y a deux phénomènes très peu liés : d'une part, la présence de rayonnement solaire « utilisable » et, d'autre part, la demande en énergie thermique. Entre ces deux pôles, l'installation solaire devra prendre en charge, à la fois, l'offre et la demande. Mais revenons en détail sur ces trois phases.

7.2 La charge

Le circuit de charge est constitué par les capteurs et le stock basse température (voir fig. 1). Le circuit capteur est isolé du reste de l'installation par un échangeur car il est rempli d'eau glycolée. Dès l'avant-projet, une décision avait été prise : intégrer les capteurs solaires dans les pans sud des toits pyramidaux d'une part et adapter leur module à celui de toute la construction (90 cm). Pour des raisons de structures et d'intégration dans le site, la pente maximum des toits est de 30°, on captera donc mieux le soleil d'été que celui d'hiver (voir fig. 4 et photographies). Ce phénomène n'est pas en contradiction avec l'option prise de dimensionner l'installation pour friser l'autonomie en été. Cette faible pente posera certainement le problème du glissement de la neige sur le verre. Un réchauffage du panneau solaire évitera sans doute l'adhérence de la neige, mais seule l'expérience le confirmera. L'entretien ou la réparation des capteurs est possible, chaque face de pyramide étant accessible.

7.3 Stockage-gestion des stocks

L'énergie captée est stockée. On pourrait maintenant l'utiliser directement pour autant que son niveau de température soit suffisant.

Une autre solution serait de disposer d'un deuxième stock de taille réduite, d'y brancher les capteurs pour le monter à une température supérieure au premier lorsque le soleil est suffisant. On disposerait ainsi d'une réserve de chaleur à plus haute température utilisable en

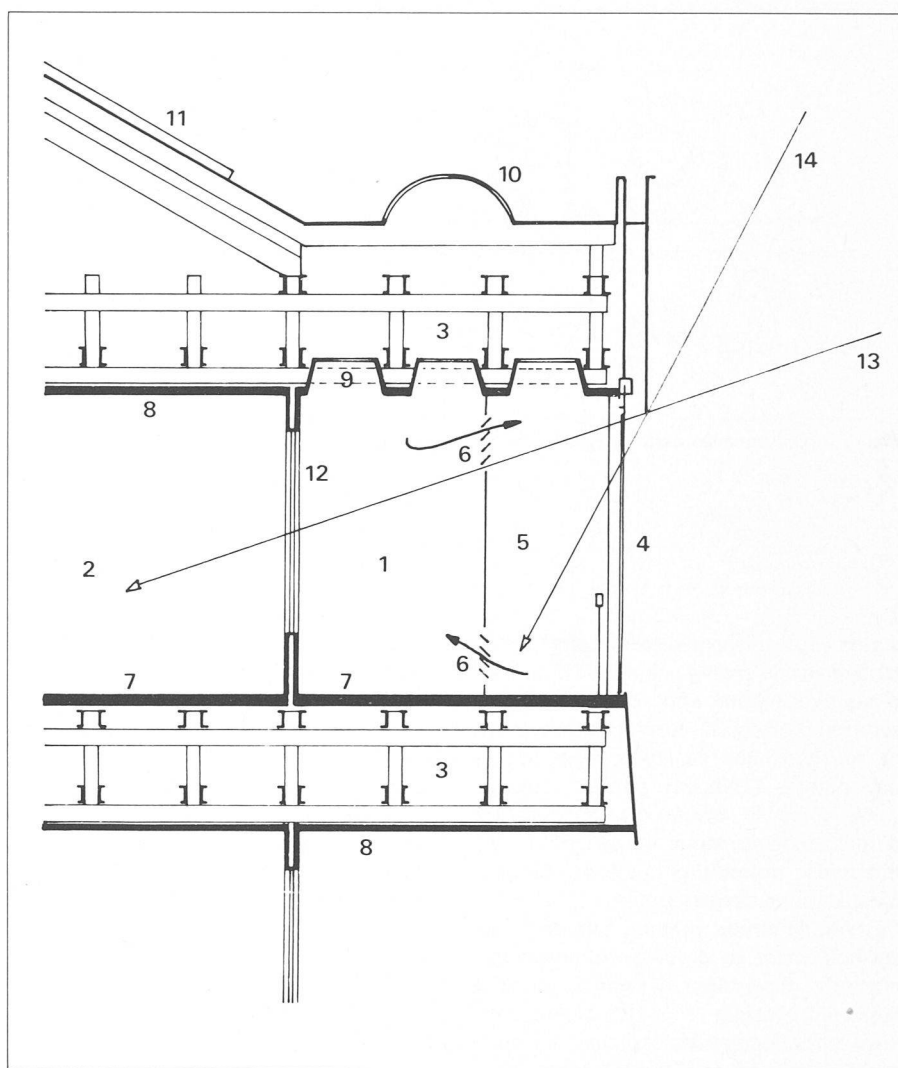


Fig. 2. — Coupe sur le balcon-serre.

1. Balcon-serre.

2. Chambre.

3. Structure métallique porteuse.

4. Vitre suspendue fermant le balcon. Un système de rails permet de les rabattre dans les caissons (5) en été.

5. Caisson pour le rangement des vitres tous les 8 mètres.

6. Volets hauts et bas pour la thermorégulation de la serre par renouvellement contrôlé de l'air.

7. Dalles béton.

8. Plafond plâtre.

9. Caissons de plâtre avec un vitrage pour l'éclairage zénithal.

10. Voûte transparente isolante.

11. Capteurs solaires.

12. Facade extérieure.

13. Pénétration du soleil d'hiver.

14. Pénétration du soleil d'été.

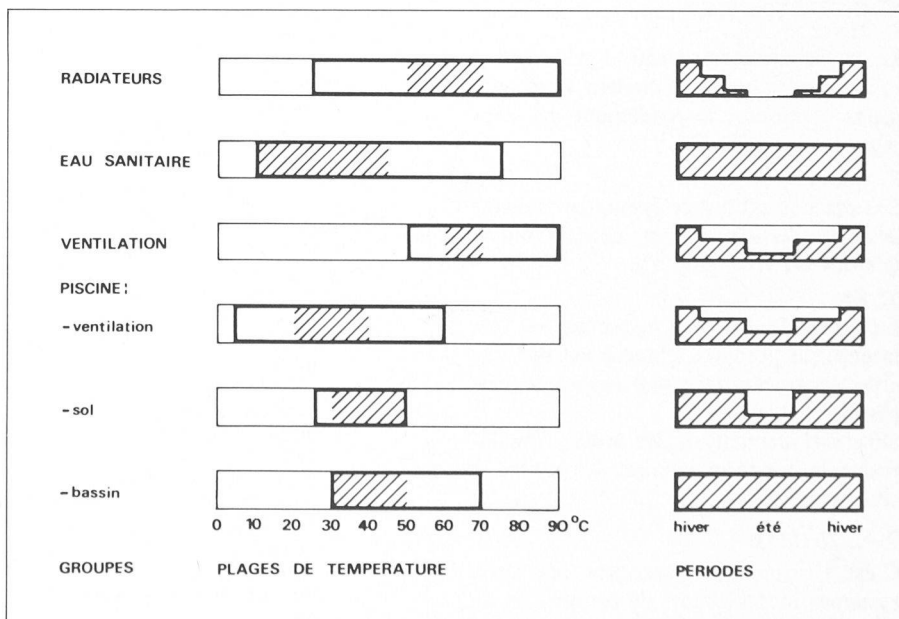


Fig. 3. — Fonctionnement des différents groupes de l'hôpital : plages de température et périodes. Les zones hachurées représentent les plages dans lesquelles la plus grande quantité d'énergie est consommée.

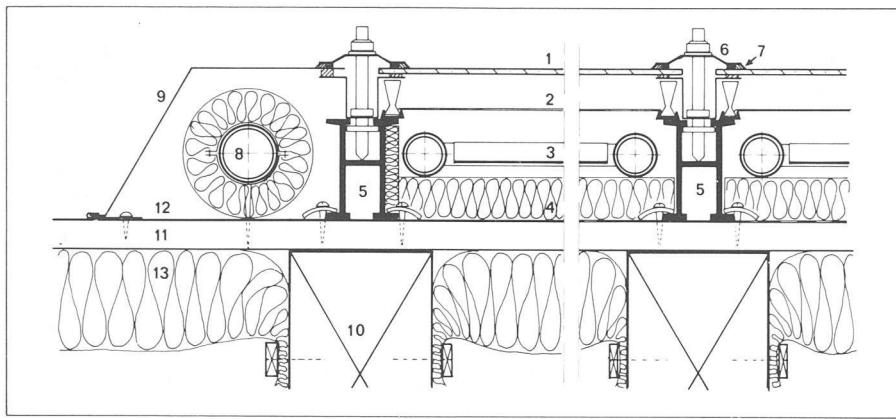


Fig. 4. — Coupe sur les capteurs solaires Helionox toiture (Bersier SA, Bulle).

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. Verre | 8. Tuyau distributeur |
| 2. Film Teflon | 9. Caisson de ferblanterie |
| 3. Isolateur | 10. Chevron |
| 4. Isolation du capteur | 11. Lambrissage |
| 5. Profil aluminium | 12. Etanchéité de sous-toiture |
| 6. Couvre-joint | 13. Isolation du bâtiment |
| 7. Joint silicone | |

temps voulu, l'inconvénient étant que le rendement de captage chuterait d'autant. Nous avons donc adopté une troisième solution (voir fig. 1). Les capteurs solaires ne tournant que sur le premier stock, une pompe à chaleur puisant dans ce stock élève le niveau de température d'un deuxième stock jusqu'à 50°, les différents utilisateurs puisant uniquement dans ce dernier stock.

Ce type de circuit permet, lors de faible ensoleillement et de consommation importante, de garder le premier stock à basse température (5° à 10°) augmentant ainsi le rendement des capteurs. La puissance de la pompe à chaleur correspond à celle du captage hivernal et non à celle de la consommation. Cela signifie que durant les périodes à fort ensoleillement, le stock basse température atteindra les 50° du deuxième stock, la pompe à chaleur devenant inutile, les deux stocks sont brassés pour n'en former plus qu'un. On peut distinguer trois séquences types correspondant à peu près aux saisons (voir fig. 5) :

1. Hiver :

Le stock basse température reste à son minimum, la pompe à chaleur le déchargeant à mesure, le rendement des capteurs est ainsi doublé.

2. Mi-saison :

Les deux situations se présentent suivant le degré d'ensoleillement, chaque matin, le stock est vide (env. 5°).

3. Été :

La demande diminue, le captage est très intense, la pompe à chaleur est débranchée, on stocke à un seul niveau de température.

Schématiquement, si les stocks régularisent la fonction solaire, la pompe à chaleur la valorise.

7.4 Décharge

C'est le point de rencontre des deux systèmes indépendants de production de chaleur : l'un à partir du rayonnement solaire, l'autre du fuel. Deux boucles circulent en parallèle et se rencontrent

uniquement sur les groupes utilisant les deux énergies. Si finalement les deux circuits sont de l'eau chaude, leurs caractéristiques sont très différentes. Le circuit chaudière sera toujours à la température désirée (100°) alors que celle du circuit solaire peut osciller entre 5° et 100°. La priorité doit être donnée au solaire, pour autant qu'il puisse fournir de la chaleur et qu'elle soit suffisante.

La température de 50° du stock est un niveau critique pour la plupart des utilisateurs choisis et pourrait difficilement être dépassée par une pompe à chaleur fonctionnant avec un coefficient de performance acceptable.

Nous avons appliqué deux types de liaison des circuits :

1. La liaison s'effectue au niveau du médium à chauffer, chaque circuit a son diffuseur, le solaire assurant un préchauffage, les chaudières un post-chauffage. Ce type se rencontre dans la production d'eau chaude sanitaire où le bouilleur solaire est branché en série avec les bouilleurs chaudière et dans le monobloc de ventilation du local piscine, la batterie solaire se situant entre l'échangeur sur l'air évacué et la batterie de post-chauffage.
2. Le diffuseur de chaleur est unique, les deux circuits d'injection sont en séquence, l'injection solaire étant verrouillée si la température de retour du groupe est plus élevée que le stock solaire. Cette liaison est utilisée pour le chauffage de sol, le réchauffeur du bassin et le monobloc de traitement d'air de l'hôpital.

Fiche technique

1. Production traditionnelle de chaleur

Deux chaudières au fuel
685 000 Kcal/h chacune

2. Puissances maximales des groupes

	(Kcal/h)
— Radiateurs	350 000
— Eau chaude sanitaire :	
40°	86 000
75°	86 000
— Ventilation	290 000
— Piscine :	
— ventilation	60 000
— chauffage de sol	13 000
— réchauffeur bassin	60 000

3. Installations solaires

3.1 Captage passif (serres en façade sud)

- Azimut : sud
- Pente : vertical (90°)
- Surface : 150 m²
- Stocks :
 - type : dalles béton, plafond plâtre, parois bois-ciment (Duripanel)
 - capacité : env. 5000 Kcal/°C

3.2 Captage actif (panneaux solaires sur le toit)

a) Capteurs solaires intégrés

- Azimut : sud et ouest
- Pente : 30°
- Neuf faces triangulaires de pyramides
 - sud : sept
 - ouest : deux
- Surface totale d'ouverture : 370 m²
- Type : double vitrage :
 - extérieur = verre trempé 4 et 6 mm
 - intérieur = teflon 50 microns
- Absorbeur : tôles aluminium serties sur un registre acier tropicalisé
- Revêtement absorbant : thermolaque noir

— Isolation : mousse de polyuréthane à l'intérieur du capteur + laine minérale en sous-toiture

— Etanchéité : couvre-joints aluminium thermolaqué + joint silicone

— Fluide caloporteur : Eau + 50 % propylène-glycol

b) Echangeur capteurs-stock

— Puissance : 175 000 Kcal/h

— Rendement : environ 75 %

c) Stocks

Basse température :

— Type : citerne acier isolée de 4 à 5 cm de mousse de polyuréthane giclée

— Situation : enterrée

— Contenance : 15 m³

Haute température :

— Type : citerne acier isolée de 10 cm de laine minérale habillée de tôle aluminium

— Situation : local chauffage

— Contenance : 2 m³

Eau chaude sanitaire :

— Type : boiler acier galvanisé isolé de 10 cm de laine minérale habillée de tôle aluminium

— Echangeur : registre de tubes acier zingués 11 m² surface d'échange

— Contenance : 3 m³

Total stocks : 20 m³

d) Pompe à chaleur

Compresseur semi-hermétique 6 cylindres :

— Trois étages de capacité :

33/67/100 %

— Fluide frigorigène : R 12

— Température eau de condensation : 45°/50°C

— Puissance condenseur :

37 700 à 52 900 Kcal/h

— Température entrée eau évaporateur : 8° à 25°C

— Coefficient de performance : 3,35 à 3,95

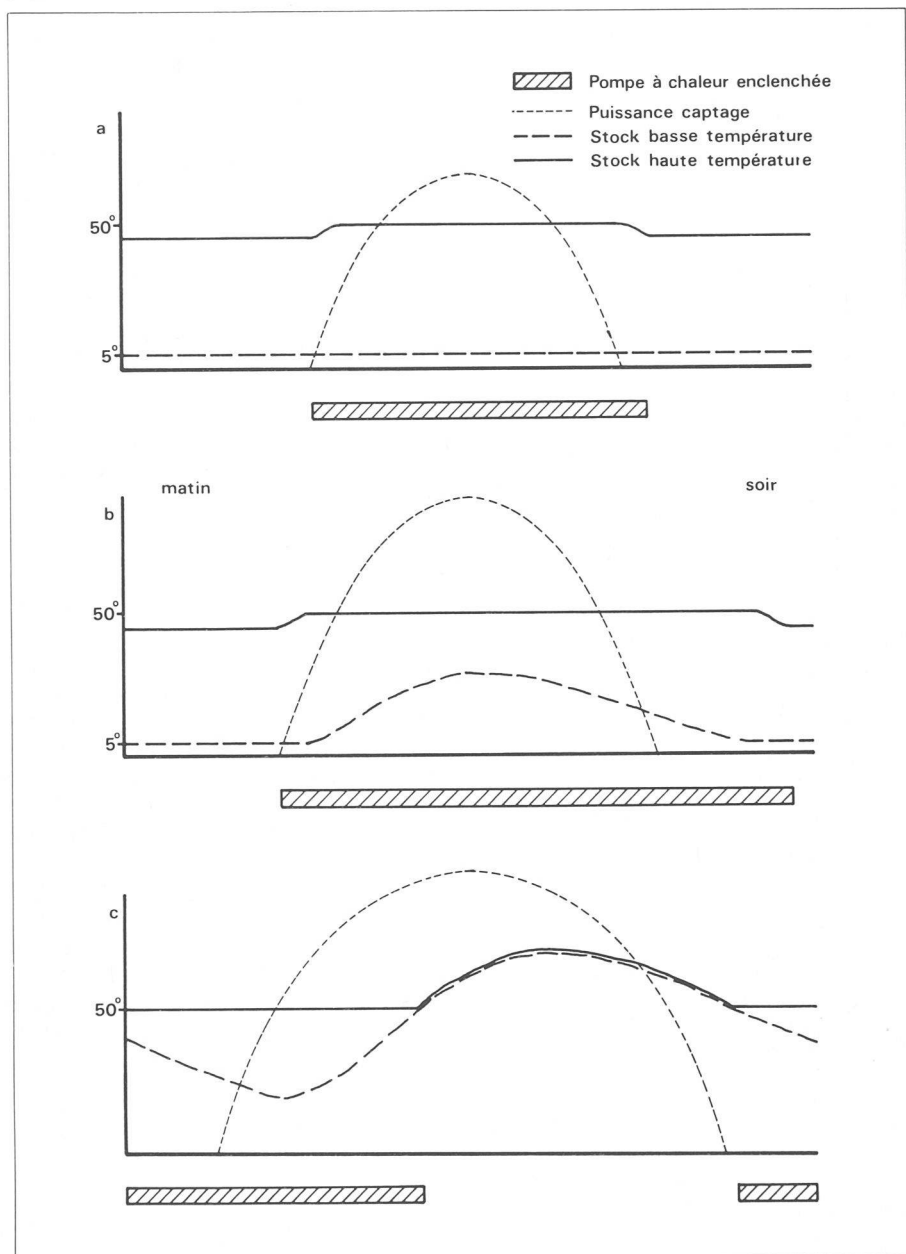


Fig. 5. — Gestion des stocks (ci-contre).

Phases types : pour schématiser le fonctionnement, nous prenons comme hypothèse que la consommation égale la puissance de la pompe à chaleur et la température minimum d'utilisation est 50°C .

a) La puissance de captage est égale à celle de la pompe à chaleur.

b) La pompe à chaleur ne suit pas le captage, le stock basse température fait tampon entre les capteurs et la pompe.

c) Pendant un premier temps, la pompe à chaleur ne suivant pas le captage, le stock basse température fait tampon puis sa température dépasse celle du stock chaud, les deux stocks n'en font plus qu'un, la pompe à chaleur se déclenche.

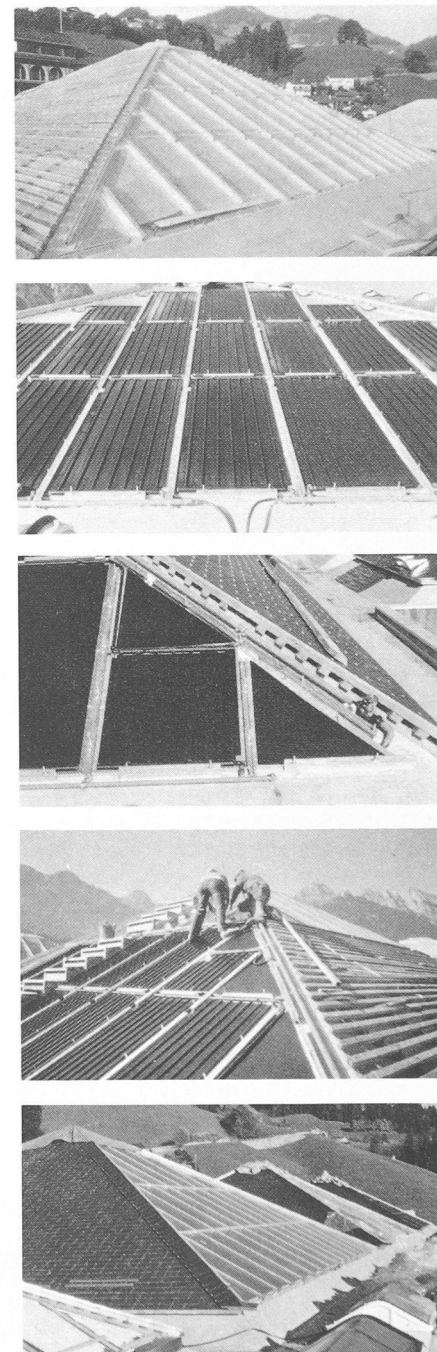


Fig. 6. — Légende des photographies.

1. 1^{re} phase : montage sur la sous-couverture de la structure en profilé d'aluminium qui supportera les vitrages.
2. 2^e phase : les absorbeurs sont posés entre les profilés d'aluminium sur une isolation rigide. Tout le raccordement hydraulique est réalisé en surface.
3. Détail du coin d'une face de capteur solaire : en bas, horizontalement, c'est le tuyau distributeur alors que le collecteur descend le long de l'arête.
4. 4^e phase : pose des vitrages. Ici le travail sur une face de la pose des films teflon (2^e vitrage).
5. Deux des faces des quatre pyramides sud sont terminées. Au premier plan, les verres sont protégés par du blanc pour éviter la surchauffe des capteurs jusqu'à la mise en service.

Comme on l'a vu, les différents utilisateurs demandent de la chaleur à des températures variables, le but étant de consommer le plus possible de chaleur produite par le système solaire, la priorité est naturellement donnée aux consommateurs à basse température. Chaque utilisateur est donc indépendant des autres; dès qu'il peut prendre de la chaleur, il se branche sur le circuit solaire. Lorsque la demande est faible et le rayonnement solaire fort, la température du circuit de distribution solaire augmentant, le nombre d'utilisateurs potentiels devient ainsi plus grand.

différentes techniques de liaison circuit chaudière circuit solaire, les estimations de consommations et le rendement thermique et fonctionnel des serres en façade sud nous permettra d'une part de corriger l'installation ou sa gestion, d'autre part d'en tirer des renseignements utiles pour d'autres projets solaires qui, même s'ils sont différents dans leur taille ou leur fonction, peuvent utiliser les principes de base développés dans l'hôpital de Château-d'Oex.

Une telle évaluation ne pourra se faire que si une campagne de mesures (en phase d'étude actuellement) peut avoir lieu, mettant ainsi à disposition les informations nécessaires.

8. Conclusion

Si les principes utilisés ne sont pas nouveaux et ont été expérimentés depuis plusieurs années, la taille et la complexité d'une telle installation sont exceptionnelles.

Une évaluation des installations portant sur le type de gestion des stocks, les

Adresse des auteurs :
Dominique Chuard
SORANE SA
route du Châtelard 52
1018 Lausanne
Charles Kleiber
Atelier d'architecture Le Triangle
1837 Château-d'Oex