stockage intersaisonnier

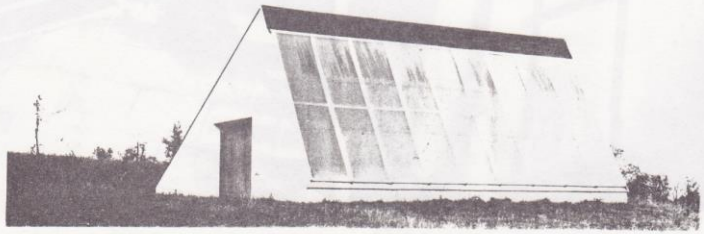
et pompe à chaleur

par Christian CARDONNEL - Etude Solaire - 36 ter avenue Jacques Duclos - 94450 - LIMEIL-BREVANNES -

La maison solaire , dont nous avons réalisé l'étude thermique et que nous décrivons ci-après, est située à VIHIERS (M et L). Elle présente une conception bioclimatique classique : largement ouverte au sud avec protection d'été, fermée au nord, associée à un système de capteurs à eau, placés sur le garage à côté de la maison. D'un volume de 600 m^3, cette maison nécessiterait un chauffage classique important mais l'ensemble du système solaire conduit à une économie de 80%.Le coefficient G de la maison est de 0,9 $W/m^3°C$; les murs extérieurs sont en parpaings Iseco, comportant 8 cm de polystyrène isolant et planelle en béton de 5cm à l'intérieur.La couverture est réalisée en tuiles mécaniques posées sur des panneaux de particules traités de 34 mm, assurant une étanchéité parfaite aux infiltrations et aux courants d'air.L'isolation de la toiture comporte 16 cm de laine de verre. Les doubles vitrages sont montés sur des menuiseries aluminium à rupture thermique de classe A3.



Vue Sud-Est de la maison solaire - VIHIERS -



Les capteurs solaires sont intégrés à un garage qui ne fait pas corps avec la maison. 40m^2 de capteurs -

Les besoins de chauffage de l'habitation, calculés en fonction des données climatiques, sont égaux aux déperditions annuelles (34 800 kWh/an) diminuées des apports internes (4900 kWh/an) et des apports solaires directs (6600 kWh/an). On obtient des besoins en chauffage de 23 300 kWh/an ce qui, compte tenu d'un rendement moyen de distribution du chauffage de 0,9 et de besoins en eau chaude sanitaire de 4 400 kWh/an, conduit à des besoins annuels en calories de 30 200 kWh/an.

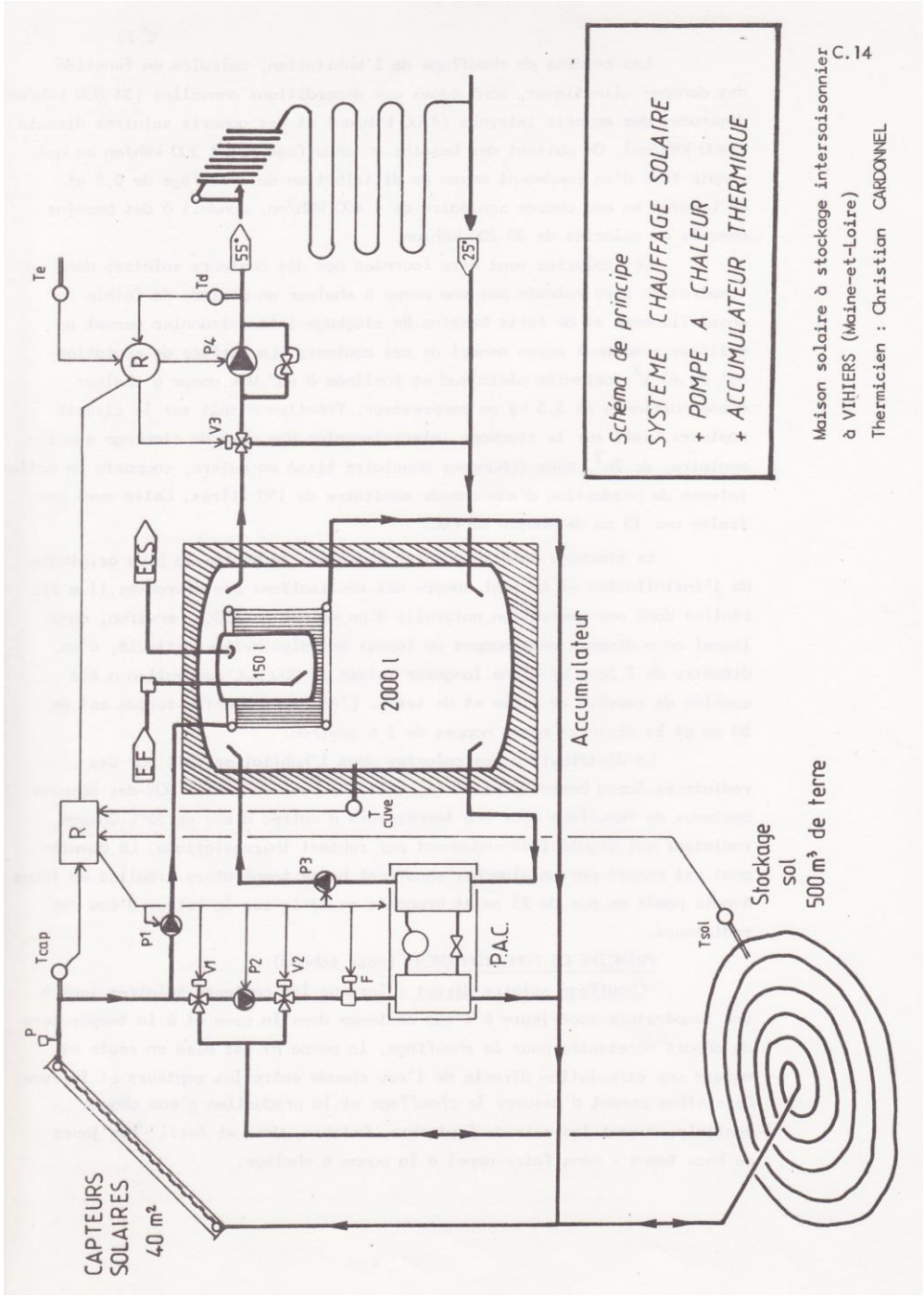
Ces calories vont être fournies par des capteurs solaires dont la température sera relevée par une pompe à chaleur en période de faible ensoleillement et de forts besoins.Un stockage intersaisonnier permet un meilleur rendement moyen annuel de ces capteurs. La surface de captation est de 40 m^2, orientée plein sud et inclinée à 60°.Une pompe à chaleur d'une puissance de 5,5 kW au compresseur, fonctionne soit sur le circuit capteurs, soit sur le stockage intersaisonnier.Une cuve de stockage supplémentaire, de 2m^3, avec échangeur annulaire tissé en cuivre, comporte un ballon interne de production d'eau chaude sanitaire de 150 litres. Cette cuve est isolée par 15 cm de mousse de PVC.

Le stockage intersaisonnier constitue la partie la plus originale de l'installation et ce sont encore des réalisations peu courantes.Il a été réalisé dans une excavation naturelle d'un volume de 500 m^3 environ, dans lequel on a disposé deux nappes de tuyaux en polyéthylène réticulé, d'un diémètre de 2,5cm, et d'une longueur totale de 400 m.L'excavation a été comblée de couches de sable et de terre. L'écartement entre tuyaux est de 50 cm et la distance entre nappes de 2 m environ.

La distribution des calories dans l'habitat se fait par des radiateurs Acova basse température, calculés pour compenser 50% des besoins maximaux de chauffage pour une température d'entrée d'eau de 55°C.Chaque radiateur est régulé indépendamment par robinet thermostatique. Le complément est assuré par un plancher chauffant basse température, réalisé en tubes Avadis posés au pas de 25 cm et branchés en série sur le retour d'eau des radiateurs.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT (voir schéma)

-Chauffage solaire direct : lorsque les capteurs solaires sont à une température supérieure à l'eau contenue dans la cuve et à la température de départ nécessaire pour le chauffage, la pompe P1 est mise en route et assure une circulation directe de l'eau chaude entre les capteurs et la cuve. Ce système permet d'assurer le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire durant les mois de Septembre, Octobre, Mars et Avril -les jours de beau temps - sans faire appel à la pompe à chaleur.



-Chauffage solaire avec utilisation de la pompe à chaleur :

Lorsque la température des capteurs devient inférieure à la température de départ d'eau pour le chauffage, le système solaire ne peut fonctionner seul. Dans ce cas, l'énergie solaire récupérée par les capteurs est transmise à l'évaporateur de la pompe à chaleur qui va assurer une relève de température. Dans ce cas, les vannes V1 et V2 sont ouvertes et la pompe P2 assure une circulation directe de l'eau entre les absorbeurs et l'évaporateur de la pompe à chaleur.La pompe P3 assure le transfert de chaleur entre le condenseur et la cuve de stockage.Le système est arrêté dès que la température de l'eau dans la cuve est supérieure à la température de départ nécessaire pour le chauffage.

-Chauffage solaire à partir de l'accumulateur thermique : Dans le cas où les capteurs sont à très basse température, inférieure à celle de l'accumulateur thermique du sol, il est préférable de faire fonctionner la pompe à chaleur en utilisant les calories stockée dans la masse thermique constituée par la terre.Ceci intervient automatiquement lorsque la température des absorbeurs est inférieure à 5°C. A ce moment là, la pompe P2 assure le transfert direct entre les serpentins de l'accumulateur et l'évaporateur de la pompe à chaleur, la vanne V1 étant fermée et la vanne V2 restant ouverte.Le circuit du condenseur fonctionne de la même façon que dans le cas précédent.

-Accumulation de chaleur dans le stockage intersaisonnier : Lorsque la température de l'eau dans la cuve de $2m^3$ est suffisante pour assurer le chauffage et que la pompe à chaleur est arrêtée,on peut assurer un stockage de calories lorsque les capteurs sont à une température supérieure à celle du stockage.La pompe P2 assure une circulation directe du fluide caloporteur entre les capteurs et le stockage du sol, la vanne V1 étant ouverte et V2 fermée.La régulation du circuit de chauffage est assurée à l'aide de la vanne V3 qui est asservie par un régulateur en fonction de la température extérieure et de la température de départ.

La pompe P4 assure la circulation d'eau vers les radiateurs et les serpentins de sol.Dans la cuve de $2m^3$, le ballon d'eau chaude sanitaire de 150 litres assure le pré-chauffage ou le chauffage complet de l'eau en fonction du mode de fonctionnement du système.

BILAN D'EXPLOITATION

Les calculs réalisés et la simulation de fonctionnement montrent que les capteurs solaires permettront d'assurer le chauffage, sans appoint de la pompe à chaleur, durant les mois de septembre, octobre, et de mi-mars à la fin de la saison de chauffe.De fin octobre à la mi-mars, des appels ponctuels seront faits à la pompe à chaleur.

L'été, on stockera la chaleur apportée par les capteurs solaires. Les pertes thermiques d'un tel stockage de sol non isolé sont importantes; malgré cela les capteurs sont mieux utilisés en moyenne sur l'année car une partie des calories nécessaire au chauffage est fournie par le stockage de sol.

Selon les calculs réalisés en vue d'une gestion optimale du système, les 30 000 kWh nécessaires annuellement pour les besoins de chauffage et l'eau chaude sanitaire seront fournis de la manière suivante :

-apports directs par les capteurs sans appel à la pompe à chaleur : 13 500 kWh soit 45% des besoins;

-calories avec relève de température par la pompe à chaleur , venant soit directement des capteurs soit du stockage de sol : 16 500 kWh soit 65%. Une partie de cette énergie est fournie par l'électricité nécessaire au fonctionnement de la pompe à chaleur, soit 5000 kWh.L'électricité nécessaire au fonctionnement des divers circulateurs est d'environ 1000 kWh.

L'économie d'énergie apportée par l'ensemble du système est donc de 24 000 kWh/an, soit 80% des besoins en calories. Le schéma suivant résume ces données.

