

ov- to an heat recovery AIVC 1932

2448



A239

#2448

Solaire et aéraulique L'expérience de l'université de Rennes

Guy ROYER et Edmond-Antoine DECAMPS
Laboratoire de Physique-Environnement. Université de Rennes I.

Le renouvellement de l'air est indispensable à la santé du bâti et à celle de ses occupants, d'où l'idée d'associer solaire et aéraulique bien que l'air soit un médiocre fluide caloporteur...

Après avoir mis au point un chauffage par dalle basse température, le laboratoire de Physique de l'environnement de l'université de Rennes a étudié divers schémas d'installations héliothermiques avec VMC, systèmes qui devraient se développer du fait de l'évolution des nouvelles techniques de construction, à la limite du kit.

Les orientations actuelles du ministère de l'Urbanisme et du Logement, prenant en compte les hauts niveaux d'isolation de l'habitat, visent à encourager l'utilisation de l'aéraulique dans le chauffage de celui-ci.

Depuis une dizaine d'années, le laboratoire de Physique de l'environnement de l'université de Rennes a développé une politique de l'habitat solaire en zone à rayonnement diffus qui a obtenu un ensemble de résultats performants. Dès 1975, nous avons proposé de reprendre les travaux de Missenard sur le chauffage par dalle en abaissant considérablement la température du fluide de circulation jusqu'au voisinage de 26°C. La dalle ainsi maintenue à 22-24°C présente l'avantage d'éviter les conséquences d'ordre physiologique chez les occupants et surtout de permettre, en période hivernale, d'utiliser convenablement l'eau sortant des capteurs solaires [1]. Notre proposition s'est d'ailleurs étendue au chauffage des murs et cloisons de même qu'à la climatisation des locaux par rayonnement de paroi (dalle Royer-Décamps) [2].

Ces travaux se sont développés ultérieurement dans les systèmes non solaires [3] et ont débouché récemment sur divers documents de synthèse [4, 5] relevant de concepts cependant sensiblement différents de notre approche inertielle. Citons par contre la synthèse de campagnes de mesures présentées au colloque AFME de juin 1985 [6] qui reprend l'esprit des travaux de Guy Royer depuis 1975.

Pour notre part, nos travaux ont évolué vers la définition d'un système d'alimentation d'une dalle d'inertie traitée en volant thermique [7]. Celle-ci a débouché sur des résultats prometteurs, notamment dans une villa expérimentale construite à Locminé. Les propriétaires ont supprimé au bout de quelques mois leur abonnement électrique d'appoint, la faible utilisation de celui-ci, vu la qualité du solaire et des sources annexes intégrées, rendant le montant de l'abonnement prohibitif par rapport aux services rendus [8]. Ce type de chauffage prend notamment en compte le rayonnement de paroi dans la notion de confort thermique. La température ambiante perd son rôle de

directeur au profit d'un concept plus général.

Il convient de rappeler quelques principes du chauffage solaire en zone à rayonnement diffus élevé, regroupés dans une étude globale pour la région Bretagne [9], pouvant être étendue à d'autres régions.

- Le chauffage solaire est plus intéressant que l'eau sanitaire solaire. En effet, en hiver, la température de l'eau produite est nettement inférieure à celle d'un confort sanitaire minimal (40°C) mais par contre peut fort bien servir au chauffage de dalle. Ceci explique les déceptions « économiques » d'usagers résultant de certaines campagnes publicitaires visant au développement de capteurs sanitaires classiques en Bretagne.
- Le chauffage solaire en zone à rayonnement diffus est économiquement plus rentable qu'en zones climatiques méditerranéennes. La période d'utilisation de mi-saison apparaît nettement plus étendue au nord de la Loire.
- Tout système solaire doit être évalué en fonction de critères reliant

les coûts d'investissement et de fonctionnement en tenant compte de la durée de vie potentielle des installations. La recherche doit viser à un abaissement des coûts et non à la mise au point de systèmes ultra-performants mais non commercialisables. L'économie d'énergie annuelle peut être supérieure à l'annuité de remboursement de prêt à long terme couvrant le surcoût solaire, qui de la sorte disparaît potentiellement.

- **L'efficacité énergétique incluant le solaire doit devenir la quatrième dimension de l'architecture.** Trop longtemps, la thermique, négligée par les architectes, a été confiée exclusivement aux bureaux d'études, en dehors de tout contexte conceptuel.

- **Il n'y a pas d'opposition entre captation active et passive,** mais à l'intérieur d'un rapport charges thermiques/surface de captation, des fonctions de transmittance, absorption, stockage, déstockage, réémission, qui doivent être assurées dans une notion de maximum de rendement énergétique.

Il est donc a priori étonnant, après avoir proposé et mis au point un chauffage par dalle basse température, que nous puissions être tentés d'associer solaire et aéraulique.

En fait, l'air souvent utilisé pour véhiculer des calories n'est pas en soi un bon fluide « caloporteur ». Comparé à l'eau dont 1 m³ contient 1 156 Wh par degré, l'air en ce qui le concerne ne porte que 0,34 Wh par m³ et par degré Celsius soit 3 400 fois moins. Cependant, le renouvellement d'air est nécessaire à la fois à l'habitat (conservation des matériaux) et à ses occupants.

Durant ces dernières années, une meilleure façon de construire a permis la réduction du taux imposé de renouvellement. Conjointement, les progrès importants accomplis dans les domaines de l'isolation thermique (amélioration de G) et des apports solaires directs (coefficient B) ont eu pour effet de diminuer sensiblement les besoins thermiques des logements.

Nous arrivons de la sorte à une situation dans laquelle les apports d'air renouvelé et recyclé pour satisfaire aux besoins du chauffage, sont désormais à la mesure des exigences physiologiques des occupants.

Nous avons, dès 1981, dans le cadre du concours des 5 000 maisons solaires, pour lequel deux de nos projets ont été primés, entrepris une première approche aéraulique [10].

Projet Cromlec'h Bertrand Tessier, architecte

Ce projet auquel nous avons participé en qualité d'héliothermiciens associés dès le début à la démarche architecturale a été notamment réalisé dans un lotissement de 6 maisons en ZUP sud de Rennes.

Le principe mis en œuvre (fig. 1) consiste à donner au comble, dans sa partie haute généralement inutilisée, le rôle de capteur solaire à air intervenant directement sur la VMC. Le versant de toiture exposé au sud reçoit un double vitrage de 8 m² doté d'un volet roulant isolant à fonctionnement automatique piloté par cellule photo-électrique. Le haut de comble ainsi éclairé est séparé du volume habitable de

l'étage par une dalle d'épaisseur (0,20). Cette dalle face supérieure exposée à la radiation solaire est peinte en noir. Elle constitue l'élément de la captation à la fois absorbeur, stockeur et réémetteur de calories.

La ventilation mécanique naturelle double flux, placée dans l'espace de captation, bénéficie du chauffage solaire de l'air intervenant directement sur la VMC. Le volet isolant est ouvert le jour et fermé la nuit. En fonction de la saison, le volet est fermé jour et nuit. Le chauffage d'appoint est assuré par convecteurs électriques individuels.

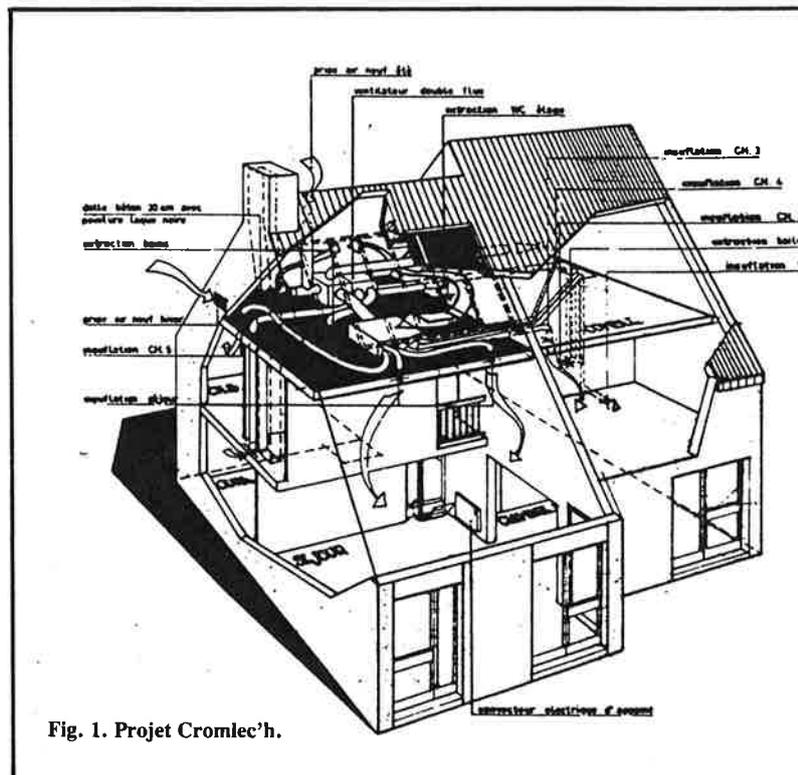


Fig. 1. Projet Cromlec'h.

Projet Horus (France-Cottages, Bouygues) Guy Royer et Ph. Guibout, architectes

La fonction aéraulique s'exerce par la VMC double flux, laquelle se charge des apports thermiques d'une serre et de capteurs à eau. Le circuit s'ouvre sur la serre lorsque le niveau de température de celle-ci est supérieur à la température de consigne. Les capteurs à eau sont utilisés l'hiver sur échangeur air-eau pour subvenir aux besoins de chauffage (ECCS, eau chaude, chauffage solaire). De mars à octobre, ils conviennent à la production d'eau chaude sanitaire solaire (ECSS, eau chaude sanitaire solaire). Voir schéma fig. 2.

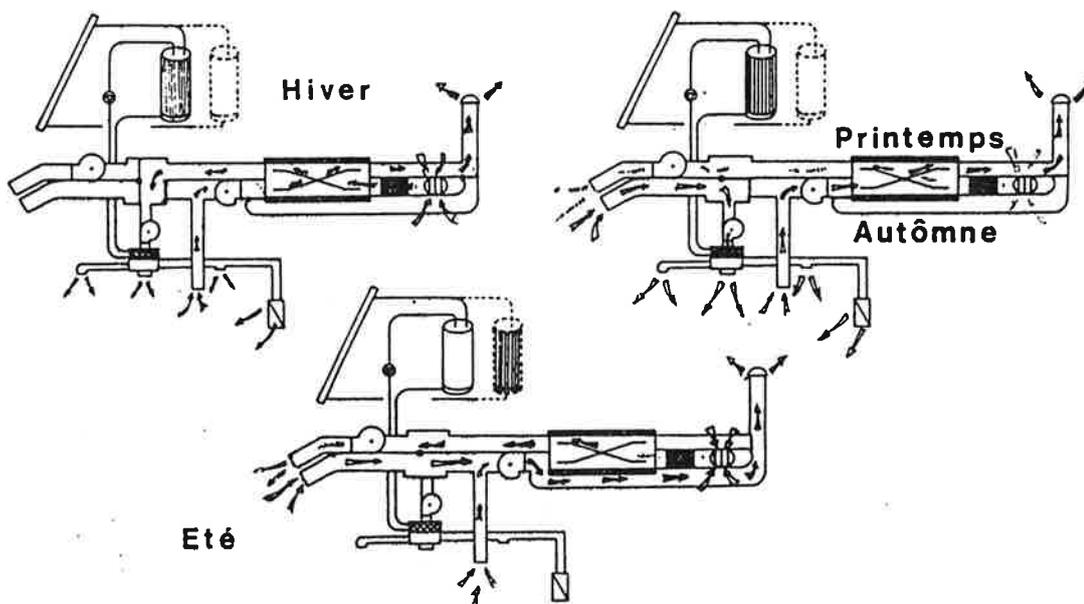
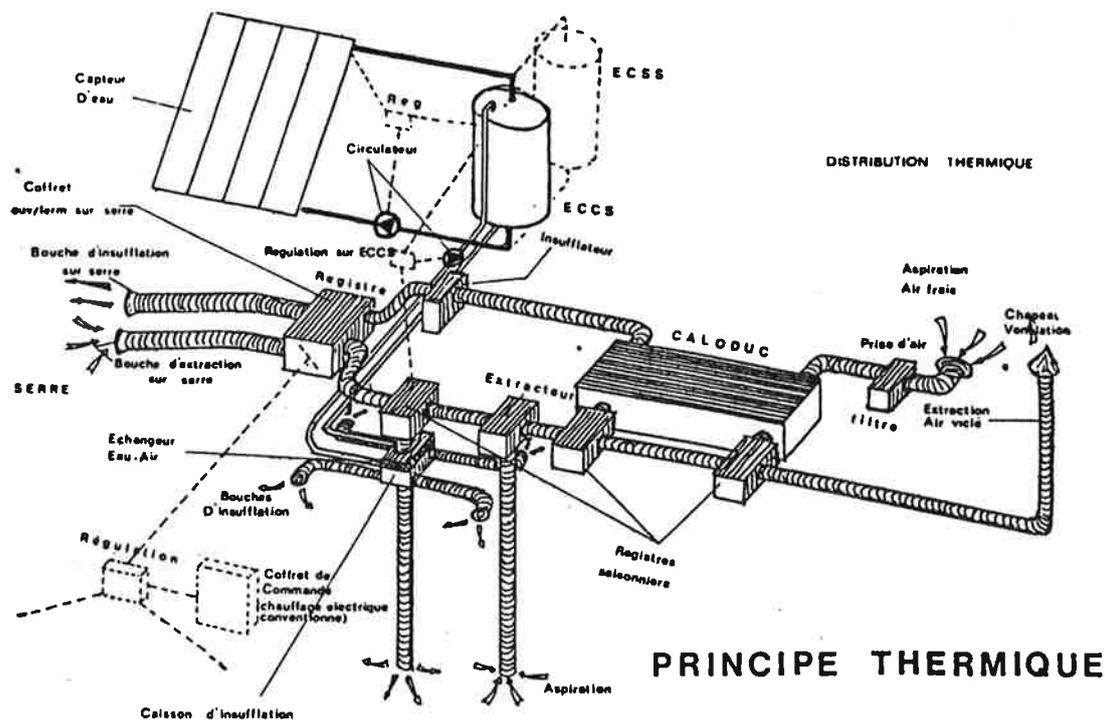
En période d'hiver, la serre n'in-

tervient qu'en espace-temps. L'eau réchauffée des capteurs se recharge thermiquement dans l'échangeur placé sur le circuit d'insufflation.

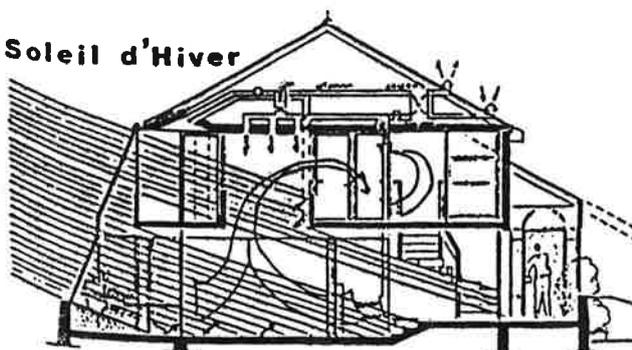
En demi-saison, les ressources de la serre viennent, selon le niveau de température, s'ajouter à d'autres ressources thermiques du circuit.

En période d'été, les surchauffes de la serre sont éliminées par la traction de la VMC qui assure l'équilibrage des températures. L'appoint en chauffage est assuré par convecteurs électriques individuels.

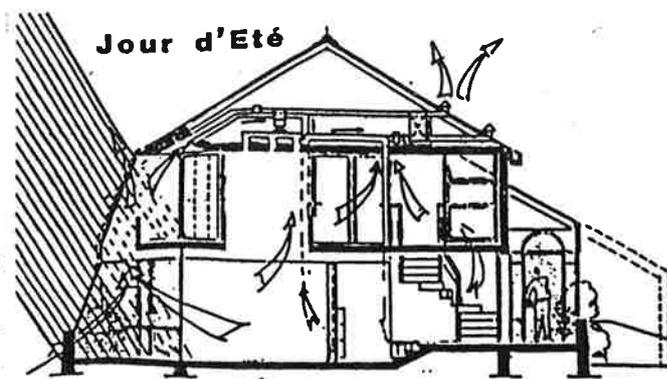
Fig. 2. Projet Horus.



Soleil d'Hiver



Jour d'Eté



Soleil pénétrant, Rayonnement. Convection Réception sur air vicié et E.C.C.S.

Evacuation Air chaud sur serre et volume d'habitation

béton.
dont la
rayon-
n noir,
mstruc-
keur et

contrô-
ns l'es-
du pré-
uf. En
et rou-
jour et
nement
et nuit.
assuré
conven-

npon ;
s solai-
ent par
caisson

rces de
niveau
er aux
ues du

hauffes
ar l'ex-
avorise
atures.
obtenu
conven-

Projet du Clos du Cens (HLM de Nantes)

Le dispositif mis en œuvre consiste à faire usage de capteurs solaires à eau pour la production :

- a) de l'eau chaude sanitaire en demi-saisons et en été,
- b) du chauffage par échangeur sur VMC en hiver.

A la faveur du dispositif, le rendement énergétique global de captation solaire est considérablement amélioré et l'amortissement économique de l'installation sensiblement plus rapide.

Dans nos régions, le faible flux solaire (rayonnement diffus élevé) de l'hiver est insuffisant pour obtenir sur des capteurs à eau classiques une élévation de température du niveau de celui demandé par l'eau chaude sanitaire.

Par contre, il permet d'obtenir couramment les 18/20°C nécessaires au confort thermique de l'habitat.

Pour une maison dans laquelle on se sera déjà occupé de parvenir à de bons coefficients G et B, l'installation comprend :

- un panneau de capteurs à eau (6 à 10 m²) ayant de bonnes caractéristiques (facteur optique = 0,84, K = 6),
- un ballon de 300 l avec échangeur annulaire,
- un chauffe-eau électrique classique de 150 à 200 l,
- un échangeur eau-air de grande surface sur VMC,

— les circulateurs et régulations appropriés.

Selon le degré de finesse que l'on

veut obtenir en fonction de la cité d'investissement, plusieurs schémas peuvent être envisagés.

L'installation (fig. 3) comprend deux circuits (α et γ), mais une seule régulation à basculement : régime été, régime hiver. La température de seuil haut de l'hydrostockage θ_{2S} pilote le basculement de l'électrovanne de 1-2 en 1-3, et simultanément de la régulation de la sonde θ_2 à la sonde θ_3 .

Eau chaude, régime été — La température de seuil haut θ_{2S} est affichée à 70/80°C. Lorsque $\theta_1 - \theta_2$ est supérieur ou égal à 5°C, GT 1 entre en action. L'électrovanne E.3V est en position 1-2. Le circuit α travaille en production d'eau chaude sanitaire solaire.

Chauffage, régime hiver — La température de seuil θ_{2S} est affichée à 10/15°C. La régulation fonctionne sur la sonde θ_3 et non plus sur θ_2 . Lorsque $\theta_1 - \theta_3$ est égal ou supérieur à 5°C, GT 1 entre en fonctionnement ; l'électrovanne E.3V est en position 1-3. Le circuit γ travaille en prise directe sur les capteurs solaires pour la production de chauffage solaire sur air neuf de la VMC.

Demi-saisons — La température de seuil haut θ_{2S} est affichée à 25/30°C. Le régime comprend 2 étages ; le premier est rempli par le régime « été » jusqu'au seuil de température de consigne affiché θ_{2S} sur l'hydrostockage, le second est assuré par le régime « hiver » lorsque cette température de consigne est atteinte.

Pour le régime été, RA 1 est ouvert et RA 2 fermé ; la vanne 3 voies position 1-3, la sonde GT 1 est en position 1-2. Dans le régime hiver, RA 1 est fermé et RA 2 ouvert ; la vanne 3 voies position 1-3, la sonde GT 2 est en position 1-3. La manipulation peut être entièrement manuelle.

En demi-saisons, RA 1 est ouvert et RA 2 fermé. Les relais au pas de seuil haut affiché θ_{2S} (25/30°C) pilotent l'électrovanne E.3V et simultanément le basculeur de sonde θ . Le fonctionnement est lié à la régulation pilotée par θ_{2S} .

Autre disposition — Ici, c'est la température de l'air neuf de VMC θ_{3S} est prise comme température de consigne. L'installation comprend 3 circuits (α , β , γ), le circulateur C du schéma 1 et des régulations appropriées.

Le circuit α se ferme par le GT 1 sur le panneau de capteurs solaires et l'hydrostockage (charge).

Le circuit β boucle par le circulateur C (monté d'un bipasse avec électrovanne E.V.C.), l'hydrostockage et l'échangeur placé sur l'air neuf de la VMC (charge).

Le circuit γ met en prise directe GT 1, le panneau de capteurs solaires et l'échangeur placé sur l'air neuf de la VMC.

Le fonctionnement est entièrement automatique.

La régulation s'effectue en cas

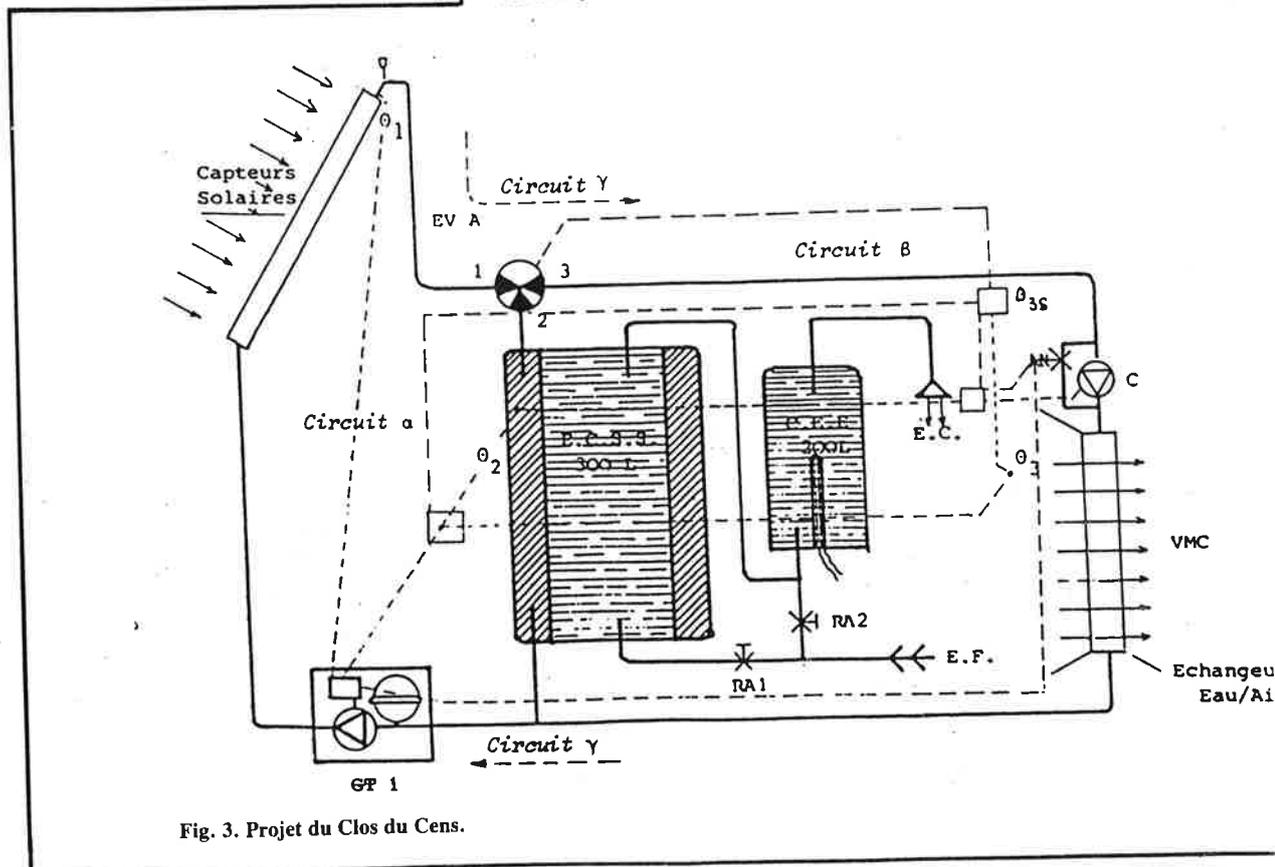


Fig. 3. Projet du Clos du Cens.

En conclusion

Il convient d'être sensible aux aspects positifs du chauffage aéraulique. Un facteur, cependant, ne

Situation 1 — Lorsque θ_3 est inférieur à la température de consigne (18°C) (production de chauffage)
E.3V passe sur 1-3
 θ_2 sur θ_3
Ces deux positions autorisent le fonctionnement de GT 1 et ouvrent EV.C.
Si $\theta_1 - \theta_3$ est égal ou supérieur à 5°C , GT 1 est en action.
Si $\theta_1 - \theta_3$ est inférieur à 5°C , GT 1 est stoppé.

Situation 2 — Lorsque θ_3 est supérieur ou égal à la température de consigne (production d'eau chaude sanitaire et stockage)
E.3V passe sur 1-2
 θ_3 passe sur θ_2
Ces deux positions autorisent le fonctionnement de GT 1 mais ferment EV.C.
Si $\theta_1 - \theta_2$ est égal ou supérieur à 5°C , GT 1 est en action.
Si $\theta_1 - \theta_2$ est inférieur à 5°C , GT 1 est stoppé.

Situation 3 — Dans un régime jour-nuit, surtout sensible en demi-saisons, la température de consigne de l'air neuf est souvent atteinte de jour ; il est alors possible de charger l'hydrostockage pour une restitution thermique de nuit à destination du chauffage.

La situation est alors celle de θ_3 inférieur à la température de consigne avec $\theta_2 \geq \theta_3 + 5^\circ\text{C}$ (thermostat différentiel).

EV.3 passe sur 2-3.
Cette position condamne le fonctionnement de GT 1, met en route le circulateur C et ferme EV.C.

Lorsque $\theta_2 \leq \theta_3 + 5^\circ\text{C}$, E.3V revient sur 1-3.

Le circulateur C s'arrête et ouvre EV.C.

La situation 1 est rétablie.

Dans le fonctionnement de ce schéma 3, RA 1 est toujours ouvert et RA 2 fermé.

Eau chaude — Le circuit d'eau chaude sanitaire solaire comprend la réserve de 300 l prise sur l'hydrostockage (préchauffage) et le ballon conventionnel de 150 à 200 l placé en série pour assurer, dans la mesure du besoin, la mise à niveau de température de l'eau chaude sanitaire.

Dans un autre montage, le ballon électrique conventionnel, maintenu à température de 60°C , intervient sur l'eau préchauffée du solaire pour la porter à la température de service au moyen d'une vanne mélangeuse thermostatique.

Dans le cas d'un appoint « gaz », l'eau chaude solaire, en provenance du ballon de 300 l, alimente directement le chauffe-eau gaz instantané.

doit pas être négligé par une certaine technocratie dominante pour laquelle une réglementation pseudo-simplificatrice a pu être une constante tentation.

L'habitat risque de devenir un concept abstrait soumis à une formulation incluant uniquement un ensemble de paramètres physiques. Et l'on pourrait être tenté d'oublier qu'une maison est faite pour être habitée.

L'amélioration des conditions d'isolation, les réglementations sur le renouvellement d'air font que les modes de vie jouent un rôle de plus en plus déterminant dans le bilan thermique.

Cependant, l'amélioration optimisée de l'isolation fait que l'apport thermique aéraulique devient du même ordre de grandeur que les obligations d'ordre physiologique et de conservation du bâti actuel.

Par contre, dans le domaine psychologique rien n'empêchera l'occupant d'ouvrir ses fenêtres pour aérer sa literie en dépit des raffinements technologiques, du double flux aux entrées d'air contrôlées.

De même l'optimisation de puissance et donc du rendement des sources thermiques excessivement adaptées à la réglementation, elle-même basée sur des statistiques météorologiques, ont fait que lors du récent hiver exceptionnel les besoins thermiques correspondant à un confort minimal n'ont pu être satisfaits.

Ne parlons pas du niveau réel de qualification des intervenants et artisans. Couplé parfois à un sens aléatoire d'une conscience professionnelle, générateur de bénéfices immédiats, il est le plus souvent alors lié à une interprétation statistique du nombre de réclamations officielles des occupants [11].

Couplant les aspects passifs et actifs, le solaire aéraulique et son appoint, solution biénergétique de meilleure complémentarité, correspond à un investissement particulièrement économique et à des performances aujourd'hui satisfaisantes. Il ne présente toutefois pas entièrement les avantages de confort attachés au chauffage et climatisation par rayonnement de paroi.

L'évolution prévisible de la construction vers des structures et enveloppes préélaborées — à la limite en kit — sans inertie, favorisera le développement de ce mode de chauffage. Sans oublier l'évolution, elle plus imprévisible, des mœurs des occupants.

NdIR — Les lecteurs intéressés par le chauffage aéraulique peuvent se rapporter au n° spécial d'octobre 85.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] G. ROYER.
Maison expérimentale des Chatelets.
Elf-Chaffoteaux, 1975.
- [2] G. ROYER, E.A. DECAMPS.
Climatisation par rayonnement sur parois froides.
Communication au 20 th Comple International Meeting, Rabat, 1981.
- [3] G. OLIVE.
Un nouveau moyen pratique pour calculer les planchers chauffants.
Promoclim E. Etudes thermiques et aérauliques, tome 9 E, n° 3, juin 1978.
- [4] P. FRIDMANN.
Le calcul des planchers chauffants à eau chaude.
Revue CFP, novembre 1985.
- [5] B. DORE
Le chauffage par le sol à basse température.
Revue CFP, n° 462.
- [6] Colloque AFME.
Juin 1985.
- [7] G. ROYER, E.A. DECAMPS.
Stockage thermique à chaleur sensible pour l'habitat solaire.
Colloque INSA, Lyon, 22/23 janvier 1981.
- [8] *Maison expérimentale de Locminé* (centre Bretagne).
Attestation des propriétaires.
- [9] G. ROYER, E.A. DECAMPS
Etude de l'énergie solaire et de l'habitat.
Rapport Contrat région Bretagne, n° 950K0210. 1984, 164 pages.
- [10] Concours des 5 000 maisons solaires, 1981.
- [11] E.A. DECAMPS, G. ROYER, M. QUENEUEDEC et A. T'KINT de ROODENBECKE.
Approche systématique d'une optimisation de qualité d'un habitat solaire.
Energie Plus, décembre 1985.

LE MICA ?

C'est METAFIX !

20, av. Eugène Gazeau
60300 SENLIS

Tél. 44.53.22.86 - Télec 150 211 F