

ET L'ENERGIE SOLAIRE ?

(Première partie)

par Christian PERRIN DE BRICHAMBAUT

Président de la Société Météorologique de France

Après un départ fulgurant au moment de la crise pétrolière de 1973, les efforts dispensés en vue d'une utilisation rationnelle de l'énergie solaire ont atteint leur sommet en France à la fin de la même décennie 1970. Cette démarche était alors considérée comme souhaitable sinon nécessaire pour réaliser des économies d'énergie et de devises. Las... Depuis 1980-1981, la recherche dans ce domaine a été de plus en plus négligée et semble actuellement considérée par les pouvoirs publics comme une «danseuse de luxe».

Le prix du baril de pétrole, le cours du dollar, l'équipement en centrales nucléaires : tous ces éléments se sont conjugués pour restreindre l'intérêt de l'énergie nucléaire et l'urgence de son utilisation, au moins dans le cadre hexagonal de la métropole où règnent les décideurs. Et bien peu d'efforts sont faits pour les départements et les territoires d'outre-mer ni pour les pays en développement, pourtant bien ensoleillés, peu équipés en réseaux de distribution électrique et où le fonctionnement des centrales thermiques revient très cher.

Cependant, cette ressource énergétique apparaît de plus en plus polyvalente, économiquement justifiée dans de nombreux cas et parfaitement propre vis-à-vis de l'environnement; il n'en va pas de même avec la plupart des autres sources d'énergie : pétrole, charbon ou atome. Par ailleurs, il s'agit d'une énergie renouvelable gratuitement

et inépuisable, toutefois sans garantie autre que climatique et statistique : son stockage s'avère souvent nécessaire, tant à l'échelle de la journée afin de pouvoir éventuellement l'utiliser la nuit, que sur de plus longues périodes, selon l'usage prévu et en fonction des aléas météorologiques à envisager.

Ces quelques caractéristiques de l'énergie solaire ont déjà été largement exploitées par les végétaux et les animaux, puis par l'homme; l'agriculture, c'est-à-dire la production de biomasse pour des usages énergétiques (bois, alcool, ...) ou alimentaires, est directement liée à l'assimilation chlorophyllienne et, par là-même, à l'énergie solaire parvenant sur terre, qui dicte par ailleurs le temps et le climat. Mais ceci est une autre histoire, dont les météorologistes commencent enfin à prendre conscience pour l'élaboration de leurs modèles numériques...

Concernant les utilisations de l'énergie solaire et des techniques associées, il a paru judicieux de les classer en deux grandes catégories :

- l'énergie solaire « passive », exploitée directement à partir du récepteur, le plus souvent sous une forme thermique pure;
- l'énergie solaire « active », captée puis transformée en une autre forme d'énergie, thermodynamique ou électrique par exemple, ou nécessitant des systèmes auxiliaires d'exploitation.

Pour ce résumé des applications nous retiendrons la classification par type d'utilisation :

- le solaire thermique, utilisant directement la chaleur fournie,
- le solaire thermodynamique, lorsque la chaleur est utilisée pour actionner un moteur,
- le solaire photovoltaïque, délivrant du courant électrique.

Le solaire thermique

L'exemple type est le « chauffage de l'eau domestique et des logements » : ce sont là, en effet, deux gros postes de consommation d'énergie, alimentés le plus souvent par du fuel domestique ou par le réseau électrique, et que le rayonnement solaire, convenablement absorbé par des capteurs plans, permet de réduire sensiblement.

Depuis quinze ans, les nombreuses campagnes d'information menées, d'abord par l'Agence pour les économies d'énergie et le Commissariat à l'énergie solaire, puis par l'Agence pour la maîtrise de l'énergie, ont porté leurs fruits : les « architectes » et les « thermiciens » ont compris et chiffré le profit qui pouvait être tiré de l'exploitation rationnelle de l'énergie solaire, et l'administration, en l'occurrence le plan « construction », a su promouvoir le soleil dans l'habitat par des concours d'architectes, par des aides aux particuliers sous forme de subventions ou de dégrèvements d'impôts, et par la publication de normes et règlements divers, souvent assortis de méthodes de calcul des apports solaires et de logiciels.

L'isolation intérieure ou extérieure des habitations, l'inertie thermique des logements, l'orientation et les dimensions des ouvertures, les systèmes de régulation et de gestion du chauffage, les courants internes de thermoconvection, ..., tous ces éléments ont provoqué de nombreuses recherches et sont maintenant pris en compte pour réduire et optimiser les dépenses d'énergie liées au chauffage, pour chaque cas caractérisé par :

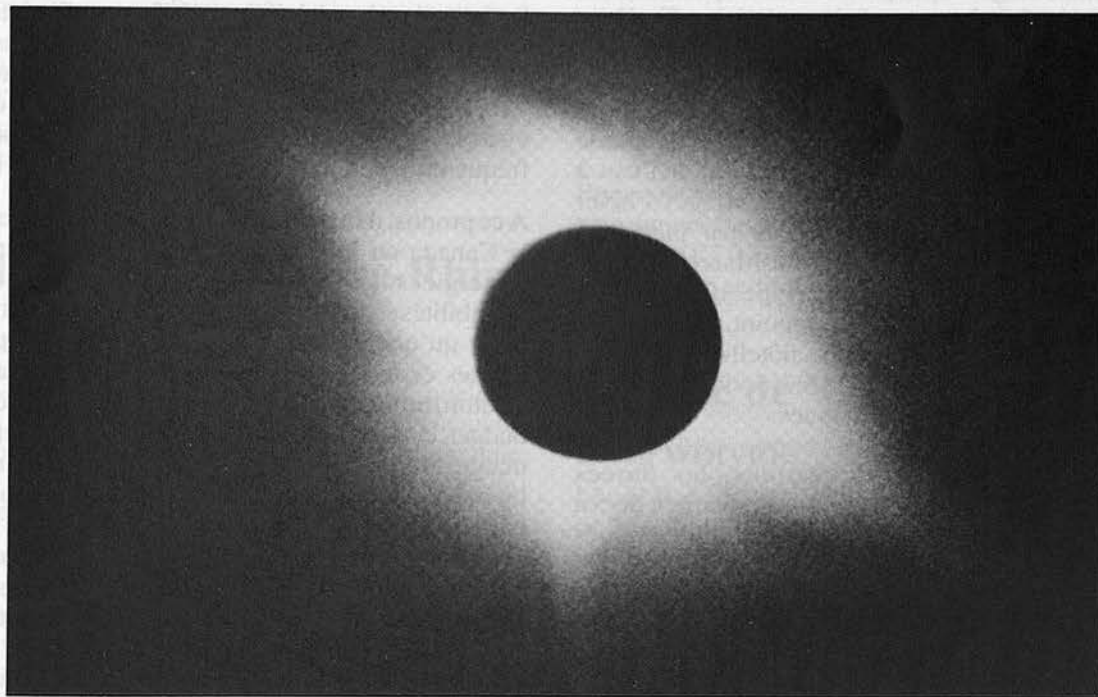
- le type de bâtiment projeté et son usage : logements, bureaux, école...
- le climat régional et le microclimat local : températures, bien sûr, mais aussi durées d'insolation, rayonnement incident selon les façades, ...

Mais l'énergie solaire se manifeste également sous forme de « lumière naturelle » et il apparaît alors, dans la conception d'un logement, une certaine antinomie entre l'apport d'éclairage naturel et les pertes thermiques, l'hiver, par l'intermédiaire des fenêtres et vitrages : les proportions optimales d'ouvertures vitrées de chaque façade doivent ainsi être déterminées pour chaque cas particulier. Inversement, l'été, on peut sensiblement réduire les besoins de climatisation, parfois nécessaire et toujours très coûteuse, en se protégeant du soleil en excès par divers types de stores et, mieux encore, si l'on dispose d'un jardin, par des plantations judicieusement choisies, portant ombre l'été et laissant passer le soleil durant l'hiver, après la chute des feuilles. Des solutions techniquement plus élaborées ont aussi été proposées : concentrer le rayonnement solaire, puis le filtrer pour conserver la partie lumineuse du spectre, que l'on peut alors canaliser et distribuer au sein des locaux à l'aide de « lumiducs », de grosses fibres optiques...

Le problème de l'équilibre chaleur/lumière est encore plus brutalement posé par les « serres », dont le chauffage est en bonne partie assuré par le soleil, en hiver et surtout au printemps : leur implantation, leurs systèmes de régulation et de ventilation en cas de surchauffe, leur isolation, ..., sont essentiellement déterminés par l'énergie solaire incidente et par les conditions météorologiques, en se traduisant par des dépenses de chauffage très variables selon la conception et l'orientation de la serre, qui doit assurer un équilibre harmonieux entre l'énergie assurant la photosynthèse, d'origine solaire, et celle destinée au chauffage, à la fois solaire et artificielle, d'un coût éventuellement rédhibitoire dans ce dernier cas.

Voisins des problèmes complexes posés par les serres, certains de ceux relatifs aux bâtiments ont donné lieu à des études et des développements récents : il s'agit en particulier de l'efficacité des « espaces-tampons », des « vérandas », pour la « climatisation » des logements en particulier; mais les habitudes de vie et le contexte socioculturel modifient très souvent le rôle thermique initialement prévu et donc l'utilité pratique de ces éléments architecturaux, normalement destinés à assurer aux logements un bon confort thermique pour un moindre coût énergétique et non un espace de vie supplémentaire.

Le « séchage » naturel des graines, du foin, du linge, des



Eclipse totale pour l'astre du jour photographiée à bord d'un bâtiment de la Marine nationale dans le Pacifique sud le 23 novembre 1984. Le phénomène dure une minute; la mer tourne à l'indigo, le ciel est violet...

Ce document pourrait également s'appeler «gros plan sur la couronne solaire», cette «atmosphère» du soleil habituellement masquée pour l'œil humain par la luminosité de l'astre.

pruneaux ou du tilleul représentent encore un type d'application de l'énergie solaire, que l'on peut améliorer et faciliter par des techniques relativement simples faisant appel au principe des capteurs plans, c'est-à-dire à l'effet de serre. Mais cet effet dû aux vitrages n'est pas toujours nécessaire, et les bains de soleil sur le sable chaud de la plage en été font partie du solaire dit passif, sous sa forme thermique (alors que le bronzage relève de ses effets photochimiques). Et l'échauffement de l'eau d'un simple tuyau d'arrosage laissé au soleil démontre la facilité d'obtenir, sans technologie complexe, des températures pouvant aisément dépasser celle de l'air ambiant de 15° à 25°C, surtout par vent faible, activant encore le séchage et l'évaporation.

Les «bassins solaires», stabilisant l'eau chauffée par le rayonnement solaire au fond du bassin grâce à un fort gradient de salinité opposé au gradient de température, permettent d'atteindre des températures d'utilisation de plus de 80°C, en procurant par ailleurs un vaste réservoir de stockage thermique : il s'agit là d'une technique originale toujours améliorée, bien adaptée à des climats fortement ensoleillés et à des bassins de dimensions suffisantes. Encore en cours de développement quant aux procédés à mettre en œuvre, et surtout destinés à l'alimentation de petites centrales électriques, ces bassins solaires sont plus fréquemment classés dans le «solaire actif», et correspondent à des capteurs plans très particuliers.

Ainsi, et bien qu'encore souvent mal intégrés à l'architecture, les «**capteurs plans**» permettent le chauffage de l'air de conditionnement ou de l'eau domestique. Fortement isolés en face arrière, couverts de simple ou double vitrage, constitués généralement de surfaces métalliques rendues absorbantes à l'aide de peinture noire ou de revêtements sélectifs, échauffant des tuyaux remplis d'eau ou de liquide antigel, mais éventuellement réalisés avec des plaques noircies, poreuses ou non, chauffant un courant d'air à leur contact ou un film d'eau ruisselant à leur surface, ils peuvent également être formés de tubes de verre vidés d'air, partiellement réflecteurs et dans l'axe desquels passe un tube noirci. Après quelques tâtonnements technologiques qui ont joué en leur défaveur durant plusieurs années, ces capteurs solaires plans sont maintenant bien au point et de durée de vie garantie (10 ans en général), en étant même aujourd'hui assortis d'une garantie de résultat.

Orientés vers le Sud et plus ou moins inclinés selon la latitude et en fonction de la saison d'utilisation principale, ils correspondent à des techniques d'autant plus sophistiquées et à des matériaux d'autant plus coûteux que l'on veut obtenir des températures plus élevées et un rendement accru. S'il s'agit de chauffer de l'eau à 25 ou 30°C au-dessus de la température de l'air, des technologies simples et peu coûteuses peuvent par contre être utilisées, avec des rendements énergétiques élevés, atteignant facilement 0,5.

C'est dans ce sens que les capteurs solaires plans offrent le plus grand intérêt dans nos régions : préchauffer l'eau à usage domestique durant l'hiver (l'électricité joue alors un rôle d'appoint...) ou la chauffer à 55°C en été, mais aussi augmenter la température de l'eau des piscines en demi-saisons et étendre leur période d'utilisation de deux mois au moins, chauffer ou préchauffer l'eau à usage industriel, et même réaliser des chauffages d'hiver à basse température, par air puisé ou par planchers chauffants, dans les Alpes par exemple. Mais chaque cas et chaque microclimat, chaque type d'utilisation (ressource thermique principale ou appoint, parexemple) et de besoins (écoles, logements, hôtellerie d'été ou d'hiver, camps de vacances, ...) nécessite une étude complète et des solutions spécifiques.

Selon les régions et les utilisations, les durées d'amortissement de tels capteurs solaires varient de 5 à 20 ans, pour les prix de l'énergie actuellement pratiqués en France métropolitaine; outre-mer, en revanche, si l'énergie électrique était vendue à son véritable coût, ces durées pourraient aisément être divisées par deux. Et si la recherche et l'industrie solaires recevaient 1% seulement des crédits consacrés au nucléaire, le paysage énergétique français pourrait changer notablement, et utilement pour les prochaines générations, en assimilant enfin les solutions canadiennes, les réalisations japonaises ou israéliennes, les méthodes d'incitation américaines et certaines fabrications européennes, bref, en rattrapant le retard sensible pris par la France dans ce domaine depuis près de dix ans, particulièrement en matière d'industrialisation des procédés et techniques solaires et de formation des installateurs. Dans ce domaine thermique pur, il faut enfin noter les recherches déjà accomplies en matière de «**stockage thermique**» : celui-ci peut aussi bien être réalisé par des pierres, galets ou rochers, que par des bidons remplis d'eau ou de matériaux mettant enjeu leur fusion, puis de solidification, lors de leur changement d'état à des températures de 20 à 50°C; la paraffine, par exemple, est employée pour réaliser des couveuses solaires. L'emploi de mélanges eutectiques est aussi largement étudié, en vue de stocker le maximum de chaleur dans un encombrement minimum. Mais le béton n'est pas à exclure : c'est le principal élément déterminant l'inertie thermique des bâtiments, provoquant par ailleurs un déphasage intéressant pour la transmission, vers l'intérieur, la nuit, de la chaleur récupérée le jour par l'enveloppe du bâtiment, ou même par des murs réalisés dans ce seul but thermique derrière des vitrages en façade Sud : les murs «**TROMBE**», du nom de son inventeur.

Pour être aussi complet que possible quant aux applications thermiques du rayonnement solaire, il convient de noter que, pour certains usages, on peut augmenter légèrement l'énergie parvenant sur le capteur plan en utilisant des surfaces diffusantes ou réfléchissantes disposées en «entonnoir» au voisinage de la face avant du récepteur, et surtout utiles pour récupérer une partie du rayonnement direct éclairant les alentours du capteur

De même, cet «**effet renforçateur**» a été exploité pour la réalisation de cuisinières ou de fours culinaires solaires, largement diffusés en Inde durant quelques années, alors que les parapluies solaires, destinés à faire cuire un steak en plein soleil, n'ont guère émergé de leur aspect «gadget» par suite de la nécessité de les réorienter trop fréquemment, 4 à 6 fois par heure...

A ce propos, il faut noter que des pays nordiques, comme le Canada ou la Norvège, s'intéressent de très près à l'énergie solaire dans le bâtiment et y voient des possibilités économiques indiscutables; on peut d'ailleurs noter qu'une «**maison solaire**» permet à

peu près les mêmes économies annuelles d'énergie à Nancy qu'à Toulon, représentant cependant des parts différentes du budget consacré au chauffage. Et, même en France, malgré le peu d'intérêt qu'y portent les pouvoirs publics, le nombre de maisons, de bureaux, d'écoles et de bâtiments industriels équipés en «solaire» s'accroît chaque année, dans toutes les régions, en plaine comme en montagne, non seulement sous forme d'installations pilotes, mais aussi en maisons individuelles et en HLM. (Dans notre prochain numéro le «solaire thermodynamique», le «solaire photovoltaïque» et la conclusion.)