

LA SERRE SOLAIRE

par .

P. DENIS, P. JOURDAN

**Centre d'Études Nucléaires de Grenoble
Laboratoire de Méthodes Nouvelles de Mesures de Rayonnements
Grenoble, France**

et

J. P. CHIAPALE, J. DAMAGNEZ

**Institut National de Recherche Agronomique
Station de Bioclimatologie
Centre de Recherches Agronomiques d'Avignon, France**

RÉSUMÉ

- a)* Effet du rayonnement infrarouge sur les plantes.
- b)* Filtrage de l'infrarouge et stockage de la chaleur issue du filtrage.
- c)* Chauffage nocturne effectué au moyen du stock.

RESUM

- a)* Efecte de la irradiació infraroja sobre les plantes.
- b)* Filtració de l'infraroig i emmagatzemament de la calor provinent de la filtració.
- c)* Escalfament nocturn per mitjà de l'energia emmagatzemada.

SUMMARY

In the paper several factors upon plants are presented namely:

- a)* Effect of infrared irradiation upon plants.
- b)* Filtration of the infrared, and storage of the resulting energy.
- c)* Nocturnal heating by means of the stored energy.

Le spectre solaire s'étend, pour des énergies non négligeables, de 0,3 à 3 μ . Il est formé de trois parties: le rayonnement ultraviolet, qui, en énergie, ne représente que 5 % du total; le visible, environ 45 %; l'infrarouge, 50 % (figure 1).

Les plantes vertes fixent le carbone contenu dans le CO₂ atmosphérique au moyen de la fonction chlorophyllienne, pour laquelle l'énergie contenue dans un certain nombre de bandes spectrales est nécessaire. Or ces bandes sont toutes situées dans le proche ultraviolet et le visible. La partie infrarouge du spectre solaire est convertie en chaleur, elle crée un réchauffement de la plante et provoque l'évapotranspiration de celle-ci. Si l'énergie solaire infrarouge absorbée est trop importante, la plante flétrit et ferme ses stomates pour éviter la perte d'eau. Cette contrainte limite la croissance de la culture et si l'échauffement est trop important, le flétrissement est irréversible et la plante meurt.

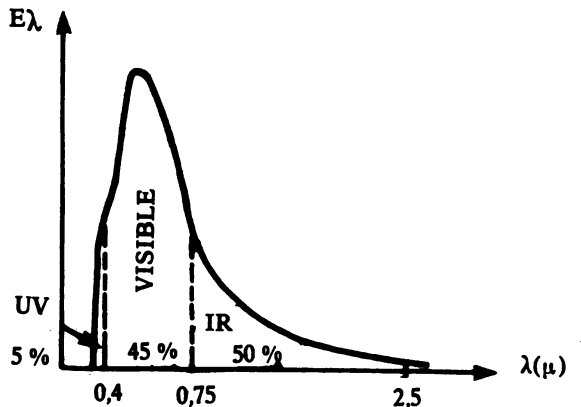


FIGURE 1. Répartition spectrale de l'énergie solaire incidente.

I. LA SERRE ET SON EFFET

La serre isole la plante de l'espace ambiant. Son rôle est de créer un microclimat autour de celle-ci.

Durant la nuit, la serre protège la plante du froid et maintient sa température au-dessus de la valeur critique inférieure qui lui est propre.

Par contre, durant la journée, le rôle de la serre est plus complexe. Elle doit laisser passer le plus possible de lumière visible et ultraviolette qui contiennent les longueurs d'ondes nécessaires à la fonction chlorophyllienne. La partie infrarouge crée un échauffement, généralement trop élevé, de la plante. Il s'ensuit une consommation d'eau très importante de celle-ci et un danger au cas où sa température dépasserait une valeur limite. Il faut alors refroidir la plante, ce qui est généralement réalisé par ventilation, soit naturelle au moyen d'ouvrants, soit artificielle au moyen de ventilateurs prenant l'air à l'extérieur de la serre.

De plus, une remarque importante s'impose. En absence de ventilation forcée, les mouvements de l'air restent peu importants sous une serre et la plus grande partie des échanges thermiques se font par radiation. La température de la plante est fortement liée à la température radiative de son couvert et à la température radiative du sol; ceux-ci sont eux-mêmes liés par radiation également. Il s'ensuit que la température du végétal est à peu près indépendante de la température de l'air sous la serre, phénomène qui explique bien le gouffre énergétique provoqué par le chauffage par aérothermes.

II. CONCEPTION D'UNE SERRE RATIONNELLE

De ce qui précède, on peut conclure que la commande de la température d'un végétal doit être faite par radiation en pilotant la température du couvert et celle du sol.

La couverture de la serre doit laisser passer au mieux le rayonnement visible et ultraviolet; par contre, dès $0,75\mu$, elle doit arrêter l'infrarouge. Il faut donc filtrer la lumière incidente. Le filtrage convertit en énergie thermique la plage énergétique, située entre $0,75$ et 3μ , du spectre solaire.

Puisque l'énergie thermique est chère, il est tout indiqué de stocker cette énergie et de la réutiliser la nuit pour «chauffer» la serre.

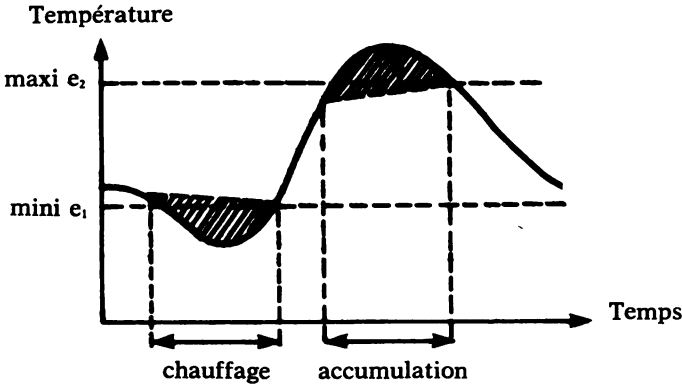


FIGURE 2. Évolution de la température de la paroi de la serre.

Si on réalise une serre ayant ces caractéristiques, elle présentera les avantages suivants:

1.° Pas de contrainte thermique exercée sur la plante lorsque le soleil brille à l'extérieur de la serre, partant, une diminution des charges de ventilation et une diminution également de la consommation d'eau. Celle-ci peut atteindre de 60 à 70 % par rapport aux besoins hydriques de pleine terre.

2.° Restitution par radiation pendant la nuit de calories stockées durant le jour. Si la réserve de calories est insuffisante, il est possible de brancher un chauffage d'appoint utilisant le même circuit de distribution. L'eau chaude peut également être renvoyée dans des gaines plastiques au sol et la double paroi de l'enceinte utilisée à fin d'isolation thermique (figure 2).

III. LA SERRE SOLAIRE

Certes, toutes les serres sont solaires; mais par ce vocable, nous entendons une serre utilisant rationnellement l'énergie solaire. Combinant les diverses remarques faites plus haut, nous arrivons au schéma suivant (figure 3):

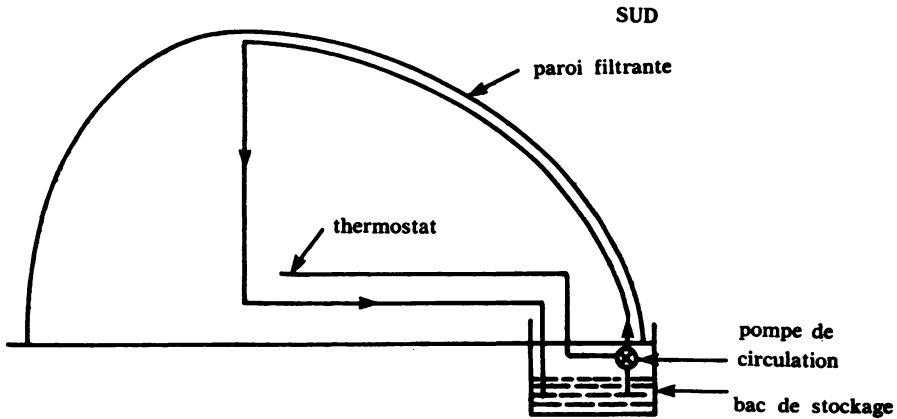


Figure 3

Une serre constituée d'une enveloppe à double paroi. Entre les deux faces de cette enveloppe, circule un liquide caloporteur. La partie infrarouge du spectre solaire est arrêtée soit par les faces de la paroi qui constituent le filtre et qui cèdent les calories au liquide, soit par le liquide qui est lui-même filtrant, soit une combinaison des deux systèmes.

Le liquide caloporteur issu du bac de stockage arrive aux panneaux filtres recouvrant la serre par une conduite et retourne au bac de stockage par une autre conduite. Lorsque le soleil brille, le liquide s'échauffe et entraîne la montée en température du bac. Durant la nuit, au moment où le chauffage de la serre est nécessaire, le fluide caloporteur est remis en circulation. Il chauffe le couvert qui rayonne sur la plante ou est envoyé dans des gaines plastiques disposées au sol.

Une mesure de la température de la plante commande l'arrêt et la mise en marche de la circulation du fluide caloporteur. Au cas où les conditions météorologiques sont défavorables, un chauffage d'appoint fournit les calories nécessaires au fluide caloporteur.

L'absence de condensation contre la face interne du couvert permet si besoin est de contrôler l'humidité relative de l'air sous la serre.

IV. RÉSULTATS

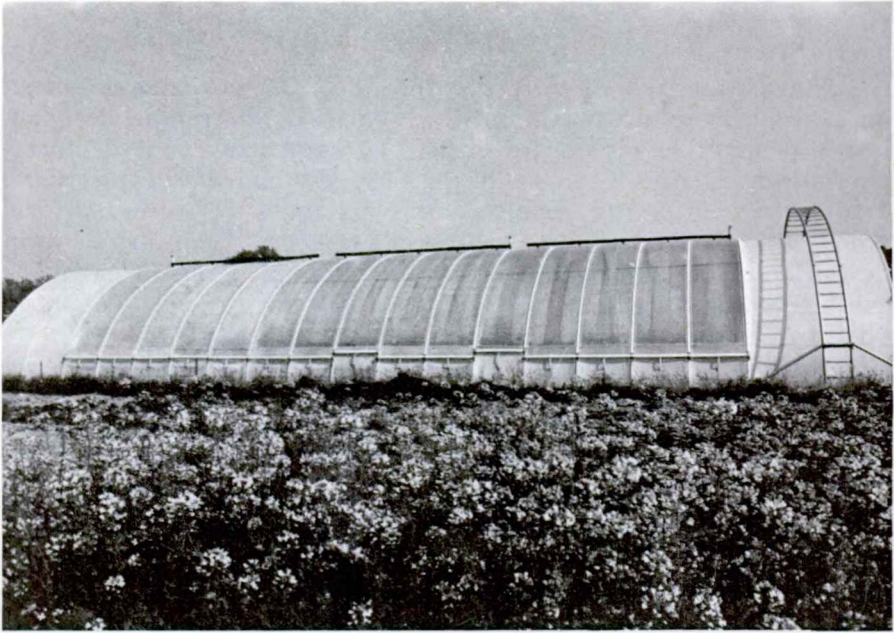
Nous avons réalisé un prototype de 150 m², orienté est-ouest, de façon à avoir un maximum de rendement thermique des panneaux pendant la période hivernale. Les panneaux sont de méthacrylate de méthyl. Le reste de la serre est couvert de plastique. Trois filtres différents, répartis sur trois zones de même surface, ont été utilisés. De l'eau, une solution de CuCl₂ à 1 % et une solution de CuCl₂ à 2 %. La longueur d'onde de coupure de ces trois filtres est différente; il importait de connaître l'effet du point de coupure du filtre sur le comportement de la plante.

Les photos 1 et 2 donnent une idée de la face et de la coupe de la serre. La photo 3 a été prise avec une culture de tomates, et la photo 4, prise sous une serre annexe, montre les bacs de stockage et certains équipements annexes regroupés pour la commodité des mesures. La température du fluide stocké étant relativement basse, l'isolation thermique est très rudimentaire.

Lors des premiers essais, les économies suivantes de chauffage ont été réalisées (figure 4):

	Hiver nov. déc. janv.	Printemps fév. mars. avril	Été
Énergie solaire reçue Kcal·m ⁻² ·jour ⁻¹	1 500	3 200	5 700
Énergie stockée Kcal·m ⁻² ·jour ⁻¹	600	1 300	2 300

FIGURE 4



PHOTOS 1 et 2. Vue générale de la serre.



PHOTO 3. Culture de tomates.

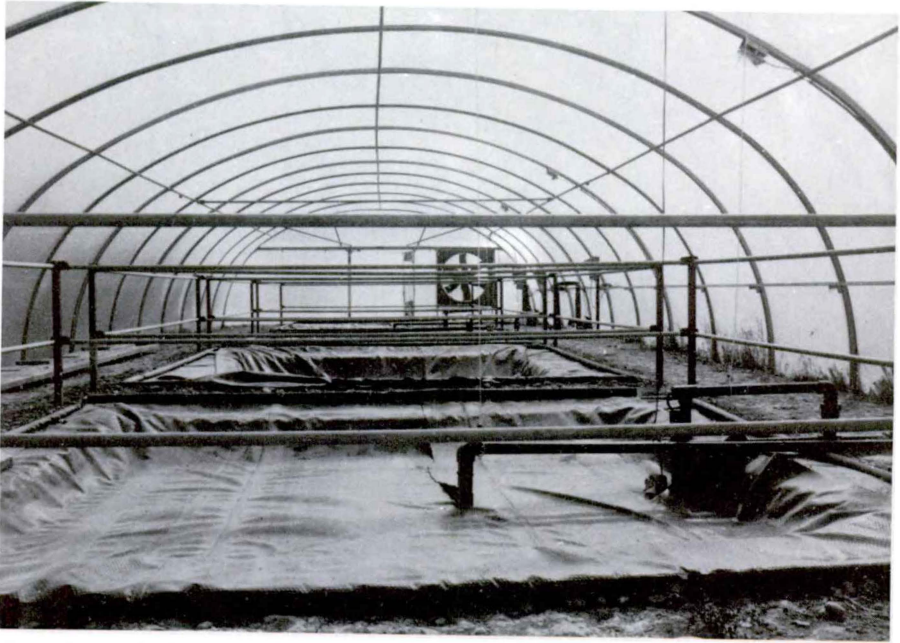


PHOTO 4. Bacs de stockage.