

Certificats d'économies d'énergie
Fiche
explicative n° FE 10

FICHE EXPLICATIVE
Isolation Thermique des serres

Fiches d'opérations standardisées concernées :

AGRI-EQ-102 : Double écran thermique

AGRI-EQ-104 : Écrans thermiques latéraux

AGRI-EQ-107 : Isolation des parois de serre

AGRI-EQ-108 : Stockage d'eau pour une serre bioclimatique

AGRI-EQ-109 : Couverture performante de serre

AGRI-EQ-111 : Simple écran thermique

AGRI-EQ-112 : Double parois gonflables

I. Introduction

La serre est une "enceinte destinée à la culture ou à la protection des plantes en exploitant le rayonnement solaire. Les dimensions de cette enceinte permettent à un homme de travailler aisément à l'intérieur" (définition de la norme NF U57-001).

Cette enceinte, constituée principalement par un matériau de couverture transparent ou translucide, isole plus ou moins les cultures de l'environnement extérieur.

- Elle constitue un abri efficace contre les intempéries (vent, pluie, neige...) et réduit l'introduction des divers agents nuisibles.
- Elle crée à l'intérieur un microclimat particulier qui peut être facilement amélioré à l'aide de divers équipements.
- Elle permet une maîtrise plus facile de l'alimentation hydrominérale et de la nutrition carbonée (enrichissement possible en gaz carbonique).
- Elle rend possible l'utilisation de diverses méthodes de protection sanitaire spécifiques d'un milieu clos (lutte biologique, etc.).

L'abri est défini et aménagé en fonction des exigences de la culture, de sa localisation géographique et des impératifs économiques des exploitations. Depuis 1996, l'abri prend une place croissante dans la production légumière en France ; les surfaces d'abris hauts ont progressé de 7 % entre 2000 et 2010, pour atteindre 7 431 ha dont 6 100 ha d'abris peu ou pas chauffés. En 2020, on a recensé 10 500 ha d'abris dont 9 100 ha d'abris peu ou pas chauffés, ce qui montre que les surfaces se développent.

II. Typologies de serres

On distingue la **serre verre** et la **serre plastique**. Ces serres peuvent être constituées d'une ou plusieurs chapelles avec un toit courbe ou formé par des versants plats.

- **Serre unichapelle** ou **monochapelle** : serre constituée d'une seule chapelle.
- **Serre multichapelle** : serre constituée de plusieurs chapelles parallèles accolées à couverture de verre ou de plastique. La multichapelle est largement utilisée en production maraîchère.

- **Serre tunnel** : serre unichapelle à arceaux également assez utilisée en production maraîchère.
- **Serre à double paroi gonflable** : serre à double paroi constituée de deux films souples dont l'écartement est obtenu par une légère surpression.



Figure 1 : Tunnel plastique (CTIFL©)



Figure 2 : Serre multichapelle plastique (CTIFL©)



Figure 3 : Serre multichapelle verre



Figure 4 : Serre verre grande largeur (CTIFL©)

Comparaison serre verre/serre plastique

Avantages par rapport aux serres verres

- Structures plus légères et faibles densités
- Investissements plus faibles

Faiblesses par rapport aux serres verres

- Grande exposition aux phénomènes de dilatation avec la chaleur
- Vieillissement plus rapide
- Stabilité thermique moins bonne que celle du verre
- Transmissions lumineuses plus faibles

III. La nécessité d'isoler thermiquement une serre

L'énergie solaire qui pénètre dans la serre est absorbée par les plantes, le sol et les différentes structures. Il en résulte une augmentation de la température et une augmentation des émissions de chaleur par ces différents corps sous forme de rayonnements infrarouges longs. Le verre et les matières plastiques « thermiques » ne laissant pas échapper les rayonnements infra-rouges longs, l'énergie solaire libérée est piégée par la serre : c'est "l'effet de serre"

(Figure 5). Cet « effet serre » est favorable au maintien ou à l'élévation des températures de l'air et du sol lorsque les températures extérieures sont trop basses. En été, lorsque les températures extérieures sont élevées, cet effet devient défavorable.

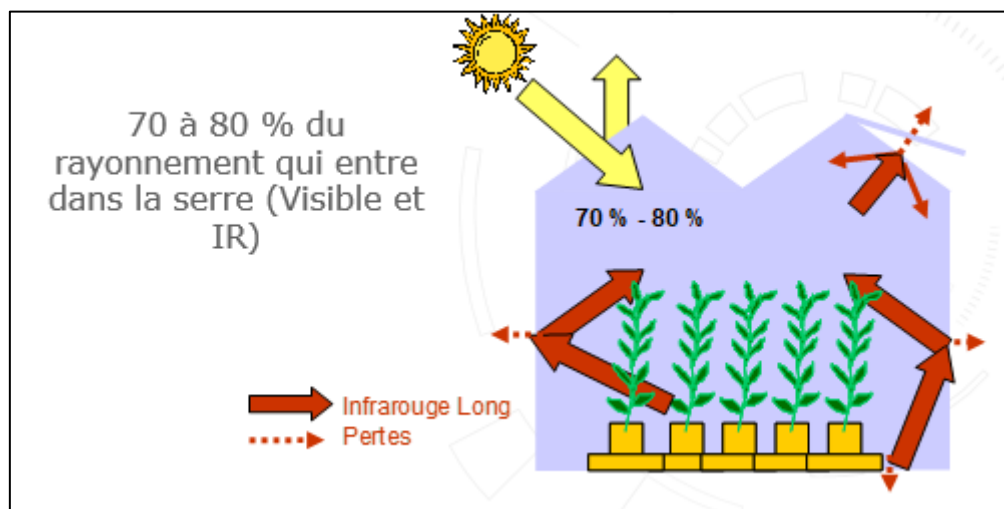


Figure 5 : En moyenne 70% de l'énergie solaire extérieure pénètre dans la serre (source CTIFL©)

L'élévation des températures dans la serre est limitée par les échanges thermiques entre la serre et l'extérieur. On distingue trois (03) types d'échanges :

- **le rayonnement** : la couverture réémet une partie de sa chaleur vers l'extérieur (IR long).
- **la conduction et la convection** : cette perte est proportionnelle à la surface de la paroi (S) et à l'écart de température entre l'intérieur (T_i) et l'extérieur (T_e). $Q = kS (T_i - T_e)$, le coefficient k dépend du matériau de couverture et varie avec la vitesse du vent.
- **le renouvellement de l'air** par fuite (f) et par aération (v). Il entraîne une perte de chaleur fonction de la vitesse du vent, de l'écart ($T_i - T_e$) et de l'hygrométrie de l'air.

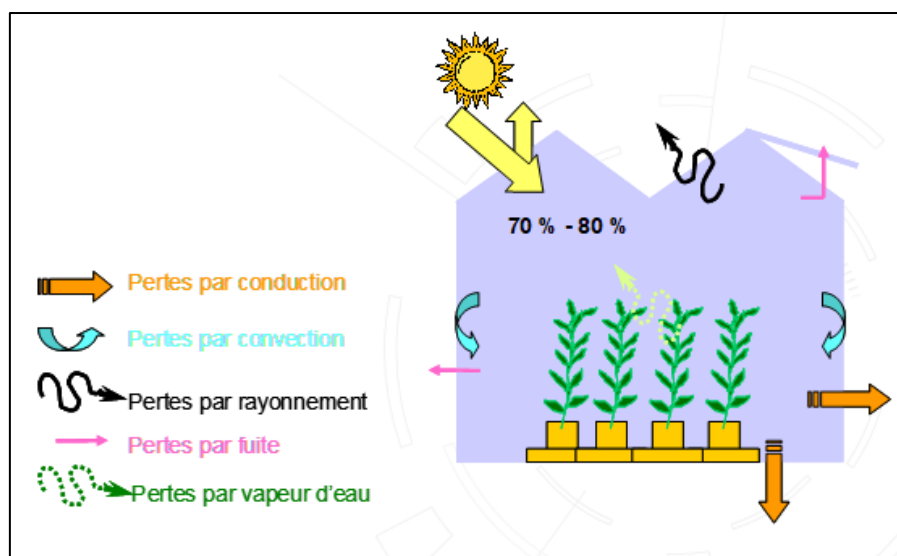


Figure 6 : Transferts thermiques dans une serre

IV. Introduction aux matériaux de couverture et de bardage

1. Matériaux de couverture

Les matériaux constituant la couverture de la serre doivent répondre à deux objectifs :

- **Maximiser** (*limiter le moins possible*) **la transmission lumineuse** utile à la photosynthèse
- **Réduire les déperditions thermiques** pour diminuer la consommation d'énergie.

L'augmentation de l'isolation peut être obtenue par des revêtements à faible transmission thermique ou par des couvertures multicouches.

L'augmentation de l'isolation thermique peut se traduire par une réduction de la transmission lumineuse conduisant à une perte de rendement agronomique. En conséquence, la recherche s'oriente vers de nouveaux matériaux plus isolants tout en conservant une bonne transmission lumineuse (tableau 1).

L'amélioration de l'isolation des abris peut également se traduire par des niveaux d'hygrométrie plus élevés, conduisant en particulier à des risques phytosanitaires accrus.

Matériau de couverture ou de bardage	Coefficient de transmission thermique (W/m².K)	Coefficient de transmission (%)	Durée de vie (année)
Polyméthacrylate de méthyle	2,9	83 (double)	20
Polycarbonate	3	80 - 85	15
Verre bas émissif	3,7	90	25
Double paroi ETFE	4	90	15-25
Double paroi polyéthylène	4	80-85	4-5
Verre	5 - 6	90	25
ETFE (fluororésine fluon)	5 - 7	94	15-25
Double paroi verre	5 à 12	82-88	25
Polyéthylène	7 - 8	90	4-5

Tableau 1 : Matériaux de couverture utilisable en serre (source CTIFL© selon plusieurs sources)

La multichapelle double paroi gonflable permet une économie d'énergie d'environ 20 % par rapport à une serre verre.

2. Ecrans thermiques

L'objectif de l'écran thermique est de réduire les pertes thermiques de la serre au moment où elles sont les plus importantes, c'est-à-dire de nuit. Une bonne isolation thermique est obtenue en limitant à la fois les échanges convectifs (*écran bien fermé et relativement étanche*) et radiatifs (*matériaux réfléchissants et à faible émissivité*).



Figure 7 : Ecran thermique déployé en culture de concombre (source CTIFL©)

L'écran thermique est déployé au-dessus de la culture en début de nuit, quand la demande de chauffage devient importante, et est retiré au lever du soleil de manière progressive pour éviter le choc thermique. En fonctionnement normal de nuit, l'écran est fermé, mais une légère ouverture temporaire peut être nécessaire pour maîtriser l'hygrométrie et la température. L'installation d'un écran thermique dans des serres dont la hauteur sous chéneaux est inférieure à 3,2 m est techniquement difficile en maraîchage, à cause de la distance plantes-écran et des opérations de taille-palissage. L'utilisation d'un écran ajouré est possible, afin de laisser passer la vapeur d'eau et éviter des taux d'hygrométrie trop importants.

Enfin, la mise en œuvre de l'écran thermique nécessite un pilotage automatique pour la gestion de l'ouverture et son optimisation. La gestion de l'écran doit en effet être bien maîtrisée, pour éviter les problèmes sanitaires et les pertes de rendement, notamment par rapport à l'hygrométrie.

Les écrans thermiques fixes sont encore utilisés pour des productions précoces réalisées dans des régions continentales (cultures de concombre dans l'Est de la France par exemple) et dans des abris souvent anciens ne bénéficiant pas d'une isolation suffisante. On peut également mettre des toiles au-dessus de la culture type P17 dont l'objectif est de réduire le volume à chauffer et d'augmenter l'inertie thermique de l'abri.



Figure 8 : P17 en culture de fraisières (source CTIFL ©)

Avec la crise énergétique, la recherche s'oriente vers les toiles à basse émissivité ainsi que vers la possibilité d'installer un triple écran ; l'objectif étant d'augmenter les économies d'énergie.



Figure 9 : Présence de deux toiles d'écran au niveau de la poutre treillis (source CTIFL ©)

Il est également possible d'installer des écrans thermiques en paroi de serre. Les toiles sont pilotées par l'ordinateur climatique également.



Figure 10 : Ecran thermique de paroi (source CTIFL ©)

3. Toiles thermiques

Les toiles sont constituées de matériaux divers (polyéthylène, polyester, acrylique), en film, à maille, tissés ou non et plus ou moins métallisés. L'efficacité thermique augmente lorsque l'émissivité et la transmissivité de la toile décroissent. Les fabricants indiquent généralement la transmission lumineuse et l'économie d'énergie attendue.

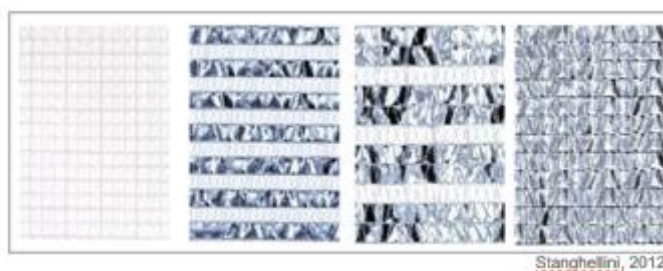


Figure 11 : Différents types de toiles d'écran thermique (source Stanghellini 2012 ©)

Les toiles non métallisées réduisent, en pratique, les pertes thermiques de 35 à 40 %, tout en limitant l'interception lumineuse. Elles sont résistantes et moins chères.

Les toiles aluminisées sont plus chères mais améliorent de 10 à 50 % l'isolation thermique, par réduction des pertes radiatives. Si les toiles étanches sont plus isolantes, une légère porosité évite la formation de poches d'eau.

Pour le choix de la toile, il est important de prendre en compte sa transmission thermique et lumineuse, sa souplesse, sa résistance mécanique, sa durée de vie, sa résistance au feu et son prix (Tableau 2).

Depuis quelques années, les fabricants proposent des toiles ajourées, moins étanches, mais qui permettent de réduire l'hygrométrie et la condensation sous l'écran.

Modèles BONAR	Transmission lumineuse	Economie	Modèles SVENSSON	Ombrage	Economie
PH Super	85 %	45 %	LUXOUS 1347 FR	13 %	47 %
Phormilux	87 %	45 %	LUXOUS 1147 FR	11 % (18% en diffus)	47 %
PH 44	55 %	52 %	LUXOUS 2845 D R FR	28 %	45 %
PH 55	45 %	58 %	HARMONY 8547 FR	85 %	47 %
PH 66	35 %	53 %	TEMPA 7965 R FR (aluminisé)	79 %	65 %
PH 77	25 %	68 %			

Tableau 2 : Caractéristiques de toile d'écrans (source Svensson et Bonar)

Il est important de minimiser la largeur de la toile repliée, lorsque l'écran thermique est en position ouverte, de manière à limiter la perte de lumière qui induit une perte de croissance et de production. Pour cela, les installateurs utilisent depuis quelques années des systèmes à glissière ou à ressort.

Date	Entité	Auteur	Demande de modification motivée/ Réponse apportée détaillée
20/05/2015	CERTINERGY	F. Arnould	Mise à jour par Certinergy
09/2025	CTIFL	A.GRISEY	Restructuration de la fiche et ajout de paragraphes