

## FICHE # 2 : INSTALLATION D'ÉCRANS THERMIQUES

### À retenir

- Les écrans thermiques constituent l'une des mesures d'efficacité énergétique les plus efficaces.
- Les écrans thermiques influencent à la fois la température, l'humidité relative et la quantité de lumière à l'intérieur de la serre, trois principaux paramètres de la production en serre.
- Afin de bonifier l'effet des écrans thermiques, les serres devraient être isolées de manière adéquate.

### Description

Les écrans thermiques sont des toiles tissées dont l'opacité dépend du modèle. Ces toiles s'étendent mécaniquement au-dessus des cultures par temps froid afin d'éviter que la chaleur ne s'échappe trop rapidement. De manière générale, la toile est fermée la nuit, lorsque la température est la plus basse et ouverte le jour, pour chauffer la serre et permettre la photosynthèse des plants. Elles possèdent une durée de vie utile généralement de 8 à 10 ans.<sup>1,2</sup>

« Des études antérieures du comportement thermique des serres ont montré que la plus grande partie du besoin calorifique (60 %) des serres est utilisé pour compenser les pertes thermiques nocturnes par la toiture<sup>3</sup> ». En effet, les écrans thermiques, en limitant les pertes de chaleur par rayonnement externe au cours de la nuit, permettent de réduire le volume d'air à chauffer et entraînent ultimement des réductions de la facture énergétique. De plus, ils permettent de fournir un ombrage en période estivale.<sup>4</sup>

L'écran thermique permet ainsi d'influencer les trois principaux facteurs ayant un impact sur la qualité des plants en serre, soit la température, l'humidité relative et la quantité de lumière. En effet, l'écran thermique permet à la production d'être recouverte quand la consommation d'énergie est trop grande, comme en période nocturne, quand les rayons solaires sont trop intenses ou quand l'humidité est trop basse.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Syndicat des producteurs en serre du Québec (2008) Rapport final du projet-pilote « Augmentation de l'efficacité énergétique dans la production en serre par la réalisation d'audits. Producteurs en serre du Québec, section Publications — Énergie. Repéré à

[https://www.serres.quebec/download/publications/Energie/efficacite\\_energetique/rapport-efficacite-energetique-par-audits-psq-2008-min.pdf](https://www.serres.quebec/download/publications/Energie/efficacite_energetique/rapport-efficacite-energetique-par-audits-psq-2008-min.pdf)

<sup>2</sup>Bilodeau, G. (s. d.) Les 10 investissements les plus rentables pour la production en serre. Agri-réseau, section Légumes de serre. Repéré à

<https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/Top%2010%20investissements%20G.BILODEAU.pdf>

<sup>3</sup> Paris, J., Houle, J.F., Bricault, M. et Jackson, H.A. (1989) Évaluation en vraie grandeur d'écrans thermiques pour serre. Canadian Society for Bioengineering, section Publications. Repéré à <http://csbe-scgab.ca/publications/cbe-journal/browse/7522-evaluation-en-vraie-grandeur-decrans-thermiques-pour-serres>

<sup>4</sup>Essekkouri, T. (2014) Optimisation du microclimat des potées fleuries produites en serre dans une optique d'économie d'énergie. Repéré à

<http://www.theses.ulaval.ca/2014/30758/30758.pdf>

<sup>5</sup>Parbst, K. (2011) Energy Curtains for Vegetables. Svensson, section Products – Climate screens. Repéré à

<http://www.ludvigsvensson.com/climatescreens/news/trade-articles/energy-curtains-for-vegetables>

## **Démarche**

L'installation d'écrans thermiques devrait suivre la démarche suivante :

- Vérifier si les serres sont aptes à recevoir des écrans thermiques, étant donné que la structure peut en limiter l'installation, particulièrement dans les serres plus âgées. Vérifier également les autres modifications qui peuvent être nécessaires pour arriver à installer les écrans thermiques. Ces modifications incluent, sans s'y limiter :
  - Ajout de poutrelles de cultures pour supporter la toile
  - Ajout ou modification de la motorisation de la toile
  - Modification du système électrique, de contrôle ou d'irrigation pour faire passer l'ensemble de leurs composantes (fils notamment) sous les écrans thermiques
  - Modification ou ajout de nouvelles sondes de programmation
  - Modification des crémaillères de toit
  - Modification des tables de production (si écran vertical)
- Sélectionner le type d'écrans thermiques approprié en fonction des caractéristiques recherchées (ex : toile thermique ou ombrière)
  - La sélection d'un matériel d'écrans thermiques approprié s'avère importante pour atteindre les économies d'énergie escomptées. En effet, les écrans thermiques disposent de caractéristiques de blocage de la transmission de la lumière et de rétention de chaleur différentes. Ainsi, les entreprises doivent sélectionner un matériel adapté à leur production et doivent ainsi considérer plusieurs facteurs, dont le type de cultures et la structure de la serre. Les fournisseurs d'écrans thermiques peuvent facilement conseiller les entreprises dans ce choix.<sup>6</sup>
- Réaliser une analyse économique afin de déterminer si cette mesure d'efficacité énergétique s'avère rentable ou accessible pour l'entreprise en considérant les précédents ajouts et modifications. De plus, considérer la perte de lumière qui pourrait être engendrée par l'utilisation d'écrans thermiques.
- Procéder à une isolation adéquate de la serre puisqu'un écran thermique se montre plus performant dans une serre isolée. S'assurer de l'étanchéité de la serre et d'un ajustement de jupe adéquat.

---

<sup>6</sup> Prenger, J. et Ling, P. (s.d.) Greenhouse Condensation Control. Education & Research Control for Bio-Industrial Automation, section Publications. Repéré à <http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/class-cea/Greenhouse%20Condensation%20Control%20-%20Keeping%20Plants%20Warm%20with%20Thermal%20Screens.%20AEX-802-00.htm>

## **Sources énergétiques concernées**

Les écrans thermiques permettent d'économiser sur les besoins de chauffage. Ainsi, les sources énergétiques suivantes peuvent être économisées grâce à l'utilisation d'écrans thermiques : mazout #2, propane, gaz naturel, huile usée, électricité et biomasse.

## **Amélioration de l'efficacité énergétique**

Les données concernant l'efficacité énergétique d'un écran thermique varient d'une source à l'autre, mais de manière générale, on parle d'une économie de combustible variant entre 20 et 40 %<sup>7</sup>. De plus, puisqu'une moins grande quantité d'énergie pour le chauffage est nécessaire suite à leur installation, la capacité requise des équipements de production de chaleur peut être réduite.

Le tableau 2.1 présente les données énergétiques issues d'une étude du Centre d'information et de développement expérimental en serriculture (CIDES) concernant l'utilisation d'écrans thermiques pour la production de fleurs annuelles. Il s'agit de la plus récente étude réalisée au Québec concernant les écrans thermiques dans une serre de 4 721 m<sup>2</sup> chauffée au gaz naturel. De manière générale, des économies d'énergie de 33,1 % (la nuit) et de 2,6 % (le jour) ont été réalisées, pour une moyenne de 23,5 % sur 24 heures (22,9 % si normalisé en fonction des degrés jour de chauffe).

**Tableau** Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document..1 : **Données énergétiques concernant l'utilisation d'écrans thermiques**<sup>8</sup>

	Cas 1	Cas 2	Cas 3
<b>Période d'utilisation</b>	Annuelle	Mi-février à mi-novembre	Mi-février à mi-juin
<b>Coûts d'investissements initiaux (\$/m<sup>2</sup>)</b>	22,31	22,31	22,31
<b>Coûts d'entretien (\$/m<sup>2</sup>/an)</b>	0,11	0,055	0,055
<b>Économies brutes (%)</b>	28		
<b>Économie (m<sup>3</sup> de gaz naturel/m<sup>2</sup>)</b>	22	11,6	6,4
<b>Période de retour sur l'investissement (PRI) (ans)</b>	2,3	4,4	7,7

Tel que le montre le tableau 2.1, les économies d'énergie ainsi que la PRI dépendent grandement de la durée de saison de production. Plus la saison de production est longue, plus l'utilisation d'écrans

<sup>7</sup> Bilodeau, G. (s. d.) Les 10 investissements les plus rentables pour la production en serre. Agri-réseau, section Légumes de serre. Repéré à <https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/Top%2010%20investissements%20G.BILODEAU.pdf>

<sup>8</sup> Cadotte, G. (2012) Économies d'énergie liées à l'utilisation d'écrans thermiques amovibles dans les serres et effets du vent sur les besoins de chauffe. Repéré à [https://aqme.org/sites/aqme.org/files/archives/DATA/TEXTEDOC/Gilles\\_Cadotte.pdf](https://aqme.org/sites/aqme.org/files/archives/DATA/TEXTEDOC/Gilles_Cadotte.pdf)

thermiques devient avantageuse puisque le coût d'investissements demeure le même.<sup>9</sup> Toutefois, en dehors des périodes d'utilisation optimale (durant la nuit et lors des périodes de grands froids), les écrans thermiques offrent des économies d'énergie plus faibles.<sup>10</sup>

Le CIDES a également établi un calcul pour déterminer un pourcentage d'économie d'énergie basé sur une étude de référence de Jean-Marc Boudreau, ingénieur serricole de l'ITA. Ce calcul a servi à déterminer les économies d'énergie associées aux écrans thermiques lors de la réalisation d'audits énergétiques.<sup>11</sup>

**Tableau Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document..2 : Scénario de référence**

	Scénario de référence (SR)
Type d'écran	Comparable au XLS 16 (Ludvig Swensson)
Superficie du toit par rapport à la superficie extérieure ( $S_{SR}$ )	66,1 %
Économies théoriques — utilisation totale ( $ET_{SR}$ )	55 %
Économies réelles obtenues ( $ER_{SR}$ )	22,8 %

Ainsi, en prenant ce scénario de référence, le pourcentage d'économie d'énergie associé aux écrans thermiques pour une utilisation annuelle complète peut se calculer de la manière suivante :

$$\text{Économies de combustibles anticipées (\%)} = ER_{SR} (\%) \times \frac{ET_{\text{écran à installer}} (\%)}{ET_{SR} (\%)} \times (1 + S_{\text{serre actuelle}} - S_{SR})$$

$ET_{\text{écran à installer}}$  correspond à l'économie d'énergie théorique de l'écran qui sera installé (généralement fournie sur la fiche technique du produit) 'alors que  $S_{\text{serre actuelle}}$  correspond au ratio de la superficie du toit sur la superficie extérieure de la serre où l'écran doit être installé.

Un tel calcul permet d'estimer les économies d'énergies de l'écran thermique. Toutefois, le résultat réel peut varier selon de nombreux facteurs, dont les plus importants sont le contexte de production, les caractéristiques des infrastructures et le mode de gestion de l'écran thermique.

Le précédent calcul permet d'évaluer les économies d'énergie sur une base annuelle. Toutefois, dans le cas d'une utilisation saisonnière des écrans thermiques, un facteur d'utilisation se doit d'être appliqué.

<sup>9</sup> Ibid

<sup>10</sup> Conseil Régional du Centre (s. d.) *Le défi de l'énergie dans les serres — Guide pour les producteurs*. Repéré à <https://www.agrireseau.net/documents/71751/le-defi-de-l-energie-dans-les-serres-guide-pour-les-producteurs?p=185&r=serr%2A+%C3%A9nergi%2A>

<sup>11</sup> Girouard, M. (2006) Les écrans thermiques — Choix, impact sur l'énergie consommée, bon fonctionnement.

Ainsi, en considérant l'étude du CIDES concernant l'utilisation d'écrans thermiques pour la production de plantes annuelles, les facteurs d'utilisation suivants peuvent être appliqués :

**Tableau 2.3 Facteurs d'utilisation des écrans thermiques**

Période	Facteur d'utilisation (FU)
Mi-février à mi-novembre	0,527
Mi-février à mi-juin	0,291

Ainsi, pour une utilisation saisonnière, les économies d'énergie se calculent de la manière suivante :

$$\text{Économies saisonnières de combustibles anticipées (\%)} = \text{Économies annuelles de combustibles anticipées (\%)} \times FU$$

La valeur de pourcentage d'économie d'énergie peut également provenir directement du fournisseur. En effet, certains fournisseurs d'écrans thermiques publient des données de pourcentage d'économie d'énergie en situation réelle d'utilisation plutôt qu'en utilisation totale (écran thermique utilisé sur toutes les superficies et en tout temps).

De manière générale, pour déterminer les économies d'énergie sur une base annuelle, il suffit de multiplier le pourcentage d'économie d'énergie et la consommation énergétique liée à la chauffe (et non la consommation énergétique totale).

$$\begin{aligned} \text{Économies de combustibles anticipées} \left( \frac{L, m^3, kWh, kg}{an} \right) \\ = \text{Économies de combustibles anticipées (\%)} \\ \times \text{Consommation actuelle attribuable à la chauffe} \left( \frac{L, m^3, kWh, kg}{an} \right) \end{aligned}$$

## **Réduction des émissions des gaz à effet de serre (GES)**

La réduction des émissions de GES découle directement de la réduction de la quantité de combustible utilisée.

Le calcul se réalise selon la formule suivante :

$$\text{Réduction des GES} \left( \frac{g \text{ de } CO_2eq}{an} \right) = \text{Économies de combustibles} \left( \frac{L \text{ ou } m^3}{an} \right) \times \text{Facteur d'équivalence} \left( \frac{g \text{ de } CO_2eq}{L \text{ ou } m^3} \right)$$

Le tableau 1.2 de la fiche 1A – Systèmes de production de chaleur efficaces (maintien d’une même source énergétique) présente d’ailleurs les facteurs d’équivalence pour différentes sources énergétiques.

## **Coûts d’investissements**

Les coûts totaux de l’investissement doivent être considérés pour déterminer les coûts d’investissement, et non seulement les coûts de l’écran thermique. En effet, les coûts de la toile, du système de mécanisation de l’écran thermique, ainsi que les frais d’installations doivent être pris en compte. En général, l’installation d’un écran thermique coûte moins cher par unité de surface pour une serre jumelée que pour une serre individuelle. On peut parler de 22,50 \$/m<sup>2</sup> pour des serres jumelées, et de 31 \$/m<sup>2</sup> pour une serre individuelle<sup>12</sup>. Ces montants incluent : la toile (16 \$/m<sup>2</sup>), la mécanisation (2,60 et 10 \$/m<sup>2</sup>) et la main d’œuvre (3,90 et 5 \$/m<sup>2</sup>).

De plus, certains autres frais peuvent s’ajouter selon l’état et la structure des serres. Notamment, il faut penser à l’ajout de poutrelles pour supporter la toile, à la modification des systèmes électriques ou de contrôle, à l’achat et l’installation d’un nouveau système de programmation, à la modification ou au remplacement des crémaillères, etc.

En considérant un chauffage à l’huile à 0,78 \$ le litre<sup>13</sup>, l’économie peut représenter 11,54 \$/m<sup>2</sup> pour une production annuelle, et 3,85 \$/m<sup>2</sup> pour une production saisonnière (de mars à octobre). Cela reflète une économie entre 10 et 50 %.<sup>14</sup>

Le tableau 2.4 montre d’autres exemples d’investissement provenant des audits énergétiques réalisés par le CIDES en 2007<sup>15</sup> :

**Tableau 2.4 Coûts des écrans thermiques et de certaines composantes**

<b>Composantes</b>	<b>Prix approximatif (\$CAN/pi<sup>2</sup>)</b>	<b>Prix approximatif (\$CAN/m<sup>2</sup>)</b>
<b>**Base : flat, sliding, cable-driven system, installed</b>	1,42 \$ à 1,71 \$	15,28 \$ à 18,41 \$
<b>Slope-flat-slope shape*</b>	+12 % à 15 %	+12 % à 15 %
<b>Suspended (hanging)*</b>	+10 % à 12 %	+10 % à 12 %

<sup>12</sup> Conseil Régional du Centre (s. d.) *Le défi de l’énergie dans les serres — Guide pour les producteurs*. Repéré à <https://www.agrireseau.net/documents/71751/le-defi-de-l-energie-dans-les-serres-guide-pour-les-producteurs?p=185&r=serr%2A+%C3%A9nergi%2A>

<sup>13</sup> Régie de l’énergie (août 2017). Relevé hebdomadaire des prix — mazout léger, moyenne du Québec repéré à [http://www.regie-energie.qc.ca/energie/releve\\_hebdo\\_mazout/mazout.pdf](http://www.regie-energie.qc.ca/energie/releve_hebdo_mazout/mazout.pdf)

<sup>14</sup> Dupéré, R. et Girouard, M. (2004) Les économies d’énergie — Partie 1 — Sachez isoler ! Repéré à [https://www.agrireseau.net/energie/documents/sachez\\_isoler.pdf](https://www.agrireseau.net/energie/documents/sachez_isoler.pdf)

<sup>15</sup> Girouard, M. (2006). Les écrans thermiques — Choix, impact sur l’énergie consommée, bon fonctionnement.

<b>Push-pull (rack and pinion) drive*</b>	+10 %	+10 %
<b>Blackout system*</b>	+0.23\$	+2.48\$
<b>Replacement of cloth and wires</b>	±2/3 du coût original	±2/3 du coût original
<b>Flame retardant screens (Ludvig Svensson)*</b>	+0,23 \$	+2,48 \$

\*à ajouter au prix de base

\*\*Les composantes sont indiquées en anglais afin de conserver les termes techniques fréquemment utilisés

Certains fournisseurs québécois ont accepté de fournir des données relatives à l'acquisition et à l'installation d'écrans thermiques. Les montants indiqués dans le tableau 2.5 incluent les frais d'installation. Le prix varie principalement en fonction du type de serre, de l'espacement des arches, et du type de construction/modèle de serre.

**Tableau 2.5 Prix d'écrans thermiques selon certains fournisseurs**

<b>Fournisseurs</b>	<b>Prix (\$/pi<sup>2</sup>)</b>
Horticulture Distribution inc.	2.35 à 5.10 \$
Les Serres Guy Tessier	3.50 à 5.50 \$

## **Coûts de fonctionnement**

Les écrans thermiques faits avec du verre doivent être nettoyés souvent pour assurer une bonne transmission de la lumière, tel que mentionné précédemment. La durée de vie utile d'un écran thermique, s'il est bien entretenu, est de 8 à 10 ans. L'automatisation des écrans permet une utilisation optimale.

Les coûts d'entretien sont de 0,11 \$/m<sup>2</sup>/an pour une production annuelle, et de 0,055 \$/m<sup>2</sup>/an pour une production saisonnière de 4 mois.<sup>16</sup> Ces frais, étant peu élevés, ils ne sont pas considérés dans le calcul de la période de retour sur l'investissement, mais ils sont à prendre en compte dans les frais généraux d'entretien des équipements et des bâtiments.

## **Période de retour sur l'investissement**

La période de retour sur l'investissement dépend de plusieurs facteurs, dont du type de combustible utilisé ainsi que de la durée de la production (production annuelle ou saisonnière). De plus, d'autres facteurs tel l'isolation des serres peuvent intervenir. Les principaux aspects à considérer concernant ce retour sur investissement sont :

<sup>16</sup> Cadotte, G. (2012) Économies d'énergie liées à l'utilisation d'écrans thermiques amovibles dans les serres et effets du vent sur les besoins de chauffe. Repéré à [https://aqme.org/sites/aqme.org/files/archives/DATA/TEXTEDOC/Gilles\\_Cadotte.pdf](https://aqme.org/sites/aqme.org/files/archives/DATA/TEXTEDOC/Gilles_Cadotte.pdf)

- Les dates de début et de fin de la production
- La superficie des serres chauffées
- Le type de serre : individuelle ou jumelée

Le calcul de la PRI se détaille comme suit :

$$\text{PRI (an)} = \frac{\text{Coût d'investissement (\$)}}{\text{Économies annuelles de chauffage} \left( \frac{\$}{\text{an}} \right)}$$

Ainsi, la PRI se calcule en divisant le total du montant de l'investissement par les économies en chauffage réalisées annuellement grâce à l'utilisation des écrans thermiques. En reprenant l'exemple du total de l'investissement dans la section "Coûts d'investissements", on remarque que l'investissement se rentabilise, dans le meilleur des cas, en 1,9 ans (22,50 \$ / m<sup>2</sup> divisé par 11,54 \$/m<sup>2</sup>) et, dans le pire des cas, en 8 ans (31,00 \$ / m<sup>2</sup> divisé par 3,85 \$/m<sup>2</sup>). L'écran thermique est ainsi plus difficile à rentabiliser pour une production saisonnière. Le Tableau 2.6 ci-dessous illustre différentes PRI calculées :

**Tableau 2.6 Exemples de période de retour sur investissement**

Type de serre	Taille (m <sup>2</sup> )	Investissement (\$)	Économie annuelle (\$)		Retour sur investissement (ans)	
			Production annuelle	Production saisonnière	Production annuelle	Production saisonnière
<b>Individuelle</b>	2 000	62 000	23 080	7 700	2,7	8,1
<b>Individuelle</b>	5 000	155 000	57 700	19 250	2,7	8,1
<b>Individuelle</b>	10 000	310 000	115 400	38 500	2,7	8,1
<b>Jumelée</b>	2 000	45 000	23 080	7 700	1,9	5,8
<b>Jumelée</b>	5 000	112 500	57 700	19 250	1,9	5,8
<b>Jumelée</b>	10 000	225 000	115 400	38 500	1,9	5,8

Pour un calcul plus précis, il importe d'utiliser le montant de la soumission préalablement obtenue, et ce en fonction du type de serre. À noter que les gains en revenu potentiel liés à la hausse de la productivité ne sont pas considérés. Par contre, cet élément pourrait réduire la PRI de sorte à rentabiliser plus rapidement l'investissement.



Fiche réalisée par :



**Claudia Berger, ing, CEM** (section Description, Démarche, Sources énergétiques concernées, amélioration de l'efficacité énergétique, Programmes d'efficacité énergétique, Réductions des gaz à effet de serre et Annexe)  
514-966-9586 - [cberger@ecllo.info](mailto:cberger@ecllo.info)



**Stéphanie Brazeau, agr., Conseillère en gestion agricole** (sections Coûts d'investissements, Coûts de fonctionnement et Période de retour sur l'investissement)  
450-359-4761 poste 202 – [stephanie.brazeau@groupeproconseil.com](mailto:stephanie.brazeau@groupeproconseil.com)