



Méthode d'analyse économique d'investissements thermiques

Application aux serres horticoles

Serge LEPAGE
RATHO



Pour comparer, choisir et investir

- ▶ **L'horticulteur a besoin d'instruments d'investigation :**
 - **Performants**
 - **Rapides**
 - **Crédibles**
 - **Simple d'utilisation**



Pour comparer, choisir et investir

- ▶ **Pour répondre a cette demande, la station d'expérimentation du Ratho a développé un programme d'étude comportant :**
 - La réalisation de diagnostics thermiques a partir du logiciel de calculs des besoins énergétiques HORTICERN
 - La mise en mémoire de 40 sites météorologiques français
 - Une méthode d'analyse économique complémentaire du logiciel HORTICERN



Hypothèses de l'étude HORTICERN

- ▶ **Climat**
- ▶ **Planning annuel des cultures**
- ▶ **Serres**
- ▶ **Mesures d'économie d'énergie**



Données de l'analyse économique

- ▶ **Le revenu annuel de la production**
- ▶ **Le taux d'intérêt annuel**
- ▶ **La durée de l'amortissement technique**
- ▶ **Le coût d'investissement total de chaque variante**



Au niveau énergétique

- ▶ **Combustible utilisé**
- ▶ **L'unité du combustible : litre.kg.MJ.kWh**
- ▶ **Le prix unitaire du combustible**
- ▶ **La consommation d'énergie finale par m² au sol calculée par le logiciel HORTICERN**



Calculs intermédiaires

- ▶ **Energie économisée par rapport au cas de référence**
- ▶ **Le coût énergétique annuel**
- ▶ **L'économie financière sur l'énergie par rapport à la référence**
- ▶ **Le surinvestissement initial par rapport au cas de référence**
- ▶ **L'annuité de l'investissement**
- ▶ **Le surcoût annuel d'investissement à imputer au système thermique considéré**



Bilan financier final

- ▶ **Le seuil de rentabilité :**
 - C'est le prix limite de l'énergie au dessus duquel un investissement thermique devient rentable
- ▶ **Le temps de retour brut :**
 - Il doit être inférieur à la durée d'amortissement technique



Pertes de production

- ▶ **Perte de lumière :**
 - ➔ **En moyenne, sur l'ensemble des essais, la perte de production est de 0,8 % lorsque la luminosité baisse de 1 %**



Exemple d'application

- ▶ **Serre de 5 000 m² :**
 - **11 chapelles**
 - **L : 71 m / l : 70 m / Hpd : 3,3 m / Hf : 4,7 m**
 - **Orientation Est/Ouest**
 - **Située à Lyon (- 15°C)**
 - **Simple vitrage sur le faîte**
 - **Double vitrage sur les côtés**
 - **Chauffée au fioul domestique**



Données de base

► Températures :

- Du 01/05 au 30/09 :

→ T° int jour = 20 °C / T° int nuit = 16 °C / T° vent = 24 °C

- Du 01/10 au 30/04 :

→ T° int jour = 18 °C / T° int nuit = 16 °C / T° vent = 22 °C

► Caractéristiques :

- Sans chauffage de végétation

- Rendement chaudière = 90 %



Variantes envisagées

- ▶ 1) Référence + chauffage végétation (CV)
- ▶ 2) Référence + verre simple à faible émissivité en toiture (HOR)
- ▶ 3) Référence + écran thermique aluminisé avec couverture retardée (ECRAN)
- ▶ 4) Référence + CV + HOR + ECRAN



Consommation finale annuelle

- ▶ Sans écran = 1795 MJ/m² = 49,6 l/m²
- ▶ Avec écran = 1045 MJ/m² = 29,0 l/m²

- ▶ Répartition saisonnière :
 - Du 01/05 au 30/09 :
 - Sans écran = 4,3 l/m²
 - Avec écran = 2,2, l/m²
 - Du 01/10 au 30/04 :
 - Sans écran = 45,6 l/m²
 - Avec écran = 26,8 l/m²



Puissance à installer

- ▶ **Par m² au sol :**
 - ➔ **Sans écran = 278,9 W/m²**
 - ➔ **Avec écran = 167,0 W/m²**



Consommation en fioul domestique par variante étudiée

- ▶ 0) Référence avant projet = 49,9 l/m² = 100 %
- ▶ 1) Réf + CV = 42,60 l/m² = -15 %
- ▶ 2) Réf + HOR = 40,20 l/m² = -19 %
- ▶ 3) Réf + ECRAN = 29,00 l/m² = -42 %
- ▶ 4) Réf + CV + HOR + ECRAN = 20,10 l/m² = -47 %
- ▶ 5) Réf gaz + CV + HOR + ECRAN = 18,66 l/m² = -50 %



Temps de retour brut par rapport au surinvestissement annuel

- ▶ 0) Référence avant projet = -
- ▶ 1) Réf + CV = 0,9
- ▶ 2) Réf + HOR = 3,2
- ▶ 3) Réf + ECRAN = 3,6
- ▶ 4) Réf + CV + HOR + ECRAN = 3,8
- ▶ 5) Réf gaz + CV + HOR + ECRAN = 3,9



Conclusions

- ▶ **La variante qui semble la plus rentable, donnant le meilleur gain annuel, n'est pas celle qui offre le plus petit temps de retour sur investissement**

