

Systemes innovants d'infrarouges électriques

Radiateurs eNIR combinés avec air chaud

Wolf Heilmann

Journées papetières

21 et 22 novembre 2024



Systemes innovants d'infrarouges electriques



- Introduction
- Physique du séchage
- Exemples d'utilisation
- Synthèse

Systemes innovants d'infrarouges electriques



- Introduction
- Physique du séchage
- Exemples d'utilisation
- Synthèse

Introduction



- Le séchage du papier représente environ 70 % du coût énergétique d'une papeterie
- Le séchage par infrarouge est l'outil le plus coûteux
- Le séchage par infrarouge peut être l'outil unique et le plus rentable.

Introduction

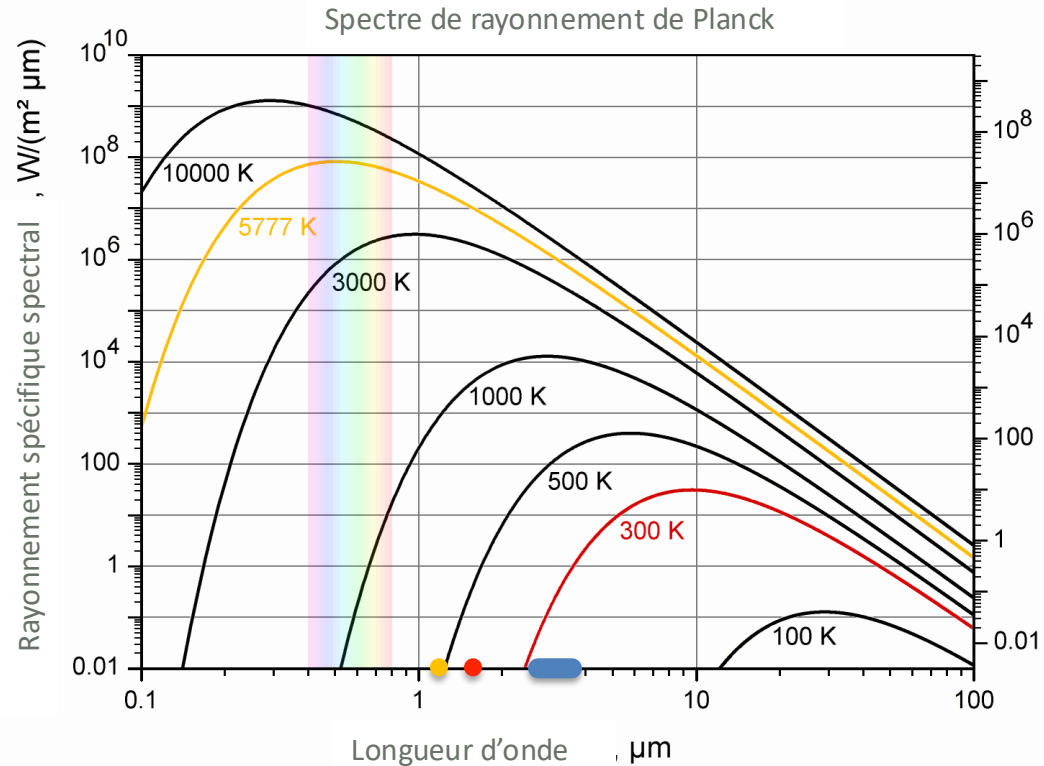
- Le séchage se fait en deux étapes:
 - Transfert d'énergie - chauffage de la matière à sécher.
 - Transfert de masse - évaporation de l'eau de la matière à sécher.

Systemes innovants d'infrarouges electriques



- Introduction
- Physique du séchage
- Exemples d'utilisation
- Synthèse

Radiation infrarouge



Densité de rayonnement spectrale , $W/(m^2 \mu m sr)$

Radiateurs à gaz MIR:

rayonnement maxi entre 2,5 et 3,5 μm , ce qui correspond à 1.160 à 830 K

Radiateurs électriques standard NIR:

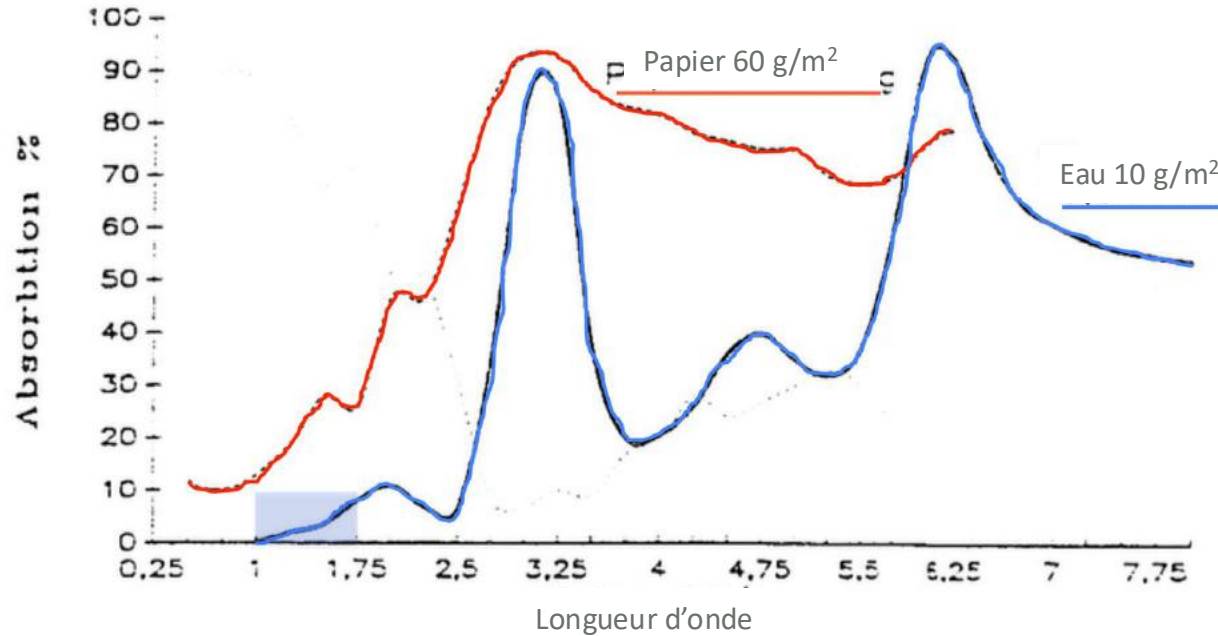
rayonnement maxi à 1,18 μm , correspondant à 2.450 K

Radiateurs électriques améliorés eNIR:

rayonnement maxi à 1,45 μm , correspondant à 2.000 K.

Températures suivant Stefan-Boltzmann et la loi de déplacement de Wien

Absorption de l'infrarouge



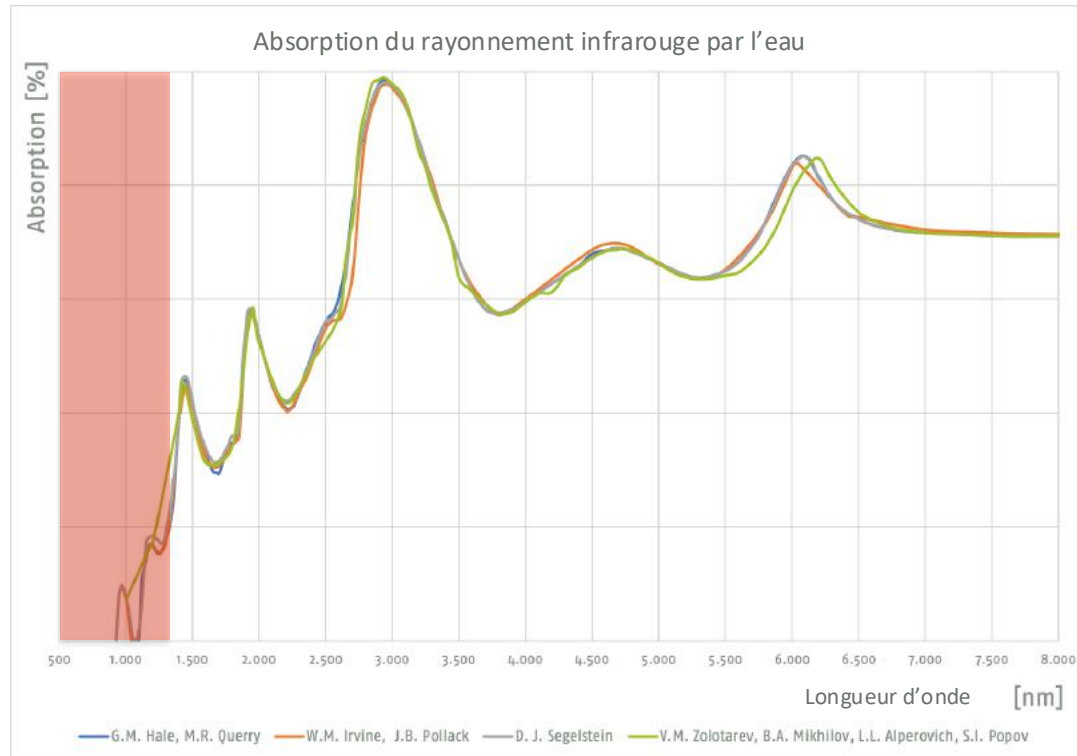
Seule l'absorption du rayonnement produit de la chaleur.

Et donc potentiel de séchage.

A b b. 7: Réflexion et absorption d'infrarouge dans papier et eau

Source: Influence of emitter temperature of infrared emitters upon drying performance
Helmut Graab, *Wochenblatt für Papierfabrikation* 19/1991

Absorption de l'infrarouge



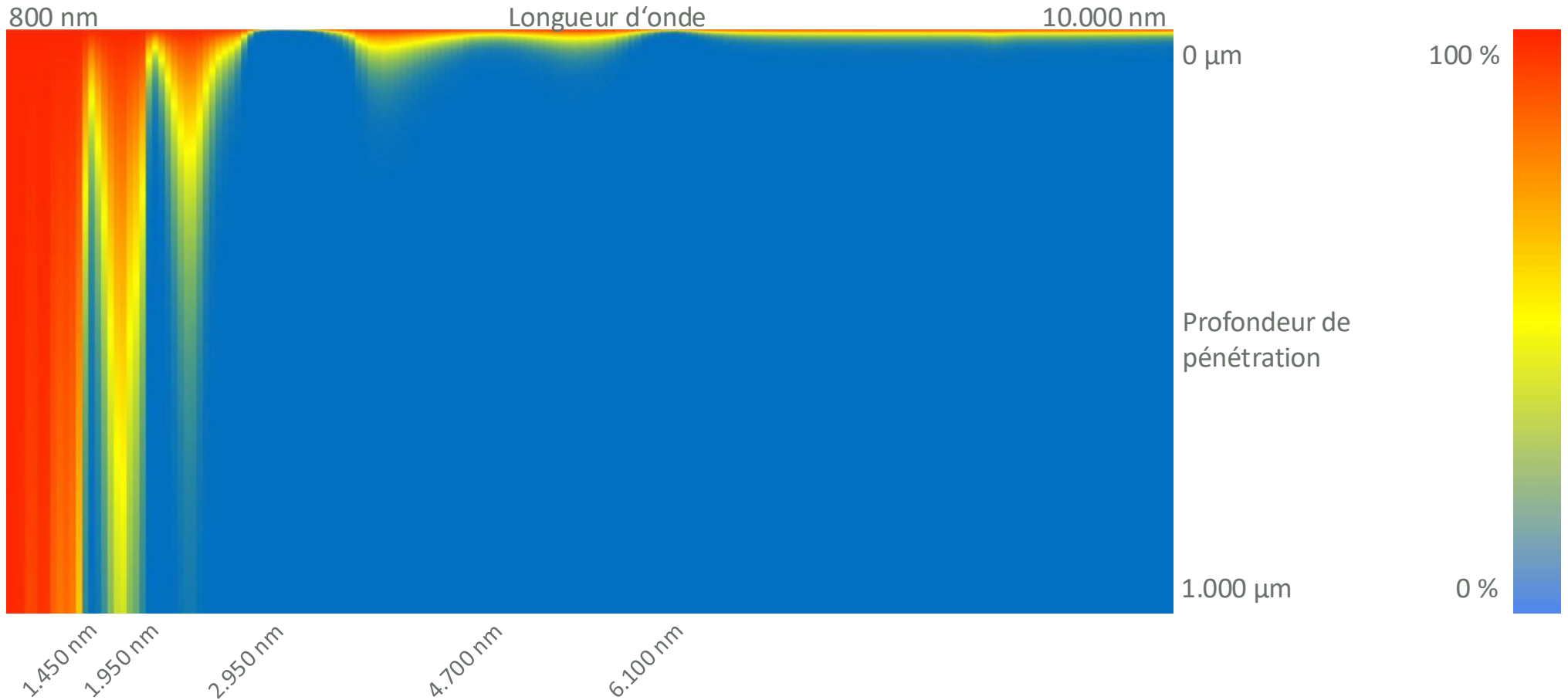
Absorption quasi nulle du rayonnement infrarouge par les liaisons hydrogène à une longueur d'onde inférieure à $1,3\mu\text{m}$.

Pics importants à $1,45\mu\text{m}$ et $1,95\mu\text{m}$.

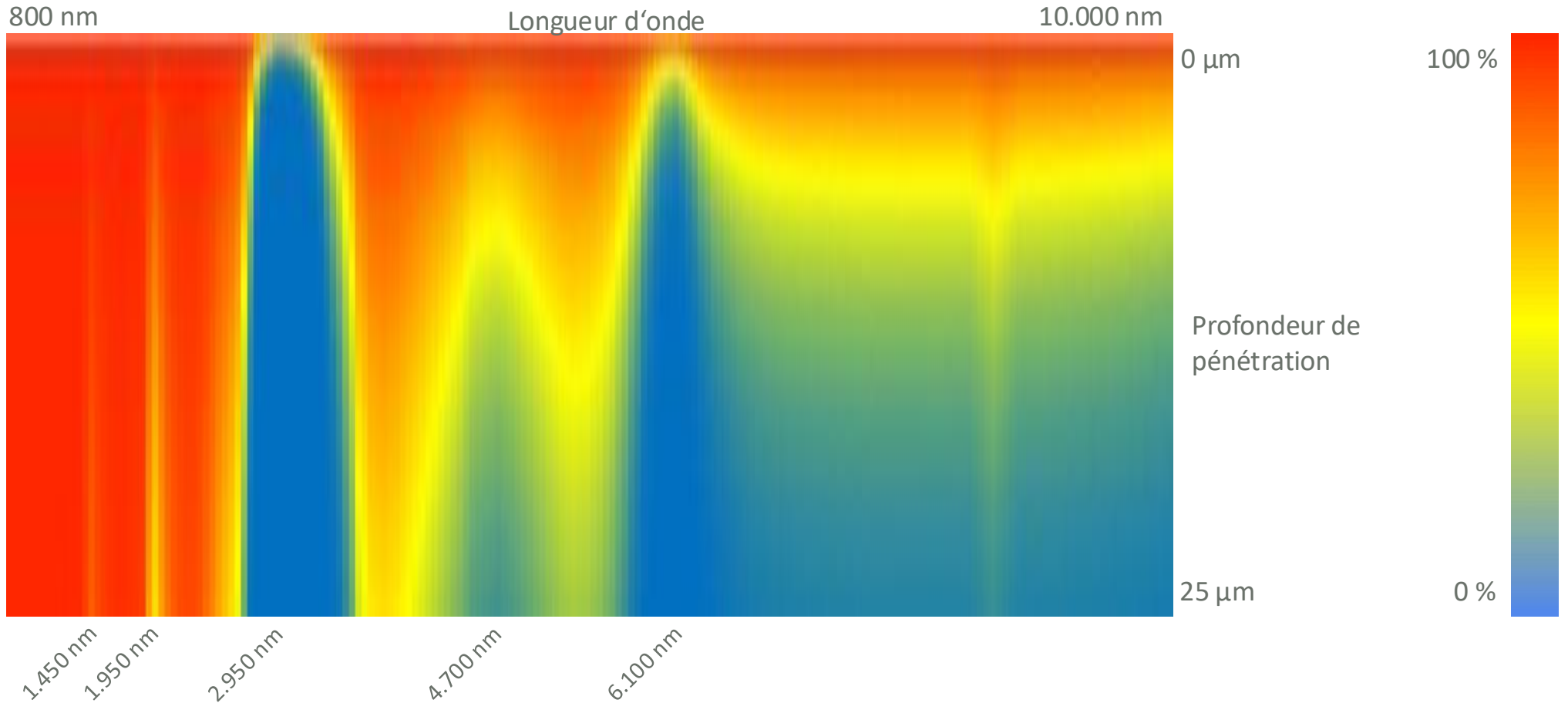
Pics très importants à $2,95\mu\text{m}$, $4,7\mu\text{m}$ et $6,1\mu\text{m}$.

À $1,45\mu\text{m}$, la densité d'énergie est 8 fois plus élevée qu'à $3\mu\text{m}$.

Pénétration de l'infrarouge



Pénétration de l'infrarouge



Systemes innovants d'infrarouges electriques



- Introduction
- Physique du séchage
- Exemples d'utilisation
- Synthèse

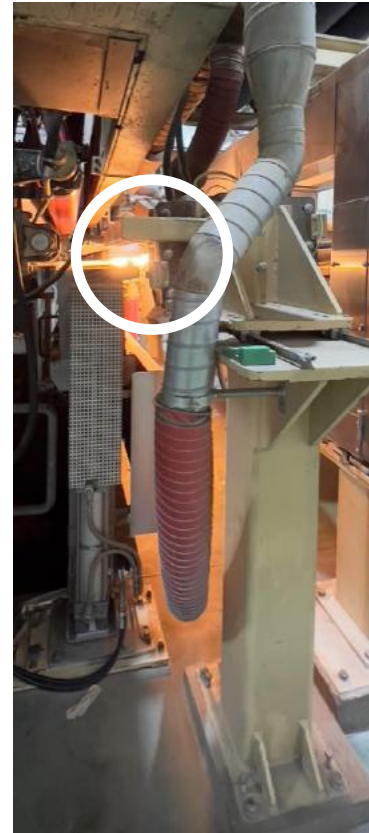
Exemples d'utilisation

- Séchage des bords
- Préchauffage



Séchage des bords

- Machine à carton pour ondulé, 90 g/m² à 120 g/m²
- bord humide: 7 % d'humidité en plus
- Vitesse de production réduite
- Milieu de la feuille surséché jusqu'à 1,5 % d'humidité pour passer la size press
- **Warp sur l'onduleuse en raison d'une mauvaise planéité**
- Séchage de l'humidité des bords avant la bobineuse



Séchage des bords



- Sécheur de bord dans le groupe d'évaporation principal avant la size press
- Séchage du bord simultanément à celui du centre
- Bord parfait
- **Plus de déformation sur l'onduleuse**
- production spécifique: +9.4%
- Consommation spéc. de vapeur: -5,4%
- Augmentation de la vitesse moyenne de la bobineuse: +9,9%

Préchauffage

- Carton couché de 250 à 550 g/m²
- Vitesse de 240 à 600 m/min
- Capacité de séchage insuffisante

- Le but est de chauffer le papier ou carton dans toute son épaisseur à une température proche de 65°C
- Les cylindres ont du mal à faire passer l'énergie dans la profondeur du carton

Préchauffage



- Recto chauffé avec 320 kW/m
- Augmentation de la température au verso de 6°C
- Température du cœur ~68°C

- Verso et recto chauffés à 320 kW/m
- Augmentation de la température au verso de 23°C
- Température du cœur ~74°C

Préchauffage

- L'apport énergétique est trop élevé : l'objectif était une température de cœur de 60°C à 65°C.
 - il suffit de chauffer et d'éviter l'évaporation.
 - au-dessus de 70°C une forte évaporation est constaté.
- L'humidité au niveau de la bobineuse est passée de 7,0 % à 5,4 %.
- 7 cylindres gagnés pour l'évaporation : Augmentation de la production de 18% attendue.
- Taux d'évaporation : 840 g/kW

Systemes innovants d'infrarouges electriques



- Introduction
- Physique du séchage
- Exemples d'utilisation
- Synthèse

Synthèse

- Le séchage par infrarouge est coûteux mais rentable lorsqu'il est utilisé correctement:
 - Choix de la bonne longueur d'onde pour le chauffage du matériel.
 - Choisir le bon régime d'évaporation déjà durant le chauffage.
 - Utiliser les infrarouges comme amplificateurs et chaque fois qu'une forte densité d'énergie est nécessaire.
- Sous ces conditions, il est facile de doubler l'évaporation par rapport aux sècheurs standard.



Merci

 Questions?