

# Amélioration de la productivité par augmentation de la densité de puissance et l'efficacité du transfert infrarouge

**i** ERATEC  
Bart Roels  
Eric Rogemond

Dans le contexte des procédés industriels thermiques, l'intégration des brûleurs radiants à support de combustion en fibres métalliques sont un moyen d'apporter des améliorations significatives en termes de performances: productivité, économie d'énergie, qualité, facilité de gestion du procédé, etc.

D'une manière générale, le transfert thermique le plus utilisé dans l'industrie est le transfert thermique par convection (air chaud). Ce transfert thermique permet une très bonne maîtrise du procédé mais ne donne que très peu de possibilités pour l'évolution de celui-ci vers plus de performances. Bien souvent, et parfois à la surprise de beaucoup d'intervenants, le remplacement de la technologie convective par une technologie de transfert de chaleur par rayonnement infrarouge conduit à un potentiel d'économie d'énergie de 20% à 25% et/ou une augmentation de la productivité significative! Les retours sur investissement peuvent donc être relativement courts.

Après étude et analyse de votre demande spécifique, il est possible de déterminer le radiant le plus adapté à votre besoin: forme, dimensions, puissances, paramétrage des radiants... C'est le radiant qui s'adapte au procédé et non pas le contraire.

## I. LES BRÛLEURS FIBRES MÉTALLIQUES (MFB)

Les brûleurs en fibres métalliques sont constitués d'une structure en acier inoxydable réfractaire et d'une face radiante en tissu métallique tricotée Bekinit®.

Ce support perméable Bekinit® est constitué de fibres métalliques particulièrement fines. Ces dernières sont tissées afin d'obtenir un textile flexible. Cette structure permet une combustion homogène



▲  
Photo 1: radiant MFB

de haute densité, tant en mode rayonnement (infrarouge) qu'en mode convection (flamme bleue) et permet également une transition facile entre les deux modes. Les fibres utilisées pour tous ces matériaux sont fabriquées en alliage Fecralloy® (Fe, Cr, Al, Y...). Cet acier résistant au feu a été sélectionné sur base de son excellente résistance à la corrosion à des températures supérieures à 1000°C. Une composante essentielle de cet alliage est l'élément Yttrium, qui facilite l'adhésion de la couche protectrice d'aluminium sur la couche métallique qu'elle recouvre.

Les brûleurs en fibres métalliques MFB sont des brûleurs à pré-mélange avec une combustion surfacique. Le pré-mélange air/gaz brûle sur la surface du tissu métallique.



▲  
Photo 2: Bekinit® 200s

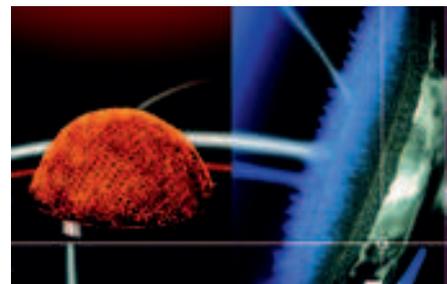
En fonction de l'intensité de chauffe, la combustion peut s'effectuer de deux façons:

- Mode Rayonnement – Infrarouge: 100 à 500 kW/m<sup>2</sup>

La combustion s'effectue au sein même du support. Celui-ci est porté à incandescence et libère une partie de l'énergie sous forme de rayonnement thermique. La couleur de la flamme est rouge/orange.

- Mode Flamme bleue - 500 à 10 000 kW/m<sup>2</sup>

Les flammes bleues «dansent» à la surface et libèrent la majeure partie de l'énergie sous forme convective.



▲  
Photo 3: différents modes de fonctionnement des brûleurs MFB

Les brûleurs en fibres métalliques ont beaucoup d'avantages comparés aux autres brûleurs comme par exemple: une combustion homogène avec une large plage de modulation, une grande efficacité thermique avec de faibles taux d'émissions (CO, NOx), une faible perte de charge, une faible inertie thermique, sécuritaire par rapport aux retours de flamme, résistant vis-à-vis des chocs thermiques ou mécaniques.

### Propriétés liées à la combustion

- Modularité importante
- Intensité de combustion de 100 à 10 000 kW/m<sup>2</sup> (Infrarouge – Flammes bleues)
- Combustion homogène
- Refroidissement rapide

### Propriétés liées à la sécurité

- Sécurité par rapport aux retours de flamme
- Résistance à la corrosion à températures élevées
- Résistance aux chocs thermiques et mécaniques
- Haute résistance
- Faible inertie thermique

### Propriétés liées à l'environnement

- Faibles émissions de CO et NO<sub>x</sub>
- Faible niveau sonore

## 2. LES APPLICATIONS

Grâce à ses caractéristiques exceptionnelles: une grande diversité de formes, une combustion homogène avec une large plage de modulation, une grande efficacité thermique avec de faibles taux d'émissions (CO, NO<sub>x</sub>), une faible perte de charge, une faible inertie thermique, sécuritaire par rapport aux retours de flamme, résistant vis-à-vis de chocs thermiques ou mécaniques... la technologie des brûleurs en fibres métalliques s'est particulièrement développée pour différentes applications industrielles:

- séchage: céramiques, peintures, textiles, revêtements
- polymérisation: poudres
- chauffage de matrice: forges, fonderie, soudage, rechargement de matière
- cuisson: agroalimentaire
- incinération
- désherbage/effeuillage: vigne, ambroisie

### EXEMPLE – LA MÉTALLURGIE

Des pièces de très grandes dimensions pour des applications Off-shores, nucléaires... sont fabriquées «grossièrement». L'ajout de revêtements rigides par soudage et/ou par pulvérisation thermique permet d'y ajouter les éléments de précision tels que les filetages. Cet ajout de matière nécessite que les pièces soient

### Tailles et formes adaptées à l'application

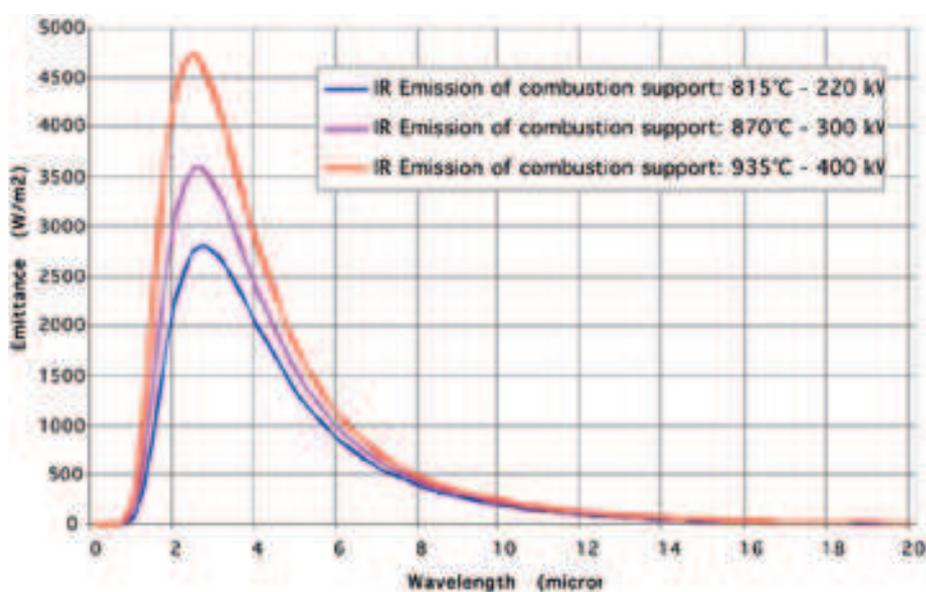


Photo 4: diversité des formes des brûleurs MFB

préchauffées à des températures de 150 à 200°C, voir plus.

Pour chauffer ces pièces massives, les opérateurs utilisent principalement des brûleurs gaz à flammes ouvertes (torches). Le chauffage se fait donc par convection et demande beaucoup de temps. Bien souvent celui-ci n'est pas homogène. De plus,

si la flamme entre en contact direct avec le métal froid des problématiques d'oxydo-réduction de la surface peuvent altérer l'accroche du revêtement à ajouter. Le préchauffage peut également être effectué électriquement, la mise en œuvre est bien souvent plus facile mais le temps de montée en température est extrêmement long et le coût énergétique très élevé.



Spectre d'émissions infrarouges: émetteur d'infrarouge moyen

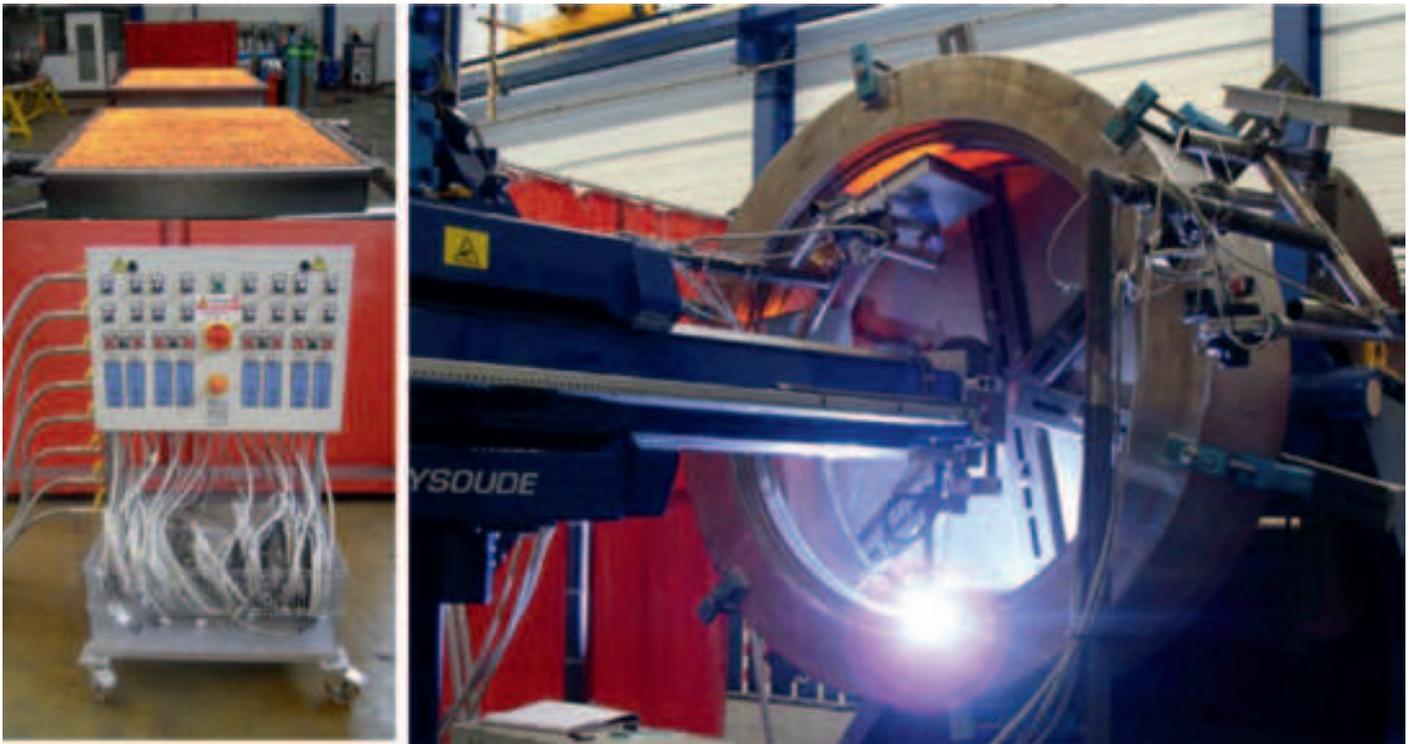


Photo 5 : utilisation des MFB pour le préchauffage d'Inox (150°C) avant rechargement d'Inconel par plasma.

En résumé, les problèmes des technologies ou méthodologies actuelles sont les suivantes:

- préchauffage lent;
- mauvais contrôle de la température (homogénéité);
- risque de perturbation de l'état de surface du matériau pouvant conduire à de graves défauts;
- haute consommation d'énergie.

Pour résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus, Eratec a introduit la technologie infrarouge modulante des brûleurs en fibres métalliques. Sur la photo n° 5 nous retrouvons un ensemble de radiants (8) préchauffant, par une association RAYONNEMENT INFRAROUGE et CONVECTION, une virole off-shore avant rechargement par plasma d'un fil inconel pour constituer un filetage. Ces 8 petits radiants rectangulaires (500x500 mm) en fibre de métal sont régis par une armoire de commande centrale. Chaque brûleur possède son propre système de mélange air/gaz, ce qui permet de le contrôler individuellement (on/off, puissance: modulable en continu entre 20 et 100% de sa puissance maximale, taux d'aération...). Pour un radiant de 500x500 mm (0.25 m<sup>2</sup>), nous pourrions travailler entre 25 et 100 kW. Chaque tête de combustion est montée sur un système de bras télescopiques pour

positionner les faces rayonnantes par rapport à la pièce à chauffer:

Avantages de la technologie Metal Fiber Burner:

- capacité de modulation en continue;
- contrôle absolu de la température;
- niveaux d'émission de polluants les plus bas;
- qualité (homogénéité) et efficacité (transfert thermique par rayonnement) de la combustion;
- réduction de la consommation énergétique par rapport à la situation classique;
- flexibilité du système qui peut s'adapter à différentes tailles et masses de pièces.

En résumé, le système de brûleur à fibre métallique rayonnant infrarouge offre un système de chauffage modulaire, flexible, modulant et économique.

### 3. CONCLUSIONS

Pour donner une nouvelle efficacité à l'activité industrielle, il faut envisager l'intégration de cette technologie des brûleurs fibres métalliques. Elle permettra de travailler plus rapidement (séchage, chauffage, ...), de chauffer directement le produit, d'utiliser juste l'énergie nécessaire requise pour l'application et de gagner de l'espace.

L'intégration de cette technologie offre de substantiels bénéfices:

- qualité: adaptation des densités de puissances aux spécifications du produit chauffé;
- économie d'énergie: chauffage spécifique du produit à traiter; juste la quantité d'énergie requise est utilisée, pas de nécessité de préchauffage;
- compacité: la grande efficacité thermique permet des installations de plus petites dimensions.

A partir de votre problématique, nous étudions avec vous les contraintes liées à votre application ou à votre installation. En partenariat, nous établissons un cahier des charges, élaborons une solution parfois après des essais menés en laboratoire et établissons une proposition technique et financière. ERATEC développe une solution satisfaisant à vos besoins et objectifs, met en œuvre la solution retenue et met en service et suit la performance de l'installation. ■