



## Compact Engineering présente les avantages de la technologie eNIR

Sur le Salon Atip, la société anglaise Compact Engineering présentera, sur le stand de son commettant Charles Roux et lors d'une conférence, sa technologie d'infra-rouge électrique à très haut rendement (eNIR, pour "Enhanced Near Infra Red") ainsi que ses dernières références en Europe. Dans cet article, Wolf Heilmann présente les caractéristiques et les atouts de ce type de séchage.

Dans la production papetière, le séchage du papier et de ses couches représente le processus le plus énergivore. Le séchage s'effectue par conduction, convection ou rayonnement. Cette dernière technologie est la plus onéreuse mais, dans certaines conditions, elle représente la solution de choix, surtout pour sécher des produits humides en surface. Cet article se concentre sur la technologie par rayonnement. Ce dernier peut être facilement décarboné et l'efficacité peut être augmentée par rapport aux scénarios d'application actuels.

Lors du séchage des couches, en particulier les couches fonctionnelles, le contrôle du séchage est primordial. Cependant, le contrôle de la température dans le sens marche de la machine n'est pas opportun, en particulier parce que seule la température de la surface peut être mesurée, et non

celle de la couche de sédimentation initiale. Toutefois, le contrôle de la température dans la direction z est très important.

Une nouvelle technologie infrarouge (IR) électrique a été développée, avec une longueur d'onde d'environ 1,45 µm. Ces infrarouges évitent les pertes d'énergie des radiateurs électriques traditionnels (NIR pour "Near Infra Red") avec une longueur d'onde de 1,18 µm, mais ils ont l'avantage de pénétrer profondément dans les

**Les avantages théoriques des sècheurs améliorés eNIR pour le séchage des couches, le profilage, le séchage du papier et le préchauffage peuvent être reconnus dans la pratique.**

couches et dans le support, contrairement aux radiateurs IR chauffés au gaz, avec une longueur d'onde de 2,5 à 3,5 µm (MIR pour "Midwave Infra Red"). Les avantages théoriques des sècheurs améliorés eNIR ("Enhanced Near Infra Red") pour le séchage des couches, le profilage, le séchage du papier et le préchauffage peuvent être reconnus dans la pratique.

### BOOSTER-eNIR POUR LE SÉCHAGE DES PRÉ-COUCHES

Dans ce cas de figure, une machine à carton est équipée d'une unité de couchage en ligne. Le séchage des pré-couches est assuré par deux sècheurs NIR conventionnels, suivis de deux hottes à air chaud. Le système infrarouge se compose de deux rangées de 28 modules d'une puissance électrique de 30 kW chacun. L'extrait sec de la couche

se situe entre 69 % et 71 %. Le poids d'application est de 13 g/m<sup>2</sup>.

La cartonnerie était à la recherche de davantage de liberté avec deux possibilités :

- soit augmenter le poids de la pré-couche à 20 g/m<sup>2</sup>,
- soit accroître la vitesse de production de 700 m/min à 1.000 m/min.

Plusieurs propositions ont été formulées pour reconstruire la machine, avec un coût compris entre 18 et 25 M\$. Une d'entre elles envisageait d'utiliser des radiateurs infrarouges à gaz, une autre d'ajouter des hottes à air chaud. Dans les deux cas, il fallait déplacer la bobine, les deux couches de finition et la deuxième pré-couche.

Le client a décidé de remplacer les radiateurs NIR pour un coût un peu inférieur à un million de dollars. Des radiateurs eNIR ont été utilisés. Avec 24 kW, les radiateurs de remplacement avaient une puissance inférieure de 20 %, mais avec une puissance d'évaporation spécifique supérieure de 80 % garantie, les objectifs du client ont été atteints. La fig. 1 montre qu'avec les radiateurs NIR, le carton, après séchage de la pré-couche, était légèrement plus humide que le carton de base.

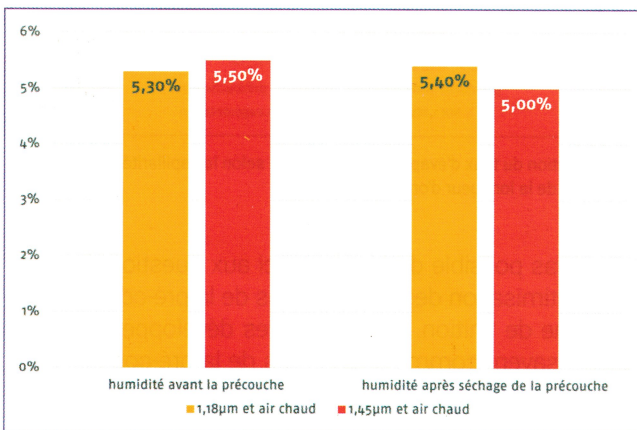


Fig. 1. Variations de l'humidité du carton de base avant couchage et après le séchage de la pré-couche avec des radiateurs NIR et des radiateurs eNIR.

Après le séchage par eNIR, le carton était nettement plus sec que le carton de base. Il faut tenir compte du fait qu'à des niveaux d'humidité aussi bas, l'énergie nécessaire ●●●



●●● pour éliminer l'eau des fibres du support est considérablement plus importante. Toutefois, ces résultats montrent également qu'une pénétration profonde du rayonnement dans le carton support améliore considérablement la rétention de la couche, ce qui empêche une pénétration excessive de la phase liquide dans le substrat et ce qui réduit ainsi considérablement l'énergie nécessaire au séchage de la couche.

La fig. 2 montre comment une sélection optimale de la longueur d'onde empêche efficacement la pénétration de la phase liquide de la couche vers le support, ce qui permet de prévenir la migration du liant et des particules fines de la sauce. Les radiateurs NIR précédents n'étaient pas en mesure de refroidir la partie supérieure de la couche, la vaporisation n'ayant lieu que sous les hottes d'air chaud suivantes. La différence de température entre la surface de la couche et la couche initiale de sédimentation était pratiquement inexistante, ce qui signifiait également l'absence du transport de l'eau vers la surface. Or les radiateurs eNIR optimisés y sont parvenus de manière beaucoup plus satisfaisante malgré une puissance nominale inférieure de 20 %. Une quantité de rayonnement plus que suffisante a été convertie en chaleur dans le support.

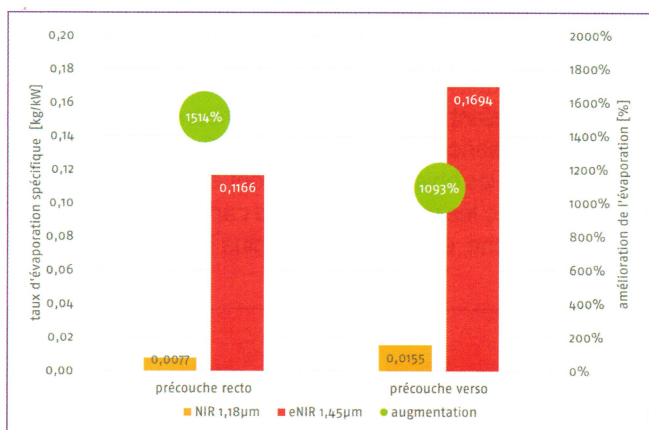


Fig. 2. Variation du taux d'évaporation spécifique selon la capillarité du carton et en fonction de la longueur d'onde de l'émetteur.

Il n'est pas possible de répondre ici aux questions concernant l'optimisation des formulations de la pré-couche et de la couche de finition. Cependant, les développeurs expérimentés savent comment les coûts de la pré-couche, mais surtout de la couche de finition, peuvent être réduits si la rétention de la couche est améliorée autant que dans ce cas. La fig. 3 montre qu'avec les radiateurs NIR, le carton contenait, après le séchage de la pré-couche, 7,39 kg/m/h d'eau de plus que le support avant le couchage. Lors du séchage avec l'eNIR à la même puissance, on obtient 65,04 kg/m/h de moins : la bonne longueur d'onde permet d'économiser une quantité considérable d'énergie.

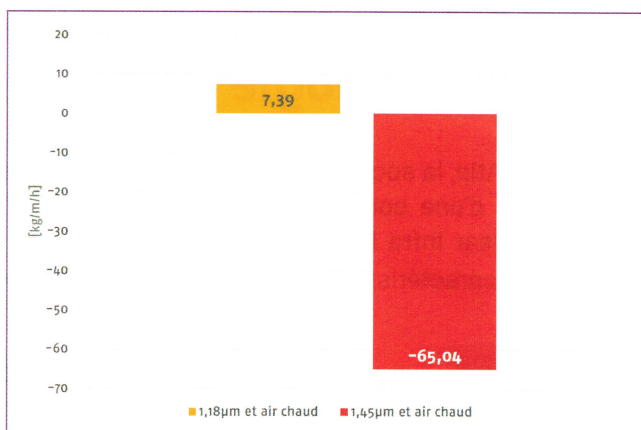


Fig. 3. Variation de la teneur en eau en fonction de la longueur d'onde de l'émetteur.

### BOOSTER eNIR POUR LE SÉCHAGE DES BARRIÈRES

Dans ce cas, une papeterie fabriquait divers papiers spéciaux sur une coucheuse. Plusieurs couches sont appliquées sur les deux faces, la dernière étant une barrière de PVOH de haut poids moléculaire sur la face supérieure, qui est séchée à l'aide de cinq hottes à air chaud. Les papiers dotés de cette barrière sont couchés à une vitesse de fabrication réduite. En raison du faible volume de production, la marge de contribution élevée par tonne de papier est contrebalancée. Un émetteur eNIR est installé entre la tête de couchage et les hottes à air chaud, avec un réflecteur au verso afin de réduire les pertes par rayonnement. Un espace de 50 cm dans le sens machine est suffisant pour permettre une augmentation de 20 % à 30 % de la vitesse.

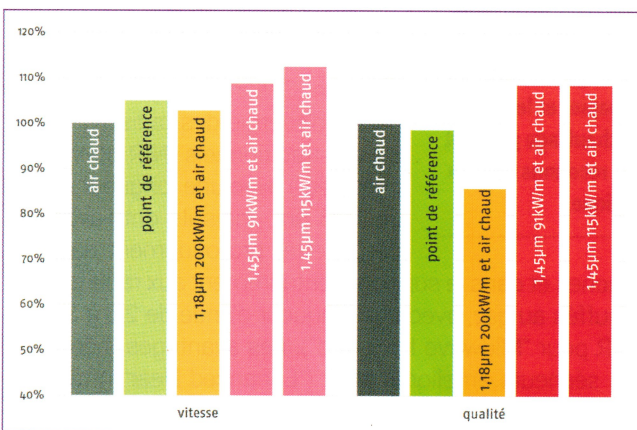


Fig. 4. Vitesse de production normalisée et indice de qualité synthétique d'un revêtement barrière avec des hottes à air chaud par comparaison avec des hottes à air chaud plus booster pour le séchage de la couche.

Auparavant, des essais avaient été réalisés avec des radiateurs NIR avec 25 % de puissance en plus. Toutefois, ces résultats ne permettent pas d'atteindre l'exigence minimale d'une augmentation de 5 % de la production, car la qualité du papier a trop baissé et le papier n'est plus vendable (fig. 4).



# Dossier Journées Atip/Copacel

## Actualités des exposants/Séchage

La hausse de la production a été obtenue en chauffant le papier de base avec une vaporisation simultanée pendant l'irradiation. La fig. 5 montre que malgré l'apport énergétique très élevé des radiateurs eNIR, la température de surface est plus basse que dans le cas d'un séchage pur à l'aide de hottes à air chaud. L'enthalpie de vaporisation garantit une température de surface basse et un différentiel de température positif qui entraîne le mouvement de l'eau vers la surface.

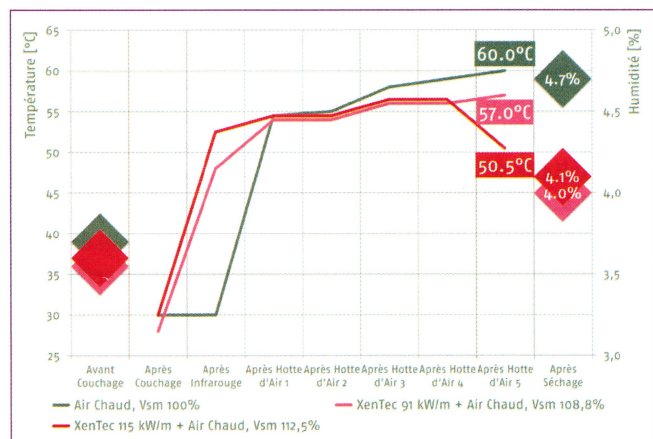


Fig. 5. Courbe de température et humidité d'un couchage barrière avec hottes à air chaud comparées à un booster plus hottes à air chaud pour le séchage des couches.

### CONTRÔLE DE PROFIL D'HUMIDITÉ AVEC INFRAROUGES eNIR

La correction du profil avec les sècheurs eNIR permet d'augmenter considérablement les performances des machines à papier. Par rapport à la correction du profil avec de l'eau, le rayonnement est nettement plus coûteux. Cependant, la machine à papier doit évaporer l'eau appliquée. Cette opération nécessite entre 0,5 % et 3 % de la capacité totale de séchage, ce qui réduit la production de 2 % à 10 %. Si le profilage est effectué à l'aide d'infrarouges, le papier peut être acheminé vers la fin de la sécherie en étant considérablement plus humide, ce qui permet d'augmenter la production de 3 % à 15 % par rapport au profilage à l'eau. Cette production supplémentaire compense les coûts énergétiques plus élevés.

La thermographie (fig. 7) montre l'influence sur le profil d'humidité et la température de la feuille. Lorsque le système d'essai a été mis en marche, la machine à papier a accéléré de 3,5 %, tandis que la bande irradiée s'est réchauffée et

était encore plus chaude d'environ 9 °C au niveau de la bobineuse. Grâce au profilage, la vitesse de production peut être augmentée d'environ 10 à 14 %. Le profil d'humidité peut être ramené de +/- 2,1 % à +/- 0,2 %. Bien que la teneur en eau soit très faible et que davantage d'énergie soit nécessaire pour évaporer l'eau des fibres, le taux d'évaporation spécifique était de 0,48 kg/kW.

Avec un apport énergétique de 155 kW/m, la production peut être augmentée de 12 %. À un prix de 0,10 €/kWh, les coûts s'élèvent à 0,94 €/t. Le gain par tonne supplémentaire produite est considérablement plus élevé, ce qui signifie que l'utilisation de l'électricité au lieu de l'eau s'amortit très rapidement. En général, grâce à l'efficacité des radiateurs eNIR, ces projets sont amortis entre trois et dix-huit mois.

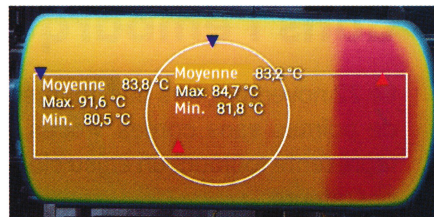


Fig. 7. Thermographie d'un test de fonctionnement pour le profilage à une puissance de 100 %. La machine n'a accéléré que de 3,5 %, au lieu des 10 à 14 % attendus. Le bord d'attaque (leading edge) est presque 9 °C plus chaud.

**WOLF HEILMANN**  
Wolf Heilmann GmbH

### >>> Résumé

Plusieurs descriptions du rayonnement infrarouge existent dans la production de papier, mais elles ne résistent que partiellement à l'examen scientifique. Les résultats scientifiques basés sur les lois physiques confirment l'importance de la pénétration d'un rayonnement ciblé dans la direction z. Le séchage de couche optimal s'effectue à partir de la couche de sédimentation initiale. Pour ce faire, le support est chauffé avec une immobilisation rapide de cette couche de sédimentation initiale et un refroidissement de la surface de la couche. Il en résulte un transport rapide de l'eau vers le haut. La migration dans le support est réduite à un minimum absolu. De même, le séchage de l'intérieur vers l'extérieur se produit également lors du profilage, du préchauffage et du séchage des substrats. La qualité du papier est maximisée, la consommation d'énergie est minimisée et les coûts des matières premières sont réduits au minimum. Cela n'est possible qu'avec des sècheurs électriques à infrarouge. Un sècheur eNIR a des pertes de conversion nettement plus faibles et évapore généralement deux fois plus d'eau qu'un émetteur NIR pour la même quantité d'énergie. Les radiateurs infrarouges électriques peuvent être alimentés par des énergies renouvelables, ce qui permet de décarboner le processus de séchage.

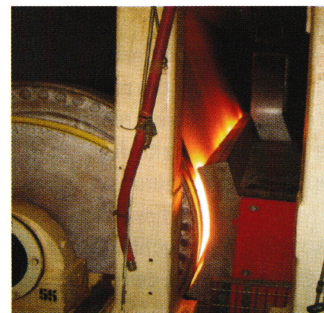


Fig. 6. Installation peu encombrante d'un émetteur eNIR avec des lampes infrarouges incurvées adaptées aux cylindres de sécherie pour un apport d'énergie optimal dans le papier.