

## Vers une utilisation efficace de l'énergie radiante infrarouge

### Histoire d'une collaboration entre une PME régionale et un laboratoire de recherche publique

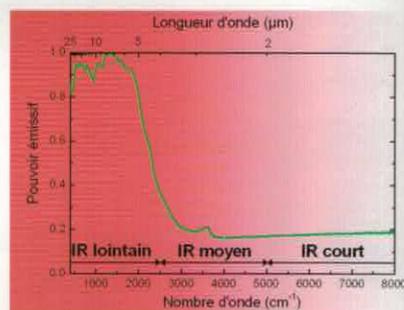
Depuis 1997, le Centre de Recherches sur les Matériaux à Haute Température (CRMHT – UPR 4212 CNRS) à Orléans, apporte son expertise en propriétés optiques de matériaux, auprès d'ITECH System, une P.M.E. basée à Onzain dans le Loir-et-Cher qui conçoit et commercialise des systèmes de chauffage par infrarouge. Cette collaboration s'est concrétisée par la prise commune d'un brevet européen, le déroulement d'une thèse, suivi de la conception et de la commercialisation d'un émetteur infrarouge innovant qui permet une utilisation plus rationnelle de l'énergie mise en jeu lors du séchage par infrarouge de composés organiques (peintures, plastiques...).

*Spectre d'émission infrarouge de l'émetteur en céramique obtenu à la température de 700°C. (P.alimentation = 1000 W)*

Tout corps émet un rayonnement infrarouge (dit aussi thermique) et ce en quantité d'autant plus importante que sa température est élevée. Ce rayonnement se colore ainsi en rouge sombre pour des températures de source dépassant 550°C puis évolue vers le blanc pour des températures de l'ordre de 2000°C. L'énergie véhiculée par les ondes infrarouges est ainsi mise à profit dans de nombreuses applications industrielles : séchage des peintures sur carrosserie automobile, thermoformage des plastiques, cuisson

de préparations alimentaires... Cependant certaines opérations s'avèrent gourmandes en énergie. Le matériau insolé semble transparent aux ondes : les temps de traitement deviennent alors plus longs, induisant de fait une consommation excessive d'énergie. Cette inadéquation impose entre autres une réflexion sur l'emploi des matériaux utilisés dans la conception des dispositifs radiants : rayonnent-ils leur énergie de manière efficace vis-à-vis des matériaux organiques fréquemment rencontrés ? Une voie s'oriente vers une meilleure connaissance en amont des propriétés radiatives de la source, impliquant aussitôt une meilleure connaissance des matériaux utilisés. La conception d'un émetteur efficace doit aussi se faire en relation avec les propriétés d'absorption de l'objet à traiter.

C'est sur cette problématique qu'une première prise de contact s'est établie entre la PME et une équipe du laboratoire spécialisée dans la caractérisation à très haute température ( $T = 2500^{\circ}\text{C}$ ) et l'étude du comportement optique de matériaux.

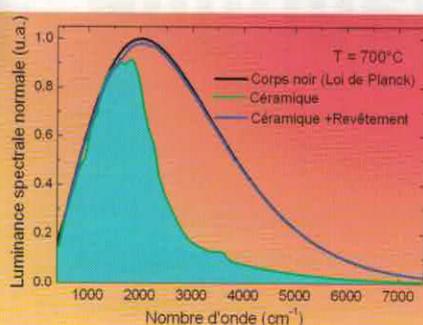


ITECH System, souhaitait produire, de manière autonome, ses propres émetteurs. La société avait ainsi, en collaboration avec l'ENSCI de Limoges, mis au point un panneau rayonnant en céramique : un fil métallique inséré dans le plan médian de l'émetteur garantissait une production homogène du rayonnement infrarouge, permettant ainsi à l'émetteur de traiter de grande surface. Par rapport au marché existant, l'emploi de cet émetteur apportait, donc, un plus de par sa géométrie. En revanche, la mesure réalisée sur le panneau par spectrométrie d'émission infrarouge, a révélé ses déficiences dans le moyen infrarouge. La valeur du pouvoir émissif de

**ITECH System**



*Emetteur infrarouge en céramique (dimension : 200 x 64 x 3 mm).*



l'émetteur chute à 20 % dans cette portion du spectre. Le pouvoir émissif se définit ici comme l'aptitude d'un matériau à rayonner de l'énergie par rapport au corps de référence, le corps noir de Planck. Les matériaux organiques absorbent eux, en général, l'énergie infrarouge dans un domaine spectral couvrant l'infrarouge lointain et l'infrarouge moyen. L'optimisation des échanges d'énergie revient donc ici, à améliorer l'adéquation émetteur/récepteur. Quelles propositions pouvons-nous alors apporter en termes de matériau ? L'émission thermique d'un corps n'est rendue possible que par l'existence de mécanismes d'absorption. Autrement dit un corps émet et absorbe via les mêmes mécanismes. Sur cette base, il faut alors trouver une

famille de matériaux présentant des absorptions dans le moyen infrarouge. Une première solution, préservant la stabilité mécanique de l'émetteur, a consisté à déposer sur sa face active un revêtement noir constitué d'oxyde de métaux de transition (oxyde de cuivre, oxyde de manganèse). Le pouvoir émissif a certes été amélioré, mais pas de manière optimale. Cette première réalisation confortait cependant la relation nouée entre le laboratoire et la PME. Le dépôt d'une seconde famille d'oxyde, plus connue pour ses propriétés électroniques remarquables à basse température, a permis, lui, de tendre vers l'optimum théorique.

Ce résultat prometteur, objet d'un brevet européen, a constitué le point de départ d'un travail de thèse, soutenu en 2001, où l'accent a été porté sur l'origine chimique de ce résultat. Le composé noir choisi présentait des charges électroniques plus ou moins mobiles, lui conférant sous la forme d'une couche d'au moins 2.5 microns épaisseur, une émissivité élevée dans le moyen infrarouge. Ce sujet a bénéficié du soutien financier de Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, de la Région Centre et d'ITECH System. La réalisation de dépôts modèles en collaboration avec le Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique de Grenoble a permis de mieux cerner le rôle capital exercé par la rugosité de surface. Cette contribution renforce ici le pouvoir émissif naturel de cet oxyde. Les connaissances transférées du laboratoire vers la PME ont ainsi abouti au lancement d'une nouvelle génération d'émetteurs, lui permettant d'élargir son champ de commercialisation. Cette gamme baptisée "Infraline" résulte du dépôt à la surface de l'émetteur d'un mélange très concentré en oxyde de métaux de transition. La société Lafarge, leader mondial des ciments équipe ses usines

de ce type d'émetteurs infrarouges. Danone (Molait Littry 14) utilise aussi les émetteurs pour dorer des crèmes avec un gain énergétique de plus de 50 %. Alstom (La Rochelle, 17) a récemment passé commande pour ces émetteurs afin de sécher les peintures sur TGV ■

Contacts :

Benoît ROUSSEAU

benoit.rousseau@cnr-orleans.fr

Patrick ECHEGUT

patrick.echegut@cnr-orleans.fr

*Comparaison entre les luminances spectrales normales de l'émetteur, et l'émetteur avec revêtement et du corps noir.*

*Dépôt rugueux mis au point au LMGP de Grenoble, à partir d'un oxyde mixte à base de métaux de transition et de terre rare.*



*Application des émetteurs "Infraline" lors de la cuisson des tuiles chez Lafarge Couverture (Verberie, 60). En insert : module constitué de trois émetteurs infrarouges - P = 3kW.*