

Ziegelindustrie International

Brick and Tile Industry International

Ziegelindustrie International Brick and Tile Industry International

L'industrie des Tuiles et Briques en France: Une croissance modérée

L'industrie française des Tuiles et Briques est partagée entre 85 entreprises différentes qui exploitent 135 usines. La profession est assez concentrée, puisque les 10 premières entreprises représentent 96,3 % de la production française. L'industrie emploie 5900 personnes, dont 12 % d'ingénieurs ou diplômés d'université, 23 % de techniciens et 65 % d'ouvriers. La hausse du pourcentage des ingénieurs et techniciens traduit bien deux tendances lourdes actuelles : augmentation de notre productivité et accroissement de notre technicité. En ce qui concerne les résultats 2003, l'industrie française a produit 2717 kt de tuiles (et accessoires) et 2473 kt de briques (de structure et apparentes), soit un total de plus de 5,19 Mt de production de terre cuite. La consommation française a été en légère progression par rapport à 2002. Cette croissance confirme la tendance à long terme que nous observons sur nos produits. Le chiffre d'affaires total de l'industrie est de 863 M€ en 2003 (+ 2,5 % par rapport à 2002). Pour l'avenir à moyen terme, nous prévoyons le maintien d'une croissance de cet ordre de grandeur : La tuile trouve son marché grosso modo à 50 % sur le neuf et 50 % sur la rénovation traditionnelle. La forte amélioration de la fiabilité du produit nécessite d'ouvrir un nouveau marché d'une rénovation à caractère esthétique. Une vaste campagne est engagée dans ce sens.

Les briques de structure à perforations verticales, en particulier les monomurs, connaissent une belle progression. Il nous reste un immense chemin à par-

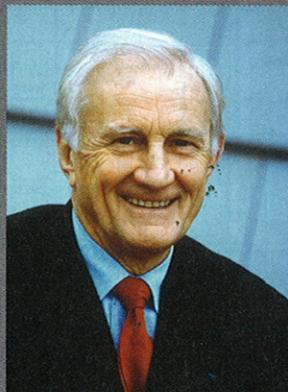
courir, car l'administration française, qui s'est distinguée pendant des années avec des solutions d'isolation par l'intérieur, a empêché la mise en valeur des qualités intrinsèques de la brique.

Les briques apparentes souffrent avant tout d'un manque de maçons qualifiés et performants. Les prix de pose sont anormalement élevés.

Les conduits de cheminées et les pavages n'ont pas la place qu'ils méritent, ainsi que les produits contemporains pour une isolation par l'extérieur.

Pour soutenir et renforcer cette croissance, la profession a entrepris depuis 2002, et continue en 2004, d'importantes actions de marketing : des campagnes de publicité télévisée, des actions de promotion auprès des couvreurs et des maçons ont été engagées. Elles commencent à porter leurs fruits.

Nous restons donc (relativement) optimistes pour l'avenir. Le produit a tant de qualité qu'il a toujours su s'adapter aux nouveaux besoins de l'homme.



*Philippe Lafaurie
Président de la Fédération
Française
des Tuiles et Briques*

Editorial

Transfert d'une briqueterie

Essai d'imperméabilité de tuiles: une mesure de la perméabilité intrinsèque à l'eau du matériau

Le Centre Technique des Tuiles et Briques (CTTB)

Infos entreprises

I

II

VIII

XII

XV

Transfert d'une briqueterie

L'usine de Pont d'Aspach arrêtée en 2001 a été transférée à Pont de Vaux et mise à la pointe de la technologie par Ceric. Une partie des équipements existants a été remplacé par les machines et installations d'autres usines allemandes et autrichiennes et complétés par des équipements neufs. Les techniciens ont relevé avec succès le défi de ce déménagement. Aujourd'hui la capacité de la nouvelle unité de Pont de Vaux s'élève à 2900 tonnes par semaine dont 85 % de produits rectifiés.

Introduction

Wienerberger est déjà très bien implantée dans l'Alsace avec les usines d'Achenheim et de Betschdorf, 2 briqueteries très importantes construites par Ceric. En 1999 Wienerberger rachète du groupe Laufen, l'usine de production de briques de Pont d'Aspach dans l'Alsace et la briqueterie de Pont de Vaux dans la région Rhône-Alpes. Avec l'effondrement du marché allemand, territoire naturel de vente pour l'Alsace apparemment des surcapacités dans cette région.

Wienerberger France, décida donc en 2001 de déménager l'usine de Pont d'Aspach mise en route seulement en 1998 vers le site de Pont de Vaux. Les marchés des régions lyonnaise et rhodanienne seront approvisionnés depuis Pont de Vaux. Ceric a débuté le transfert en mars 2002 pour sortir le premier produit cuit en mars 2003.

Les Produits

La politique des briquetiers français est actuellement basée sur une collaboration pour le développement des produits dits «Monomur» pour proposer au marché du bâtiment des produits nouveaux de grande qualité et économiques dans leur mise en œuvre. Sont considérés comme «Monomur» des briques pour des parois d'une épaisseur de plus de 30 cm répondant sans ajout d'isolation complémentaire aux dispositions de la réglementation sur l'isolation thermique (RT 2000).

La Fédération française des tuiliers et briquetiers (FTTB) a créé un site Internet sur ce type de produit et lancé une campagne de publicité commune.

Wienerberger est un des pionniers en France pour le développement des produits «Monomur». Le produit phare, la «Bio-mur» peut être rectifiée ou non.

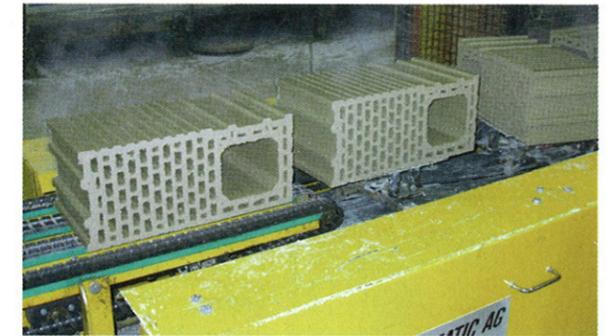
Ces produits fortement porosés grâce à l'ajout de pâte à papier, de sciure ou de polystyrène dans la terre, ont un très bon coefficient d'isolation thermique et une très bonne résistance mécanique. Le montage des produits rectifiés, par collage, améliore encore l'isolation des murs, car il permet la suppression des ponts thermiques dus au joints de ciment.

Production

Le concept de l'unité de Betschdorf dans le Bas Rhin, également conçue par Ceric a été repris, car le niveau des performances de cette usine est au plus haut. La répartition homogène des machines dans l'usine a permis d'optimiser le nombre d'ouvriers nécessaires en production à 3 postes (3 opérateurs par poste).

A un bout de l'usine se trouve la préparation des terres, puis dans la deuxième partie du bâtiment, se trouvent, d'un côté le four et de l'autre, la fabrication, les manutentions des produits verts et secs puis le séchoir et les manutentions des produits cuits intégrant l'atelier de rectification.

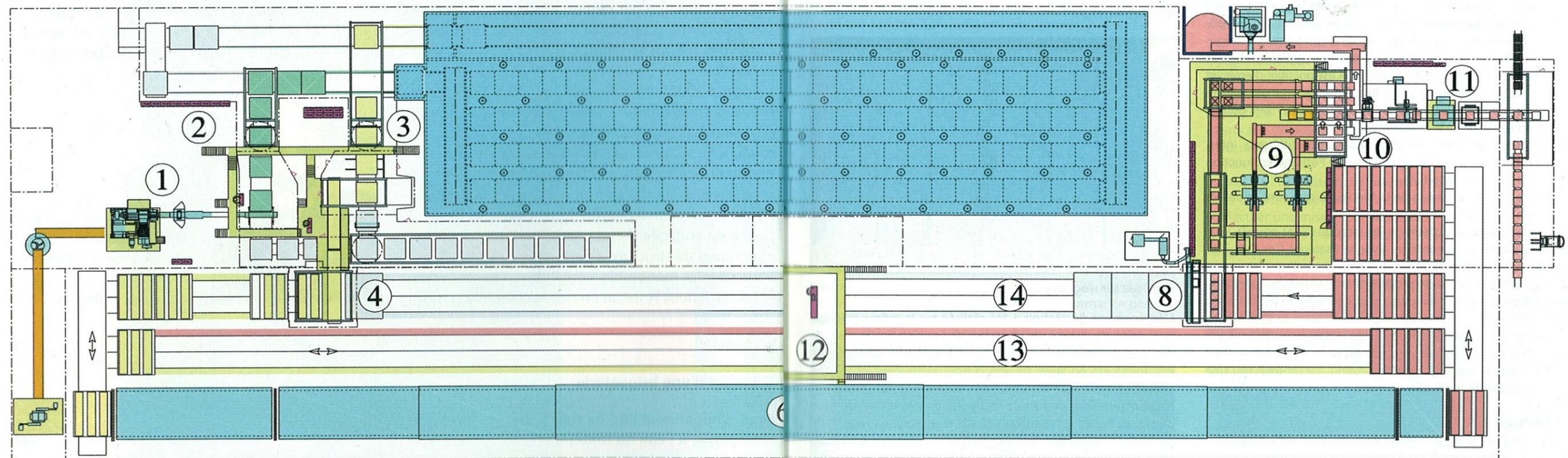
Le côté four et le côté séchoir sont séparés par les voies de réserve et de travail des wagons de four.



Rotation des produits sortie coupeur



Plateau de séchage



PLAN DE L'USINE

- | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| 1) groupe d'étirage | 6) four tunnel | 11) conditionnement |
| 2) circuit produits verts | 7) traitement des fumées | 12) cabine de contrôle |
| 3) circuit produits secs | 8) déchargement des wagons de four | 13) voie de réserve |
| 4) chargement des wagons de four | 9) atelier de rectification | 14) voie de travail |
| 5) séchoir | 10) palettisation | |





Wagonnets de séchage

Préparation/Façonnage

Wienerberger a géré directement l'installation de la partie préparation en intégrant des machines en provenance de diverses usines. Cette préparation se compose :

- de : 4 doseurs linéaires,
- ▶ d'une installation de tamisage pour l'ajout de sciure,
- ▶ d'un broyeur à meule,
- ▶ d'un laminoir dégrossisseur
- ▶ d'un laminoir finisseur.

Le mélange ainsi obtenu est stocké dans des box à terre et est prêt pour la fabrication. Un excavateur permet alors d'envoyer le mélange vers un doseur linéaire, qui permet de réguler le débit de terre envoyé vers la mouleuse. Par le biais de convoyeurs à bande supplémentaires, il est possible d'envoyer directement le mélange vers la mouleuse sans passer par les box, ce qui facilite les essais de mélange et permet de travailler en cas d'arrêt de l'excavateur.

La mouleuse est dotée de deux gueulards différents interchangeables, qui permettent d'optimiser l'étrépage en fonction des dimensions des produits.

C'est également au niveau de la mouleuse que sont rajoutées au mélange, les billes de polystyrène.

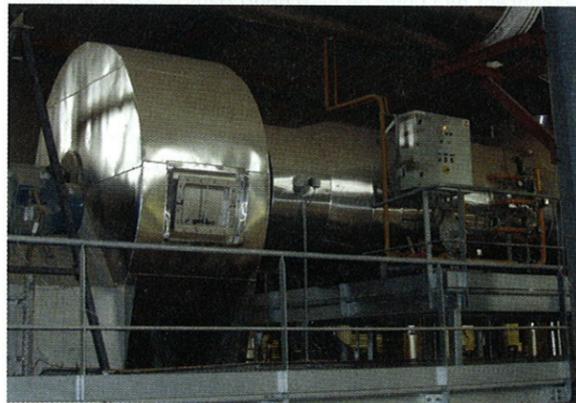
A la sortie du groupe d'étrépage, les produits sont coupés avec un coupeur Freymatic intégré avec le matériel Ceric. Puis ils passent dans un préparateur de rame doté d'un retourneur de produits. Les rames de produits sont ensuite chargées, soit avec un poussoir, soit avec une pince lorsque le mélange est très humide pour faciliter l'étrépage, sur les plateaux de séchage qui font 2,6 par 2,6 mètres. Ces plateaux sont ensuite déposés dans des châssis de séchage pouvant contenir 9,12 ou 18 plateaux selon le type de produit. Les châssis ont une hauteur totale de 5,45 mètres.

Le Séchage

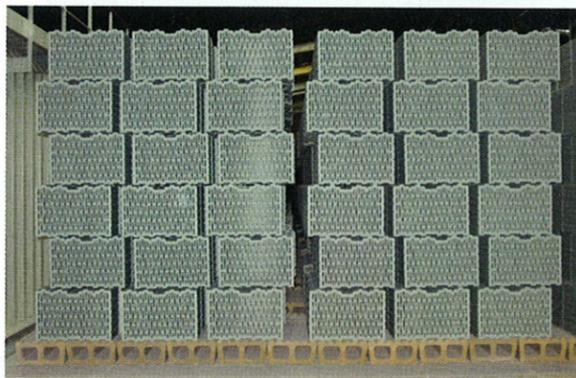
L'unité de Pont d'Aspach, étant équipée avec un séchoir tunnel Ceric, nous avons gardé le même type de séchoir. Celui-ci est composé de 4 voies de séchage de 30 châssis chacune et d'une voie de retour. Le séchoir fait 100 mètres de long et 26 mètres de large pour une hauteur de 6 mètres environ. Le cycle de séchage est de 20 heures environ. La ventilation des produits est assurée par 120 Rotalcers de conception Ceric ou de conception Keller.



Manutention produits verts et secs



Admission séchoir



Empilage sur wagon de four

L'équipement du séchoir a été réalisé sur le même principe que celui de l'unité de Betschdorf. Le séchoir dispose de 5 zones d'admission d'air neuf indépendantes. Chacune de ces zones est équipée de son propre ventilateur et de son propre brûleur. L'alimentation des admissions est principalement assurée par de l'air de récupération provenant du four, afin d'optimiser les consommations d'énergie. La régulation du séchoir, spécifique à Ceric, intègre les réglages préventifs pour donner encore plus d'efficacité à la souplesse du séchoir, et améliorer la réactivité aux changements de produits.

Ceric et Wienerberger ont travaillé en étroite collaboration sur la mise au point du séchoir, partie souvent délicate pour ce type de produits. Au final, le séchage est complètement automatisé et les consignes de séchage s'adaptent automatiquement à tous les changements de produits.

A la sortie du séchoir, les produits sont déchargés par pince. Ils sont acheminés vers le chargement des wagons four par des convoyeurs à chaînes, où est installé un retourneur qui permet si nécessaire, d'empiler les produits avec les perforations verticales sur les wagons de four, pour éviter des marques sur les parois visibles, découlant de la combustion des additifs.

Le pont de chargement sur wagon de four est divisé en 6 petites pinces orientables permettant de charger soit en paquets soit en couche complète.

La Cuisson

Ceric a réalisé un nouveau four Casing à joint de sable, car le déplacement des fumisteries du four de Pont d'Aspach n'était pas économiquement intéressant. La structure du four est neuve mais la plupart de l'équipement a été récupéré de Pont d'Aspach.

Le four est réalisé avec des panneaux de 75 cm de long qui sont coulés en atelier Ceric et assemblés sur site. Chaque pas est composé d'un panneau de voûte et de deux panneaux latéraux. Le four fait 172 mètres de long et 7 mètres de large environ, il contient 38 wagons dont 4 dans un pré-four de 18 mètres. Chaque wagon contient 3 charges de 5,45 m de large, 1,6 m de haut et 1 m de profondeur.

46 wagons de four ont été transportés d'Alsace à Pont de Vaux sans être démontés, par convoi exceptionnel. 20 nouveaux wagons ont été réalisés sur place. Avec 66 wagons en tout, le stock est suffisant pour arrêter la production le week-end.

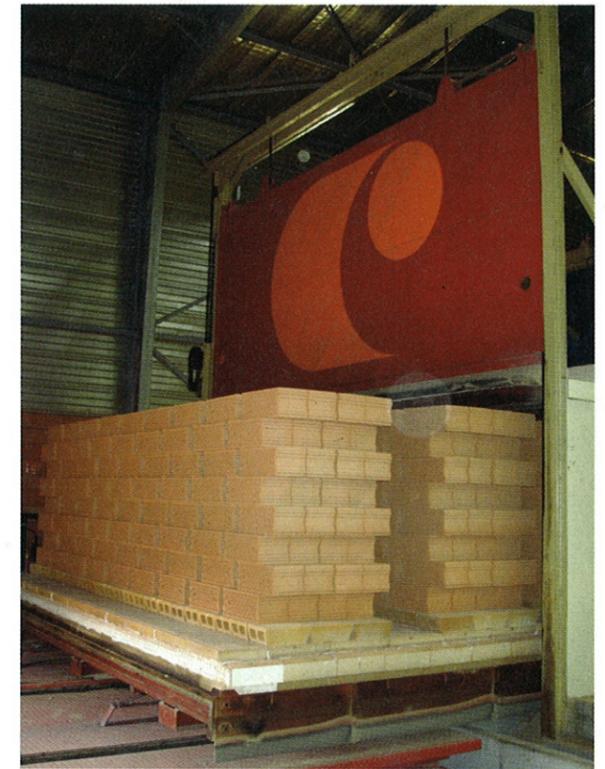
Ceric a rajouté un brassage de fumée à l'entrée du four afin de maîtriser l'inflammation due au papier et à la sciure présents dans le mélange. De plus, les récupérations haute et basse température sont suffisantes pour contrôler exactement le débit d'air passant dans le four.

Le four est donc équipé d'un pré four, d'une extraction de fumées, d'un brassage d'avant feu, de brûleurs latéraux assurant la montée en température, d'une dizaine de zone de brûleurs de voûte pour assurer la qualité de la cuisson du tesson, de rampes de refroidissement rapides, de zones de récupération d'air à basse et haute températures, afin d'optimiser la consommation générale de l'usine, et d'un ventilateur de surpression qui assure le contrôle du débit passant dans le tunnel. Afin de respecter l'environnement, le four est doté d'un incinérateur et d'un filtre pour les fumées.

Le temps de cuisson est de 24 heures avec un pallier de cuisson à 960°C. Grâce à la solution du four Casing Ceric étanche et à l'optimisation des récupérations d'air chaud, la consommation totale du four et du séchoir est de 285 kcal/kg cuits en moyenne sur l'année, ce qui est une performance particulière au four Ceric.



Four tunnel et voie de réserve



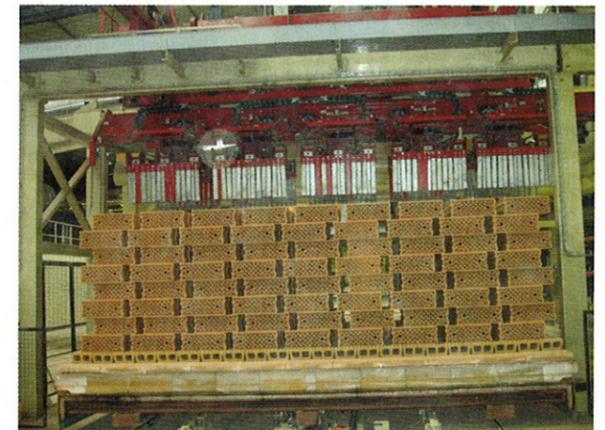
Sortie four

Rectification/Palettisation

Avec l'arrivée de nouveaux produits par rapport à la gamme de Pont d'Aspach, il a fallu adapter certaines machines et en intégrer des nouvelles, tel que les rectifieuses de marque Keller HCW en provenance d'usines allemandes et autrichiennes également fermées. Ceric-Automation, en partenariat avec Keller HCW a réalisé la remise à niveau de tous les équipements afin de pouvoir produire cette nouvelle palette de produits, notamment la Biomur 37 rectifiée, très demandée par le marché.

En plus de l'adaptation, les machines de manutention de produits ont été révisées par les ateliers de Ceric-Automation afin d'effectuer une mise à jour complète.

A la sortie du four, les produits sont déchargés par une pince couche par couche et peuvent être soit envoyés directement



Dépilleur de wagon



Rectifieuse

à la palettisation, soit envoyés vers l'installation de rectification composée de 2 rectifieuses de marque Keller HCW. Keller a modifié des machines existantes pour obtenir des vitesses de rectification de 12 m/min. A la sortie de cette installation, les produits sont palettisés avec les perforations verticales. Les deux circuits, produits rectifiés ou non, rejoignent la même ligne de cerclage et housage.

Contrôle et Supervision

La supervision et la gestion de la production sont assurées par un système informatique Visicer développé par Ceric se composant, d'une station principale dans la cabine de contrôle et de 2 PC industriels installés dans l'usine. L'ensemble des automates programmable Siemens série 7 de l'usine sont reliés au système et envoient les informations nécessaires à la supervision en continu.

Ces 3 postes de supervision travaillent en temps réel et sont utilisés pour :

- ▶ Visualiser l'état des machines, équipements et paramètres du procédé sous forme de tableaux, graphiques, schémas et courbes
- ▶ Passer les commandes (Auto Manu Stop)
- ▶ Gérer les défauts et alarmes
- ▶ Transférer les consignes archivées dans la base de données vers le four et le séchoir
- ▶ Transférer les consignes archivées dans la base de données vers les machines
- ▶ Changer les paramètres de fonctionnement

- ▶ Stocker sur disque dur, l'historique de fabrication de chaque produit

Le système permet de générer les rapports de production, de programmer les changements de recettes ou de consignes et, en utilisant les informations archivées dans la base de données, d'assurer la traçabilité des lots fabriqués.

Le système Visicer de Ceric est ouvert pour l'accès à ses programmes. L'assistance à la gestion particulièrement étudiée pour ce type d'usine, permet une maîtrise stricte de la gestion et l'optimisation des coûts de production.

Parallèlement à ce système, le laboratoire de l'usine assure le contrôle, des matières premières, du procédé de production et des produits finis notamment, l'aspect et la géométrie du produit, sa résistance mécanique, la tenue au gel.

Résultat

C'est ainsi que s'est développé à Pont de Vaux une nouvelle unité moderne, qui redonne à ce site une valeur industrielle génératrice d'emplois qualifiés, et permet d'approvisionner la région et la vallée du Rhône en produits modernes et de grand confort pour les habitations.

Wienerberger a démontré une nouvelle fois son implication industrielle solide et dynamique pour développer avec des matériaux de qualité, le marché des murs de structure en terre cuite.

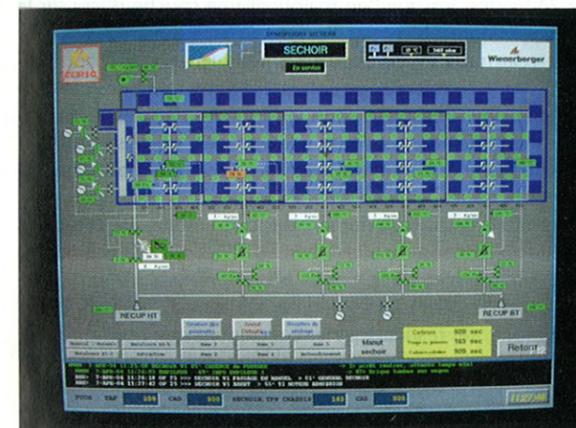
Le succès considérable de ce nouveau produit laisse augurer un développement progressif pour d'autres sites de production.



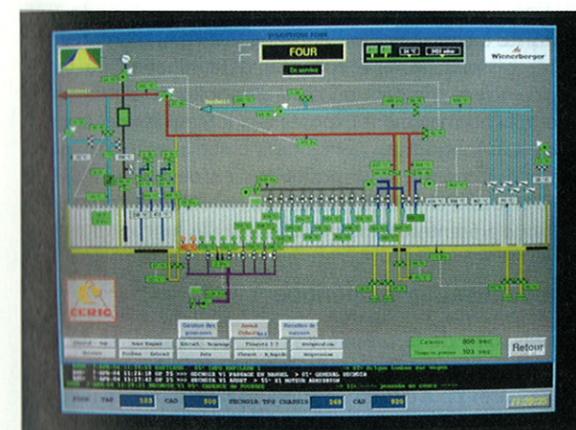
Pince sortie palette



Menu principal visicer



Synoptique séchoir



Synoptique four

La nouvelle usine de Pont de Vaux se trouve sur le marché très porteur de la vallée du Rhône qui approvisionne des zones particulièrement à forte demande de logements de qualité.

Cette usine située, à cause de l'ancienne implantation, près d'une agglomération, a été particulièrement étudiée pour respecter les normes européennes sur l'environnement (bruit, traitement des fumées etc.).

Usine très moderne, elle a pu ainsi apporter des ressources fondamentales à cette ville, tout en maintenant la qualité de la vie.

La rectification des nouveaux produits à $\pm 0,3$ mm permet d'améliorer encore les caractéristiques d'isolation. La profession est ainsi en mesure de proposer aux constructeurs de logements, une solution performante dans la qualité, la durée des logements, et de plus compatible avec une organisation économique des chantiers. Complétée par des accessoires elle assure des logements parfaitement accomplis.

Les innovations dans les domaines de l'isolation thermique et phonique ainsi que le dynamisme des fabricants de matériaux de construction ont induit une considérable évolution de ce type de brique.

En France, la démonstration est faite de l'intérêt d'un matériau d'une telle qualité, déjà adopté dans toutes les régions où ce produit est disponible. Le marché, sans aucun doute, amplifiera cette demande.

L'Italie et l'Espagne développent largement ces productions.

Ceric a affiné la technologie de ses équipements et la conception des usines spécifiques à ces produits pour offrir des solutions techniques plus performantes et un partenariat exemplaire, garant de la réussite de ses clients et de la profession. Les problèmes d'environnement, sensibles dans ce type de fabrication, sont particulièrement soignés.

Cette réimplantation d'usine est une nouvelle réussite pour Wienerberger avec l'apport sur le marché de produits de très grande qualité. C'est aussi une réussite de la technologie Ceric et de la collaboration d'un producteur très qualifié et de son équipementier.

— Jean-Pierre Boulger, Ceric S.A. —
Directeur Service Thermique

Ceric S.A.
56, Faubourg Saint Honoré
F-75008 Paris
Tel.: +33/1 53 05 54 63
Fax: +33/1 43 12 92 46
info@ceric.fr
www.Ceric.fr

Z

Aktuelles aus der Branche.
Up to the minute reporting from the branch.

www.ZI-Online.info

Klicken Sie mal rein!
Click on now!

Essai d'imperméabilité de tuiles : une mesure de la perméabilité intrinsèque à l'eau du matériau

La norme européenne d'essai d'imperméabilité des tuiles de terre cuite (NF EN 539-1) comporte actuellement deux méthodes d'essai pour une seule caractéristique physique: la perméabilité réelle du matériau. L'article traite de la modélisation numérique des deux méthodes d'essai suivie de la comparaison des valeurs numériques avec les résultats expérimentaux.

Introduction

Ce travail est motivé par le fait que le Comité Européen de Normalisation préconise qu'il n'y ait qu'une méthode d'essai par caractéristique mandatée pour le marquage CE concernant un produit. Or actuellement la norme européenne d'essai d'imperméabilité des tuiles Terre Cuite (NF EN 539-1) comporte deux méthodes :

- La première consiste à mesurer le temps de chute de la première goutte formée à la surface inférieure d'une tuile de terre cuite initialement sèche, lorsque l'on place une couche d'eau de 6 cm d'épaisseur sur la face supérieure. La mesure se fait dans une ambiance à $20^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et $60\% \pm 5\%$ d'hygrométrie
- La deuxième consiste à mesurer le volume d'eau ayant percolé dans le matériau saturé, au cours de 24 heures et par cm^2 de surface de l'échantillon, lorsque l'on maintient une couche d'eau de 10 cm d'épaisseur sur sa surface

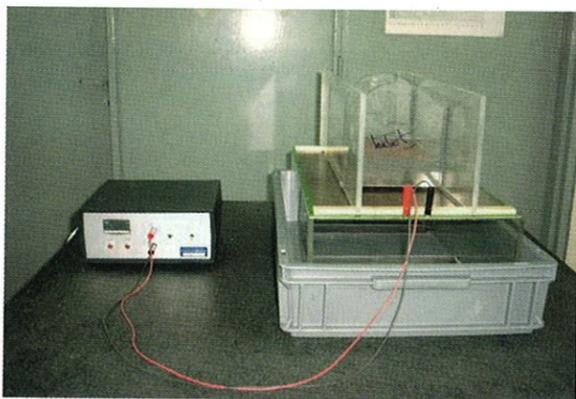


Fig. 1 : Photographie du dispositif expérimental permettant la mesure du temps de formation de la goutte d'eau

* LMDC: Laboratoire matériaux et durabilité des constructions INSA-UPS Toulouse

** CTTB: Centre Technique des Tuiles et Briques (CTTB)

G. Laurent**, B. Perrin *, F. Poeydemenge**, G. Wardeh*

Le but de l'étude est de montrer, par la méthode d'essai unique décrite ci-après, l'existence d'une corrélation entre les deux méthodes d'essai, c'est à dire de chercher la relation qui existe entre le temps au bout duquel une goutte d'eau se forme sur la face inférieure d'une tuile en terre cuite avec la masse d'eau ayant percolé dans le matériau saturé, au cours de 24 heures, lorsque l'on maintient une couche d'eau sur la face supérieure.

Pour cela nous avons simulé numériquement le comportement d'une terre cuite, pour laquelle l'ensemble des caractéristiques physiques sont connues, lors des deux essais précédemment décrits, afin de déterminer quelles sont les propriétés du matériau qui conditionnent le temps d'apparition de la goutte et le volume d'eau.

Les résultats des calculs numériques ont, ensuite, été comparés à une série de mesures effectuées, au CTTB, sur divers produits. Dans un premier temps nous allons présenter le projet de norme et le dispositif expérimental associé, puis le calcul numérique, ses résultats, et les conclusions que nous pouvons en tirer.

Le projet de norme, d'essai unique, européenne

Principe

Il consiste à contrôler l'imperméabilité à l'eau d'une tuile ou d'un accessoire de terre cuite par détermination du temps écoulé entre le moment où l'eau est appliquée sur la surface de la tuile normalement exposée aux intempéries et la chute de la première goutte.

La figure 1 montre le dispositif mis en oeuvre au CTTB et ayant permis d'effectuer les mesures sur différents produits et que nous présenterons plus loin.

La modélisation numérique

Modélisation de la première méthode d'essai, et de la méthode unique : Temps de formation de la goutte

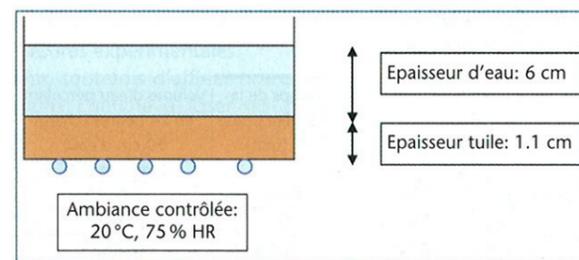
Deux phases peuvent être distinguées dans l'expérience à la goutte

La première phase correspond à l'imbibition de la tuile en terre cuite, initialement sèche, qui se sature donc progressivement. Lorsque la face inférieure de la tuile, au contact d'une ambiance contrôlée devient saturée, commence alors la deuxième phase. Celle-ci est caractérisée par un phénomène de percolation. Il y a au cours de cette deuxième phase une compétition entre le flux de vapeur qui part de la face inférieure vers l'ambiance, et le flux de liquide qui arrive vers cette face inférieure.

C'est l'ensemble de ces phénomènes qui conditionne le temps de formation de la goutte.

La configuration à décrire

La mise en oeuvre du modèle numérique.



1^{ère} phase

Le code numérique nécessite :

- des conditions d'environnement, qui sont celles indiquées sur le schéma précédent
- des propriétés de matériaux. Nous avons utilisé notre base de données concernant une terre cuite ayant fait l'objet d'une précédente étude.

Le code numérique ne permettant pas de décrire la cinétique de formation des gouttes, nous avons modélisé successivement les deux phases décrites précédemment.

1^{ère} phase:

Nous partons d'un matériau initialement sec, placé, par sa face inférieure, au contact de l'ambiance choisie, et mis en contact, par l'autre face, avec 6 cm d'eau. Le calcul numérique décrit l'invasion capillaire jusqu'au moment où la face inférieure devient saturée. Au delà de ce temps le code décrit un régime permanent dû à l'égalité entre le flux liquide arrivant à la face inférieure et le flux vapeur en repartant grâce à l'évaporation. Le flux liquide traversant le matériau est donc limité par le flux vapeur sur l'autre face. Le temps, T_1 , qui ressort de ce calcul correspond à la phase à comportement de nature diffusive du matériau.

2^{ème} phase:

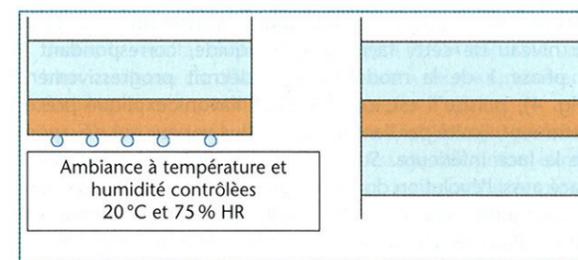
Le temps ainsi obtenu étant encore inférieur au temps réel d'apparition de la goutte, nous calculons alors le flux liquide traversant le milieu saturé, lorsqu'une charge hydraulique de 6 cm est appliquée sur une des faces. Nous comparons alors ce flux d'eau et le flux d'évaporation du milieu saturé correspondant à la fin de la première phase. Le temps de formation de la goutte d'eau correspond au moment, T_2 , où la différence des deux flux est susceptible de former une goutte. On admettra que pour qu'une goutte puisse se former et tomber, il faut qu'elle atteigne un volume de $6.54 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$ (taille d'une sphère de diamètre 0.5 cm). Nous compterons, de plus, qu'une goutte se forme par surface de 4 cm^2 . Le comportement du matériau, au cours de cette deuxième phase, est uniquement du au phénomène de percolation.

Modélisation de la deuxième méthode d'essai : Volume d'eau percolant en 24 heures

Cette modélisation correspondant exactement à la phase deux de la précédente modélisation, la charge d'eau exercée à la surface de la tuile n'étant plus de 6cm, mais de 10 cm, il n'y a pas lieu de la décrire particulièrement.

Résultats numériques

Les figures suivantes montrent l'évolution des profils de teneur en eau au cours de la phase de saturation de la terre cuite, puis les densités de flux liquide arrivant au niveau de la face inférieure du disque au cours des phases 1 et 2.



2^{ème} phase

Le matériau qui a fait l'objet des calculs illustrés sur les figures précédentes est une terre cuite de perméabilité absolue $k = 2 \cdot 10^{-17} \text{ m}^2$.

On constate (Fig. 2) l'évolution des profils hydriques dans le temps, mettant bien en évidence la saturation progressive du matériau. Le flux liquide arrivant au niveau de la face inférieure (Fig. 3) ne commence à croître qu'au bout d'une dizaine

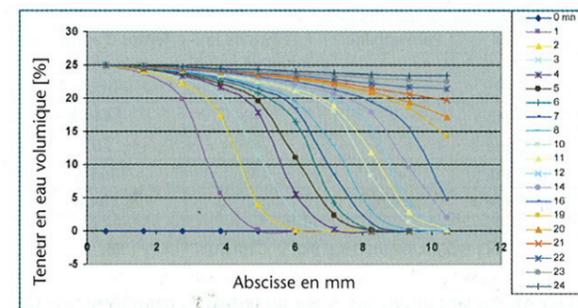


Fig. 2 : Evolution des profils de concentration en eau lors de la première phase

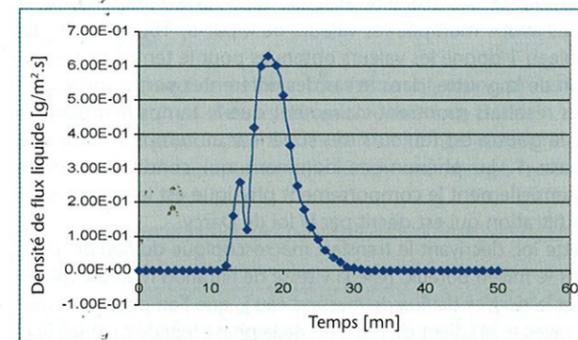


Fig. 3 : Evolution du flux liquide arrivant au niveau de la face inférieure au cours de la phase 1

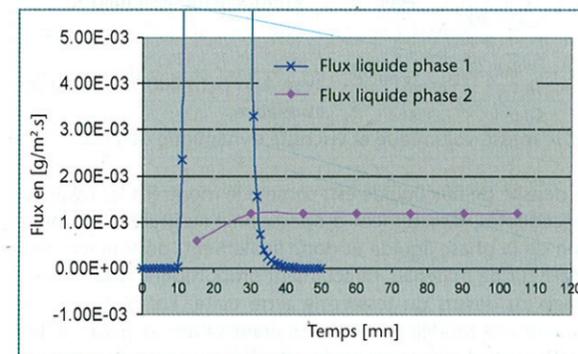


Fig. 4 : Comparaison des flux liquides arrivant sur la face inférieure au cours des phases 1 et 2

de minutes, temps qui correspond à l'arrivée du front d'eau au niveau de cette face. Ce flux liquide, correspondant à la phase 1 de la modélisation, redécroit progressivement (Fig. 4), puisqu'il est, comme nous l'avons expliqué précédemment, limité par l'amplitude du flux vapeur qui s'évapore de la face inférieure. Sur cette même figure 4 nous avons tracé aussi l'évolution du flux liquide correspondant à la phase 2, c'est à dire à la phase de percolation à travers le matériau saturé. Pour cette configuration, le flux de percolation dépasse le précédent flux au bout d'une trentaine de minutes. Ce temps représente le temps T1. Le flux reste alors constant et vaut environ 0.0012 g/m².s.

Cette dernière valeur nous permet alors de calculer le temps T₂ nécessaire pour former une goutte de masse 6.54 10⁻² g pour une surface de 2.5 cm². En effet :

$$T_2 = 6.54 \cdot 10^{-2} / (0.0012659 \times 2.5 / 10000) = 206651 \text{ s} = 3444.2 \text{ min} = 57.4 \text{ h}$$

Tableau 1: Résultats des calculs numériques.

| | Perméabilité | Temps de la première phase T ₁ [min] | Temps d'apparition de la goutte T ₂ [min] |
|---------------|--------------|---|--|
| Terre Cuite 1 | k | 30 | 3444.2 |
| Terre Cuite 2 | k x 5 | 7 | 707 |
| Terre Cuite 3 | k x 10 | 1 | 365.6 |
| Terre Cuite 4 | k x 20 | - | 194.6 |
| Terre Cuite 5 | k x 40 | - | 109 |

Ce temps est largement supérieur au temps T₁ caractéristique de la première phase, qui, rappelons le était de l'ordre de 30 mn. Nous avons repris le même type de calcul en changeant simplement la perméabilité absolue de la terre cuite. Pour cela nous avons multiplié les valeurs de k par 5, 10, 20 et 40. Le tableau 1 donne les valeurs obtenues pour le temps de formation de la goutte, dans le cas des différentes perméabilités.

Ces résultats montrent clairement que le temps d'apparition de la goutte est toujours très supérieur au temps T₁ de fin de phase 1. Le phénomène dominant qui conditionne donc essentiellement le comportement physique est le phénomène de filtration qui est décrit par la loi de Darcy.

Cette loi, décrivant le transfert macroscopique du liquide à travers le milieu poreux, relie la vitesse de filtration macroscopique u_i et la densité de flux de masse d'eau j_i, que l'on peut en déduire, avec le gradient de pression de la phase liquide dû à la charge des 6 cm d'eau. Voici les relations que l'on peut ainsi écrire.

$$u_i = -\frac{K_i^{app}}{\rho_l} \frac{\partial p_l}{\partial x} \quad \text{avec } K_i^{app} \text{ conductivité hydraulique}$$

$$j_i = -\rho_l \frac{k \cdot k_{rl}}{\mu_l} \frac{\partial p_l}{\partial x} = -K_i^{app} \frac{\partial p_l}{\partial x} \quad \text{avec } k, k_{rl} \text{ perméabilités absolue et relative,}$$

ρ_l, μ_l masse volumique et viscosité dynamique de l'eau.

La densité de flux liquide est, comme le montrent les relations précédentes, directement proportionnel au gradient de pression de la phase liquide et donc finalement, pour une même épaisseur de matériau, directement proportionnel à la hauteur d'eau au dessus du tesson de terre cuite. En effet dans les expériences modélisées le milieu étant saturé, la perméabilité relative est, dans ce cas, égale à l'unité.

Ainsi connaissant la densité de flux liquide obtenu numériquement au cours de la phase deux, décrite précédemment, nous

Tableau 2: Evolutions du temps T₂ et du volume d'eau pour les différentes terres cuites.

| | Perméabilité | Temps de la première phase T ₂ [min] | Volume d'eau percolant en 24 heures (charge 10 cm d'eau) [cm ³ /cm ² .24] |
|---------------|--------------|---|---|
| Terre Cuite 1 | k | 3444.2 | 0.0172 |
| Terre Cuite 2 | k x 5 | 707 | 0.084 |
| Terre Cuite 3 | k x 10 | 365.6 | 0.162 |
| Terre Cuite 4 | k x 20 | 194.6 | 0.304 |
| Terre Cuite 5 | k x 40 | 109 | 0.544 |

pouvons en déduire la densité de flux liquide correspondant à une charge d'eau de 10 cm, au lieu de 6 cm, d'une part, et, d'autre part, le volume d'eau percolant à travers le matériau au cours d'une durée de 24 heures conformément à la méthode d'essai numéro deux.

Dans le tableau suivant, nous avons reporté l'ensemble des résultats issus du calcul numérique, faisant apparaître les temps d'apparition de goutte des différentes terres cuites et les volumes d'eau correspondant à une percolation de 24 heures, pour une charge de 10 cm d'eau.

Par ailleurs puisque le temps T₂ d'apparition de la goutte est conditionné essentiellement par la phase deux, c'est à dire lui aussi par la loi de Darcy il est donc pratiquement inversement proportionnel à la densité de flux liquide (pour la charge de 6 cm).

On peut donc, finalement, s'attendre à ce que le volume d'eau, V, percolant à travers le matériau en 24 heures soit donc, lui aussi, pratiquement inversement proportionnel au temps, T₂, d'apparition de la goutte, soit donc, finalement, à une relation de la forme :

$$V \approx \frac{a}{T_2}$$

Comparaison calculs expériences

Le tableau 3 suivant montre des résultats d'expériences fournies par le CTTB sur un ensemble de tuiles de différentes origines. Nous avons reporté sur la figure 4 les valeurs du tableau 3 ainsi que les résultats de nos calculs numériques (tableau 2). Nous constatons que les valeurs numériques malgré les diverses hypothèses faites pour arriver à ces résultats, comme notamment la taille de la goutte, le nombre de goutte formée

Tableau 3: Mesures du CTTB sur différentes tuiles

| Volume d'eau cm ³ /cm ² .24h | Temps en mn |
|--|-------------|
| 0.019 | 2023 |
| 0.02 | 2880 |
| 0.11 | 1002 |
| 0.126 | 1757.67 |
| 0.134 | 333.7 |
| 0.146 | 1308 |
| 0.147 | 508.89 |
| 0.16 | 224.78 |
| 0.2 | 750 |
| 0.231 | 205 |
| 0.29 | 92 |
| 0.294 | 420.65 |
| 0.313 | 248 |
| 0.43 | 26.75 |
| 0.476 | 39.2 |
| 0.9 | 1.7 |

au cm², sont relativement en accord avec l'ensemble des mesures expérimentales.

Afin, toutefois d'affiner nos calculs et nos conclusions, nous avons cherché à lisser les points expérimentaux par une courbe dont l'équation serait de la forme :

$$y = \left(\frac{a}{x}\right)^b$$

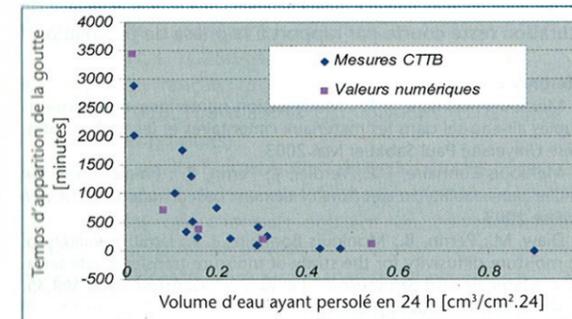


Fig. 5: Valeurs expérimentales et numériques

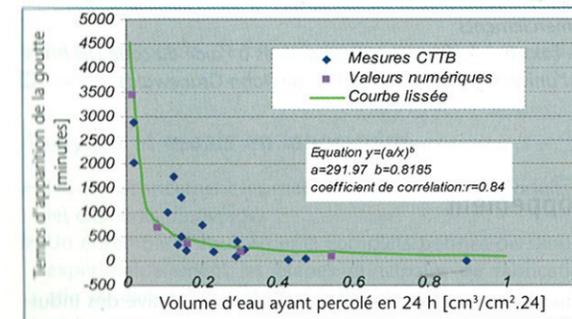


Fig. 6: Fonction de lissage rationnelle

La figure 6 montre le résultat du lissage et les caractéristiques de la fonction.

On constate que :

- La fonction de lissage fait apparaître un exposant b de 0.8185. Expérimentalement il n'y aurait donc pas strictement une relation entre le temps t et le volume V de la forme t = a/V
- Toutefois le coefficient est suffisamment proche de 1 pour que l'on puisse considérer la relation comme acceptable. Cet écart expérimental pourrait être dû à des hétérogénéités des matériaux ayant fait l'objet des expériences
- Deux points semblent s'éloigner un peu plus de la courbe verte de la figure 6 que les autres. Ces points correspondent aux matériaux repérés en rouge dans le tableau 3.

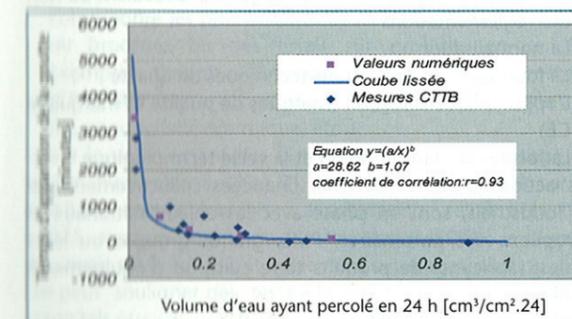


Fig. 7: Influence des points expérimentaux sur l'allure de la courbe lissée

La même recherche de courbe lissée sans ces deux points donne le résultat indiqué sur la figure 7. On constate une bien meilleure corrélation et l'influence de mesures éventuellement moins bonnes que d'autres

- Les résultats des calculs numériques sont presque parfaitement en accord avec la courbe de lissage des points expérimentaux. Ceci justifie, à posteriori, les hypothèses prises pour les calculs

Evaluations des perméabilités intrinsèques des matériaux

Comme nous l'avons exposé précédemment, l'utilisation de la loi de Darcy nous permet de remonter à la valeur de la conductivité hydraulique K_i^{app} (s) et connaissant les propriétés physiques de l'eau ρ_l, μ_l, nous pouvons en déduire la perméabilité intrinsèque k (m²) de la terre cuite.

Nous avons effectué ces calculs pour les deux types d'essais, sachant que pour le premier, le temps d'apparition de la goutte est conditionné à l'hypothèse de la taille de goutte formée par unité de surface. Les résultats sont donnés dans le tableau 4.

Nous constatons bien évidemment des écarts entre les perméabilités déterminées selon les deux essais.

Les deux essais étant, comme nous venons de le montrer, de nature très voisine en terme de propriété de matériau, il nous semble toutefois que l'essai dont les conditions de réalisation permettent une meilleure évaluation de la perméabilité intrinsèque reste l'essai numéro 2 de perméation de par l'unicité du phénomène physique mis en jeu au cours de sa réalisation. Nous avons vu en effet que l'essai numéro 1 comportait plusieurs phases et que son exploitation était sujette à certaines hypothèses concernant la formation de la goutte.

Conclusions

Nous avons cherché, au cours de ce travail, une corrélation entre deux résultats d'essais d'imperméabilité de tuiles.

Le premier essai consiste à mesurer un temps d'apparition d'une goutte d'eau sous la tuile lorsqu'une charge hydro-

Tableau 4: Détermination des perméabilités intrinsèques à partir des deux essais

| Volume d'eau cm ³ /cm ² .24h | Temps en mn | Perméabilité intrinsèque Essai 1 [m ²] | Perméabilité intrinsèque Essai 2 [m ²] | Rapport des perméabilités Essai 1/Essai 2 |
|--|-------------|--|--|---|
| 0.019 | 2023 | 2.77E-17 | 2.55E-17 | 0.92 |
| 0.02 | 2880 | 7.96E-17 | 1.40E-16 | 1.76 |
| 0.11 | 1002 | 1.06E-16 | 2.55E-16 | 2.39 |
| 0.126 | 1757.67 | 2.98E-15 | 5.47E-16 | 0.18 |
| 0.134 | 333.7 | 8.67E-16 | 3.69E-16 | 0.43 |
| 0.146 | 1308 | 4.69E-14 | 1.146E-15 | 0.02 |
| 0.147 | 508.89 | 3.549E-16 | 2.037E-16 | 0.57 |
| 0.16 | 224.78 | 2.39E-16 | 1.706E-16 | 0.71 |
| 0.2 | 750 | 3.944E-17 | 2.419E-17 | 0.61 |
| 0.231 | 205 | 3.891E-16 | 2.94E-16 | 0.76 |
| 0.29 | 92 | 3.217E-16 | 3.98E-16 | 1.24 |
| 0.294 | 420.65 | 6.1E-17 | 1.859E-16 | 3.05 |
| 0.313 | 248 | 1.568E-16 | 1.87E-16 | 1.19 |
| 0.43 | 26.75 | 2.035E-15 | 6.06E-16 | 0.30 |
| 0.476 | 39.2 | 1.897E-16 | 3.74E-16 | 1.97 |
| 0.9 | 1.7 | 4.54E-17 | 1.60E-16 | 3.53 |

lique de 6 cm d'eau est appliquée sur l'autre face, le deuxième essai à mesurer le volume d'eau s'écoulant à travers la tuile saturée sous une charge hydraulique de 10 cm d'eau. Pour cela nous avons effectué divers calculs numériques destinés à reproduire le comportement de la tuile lors des deux essais.

Ces calculs ont montré que le temps d'apparition de la goutte est largement conditionné par le phénomène de percolation à travers le matériau, ce phénomène de percolation étant le seul intervenant dans le deuxième essai. Ainsi les flux d'eau liquide traversant le matériau au cours des deux essais ne diffèrent que par la charge hydraulique appliquée à celui-ci. Le volume percolant en 24 heures est proportionnel au flux liquide, le temps d'apparition de la goutte lui est inversement proportionnel.

Mis à part les différences de charges hydrauliques appliquées, on peut donc s'attendre à une relation de type inversement proportionnel entre le temps et le volume.

L'exploitation des mesures réalisées au CTTB sur divers produits confirme bien, à la précision des expériences réalisées près, le comportement prévu.

Les deux essais caractérisent bien une seule et même propriété physique qui est la perméabilité intrinsèque du matériau. Nous avons calculé ces perméabilités à partir des deux essais.

La moyenne des rapports pour les deux essais reste voisine de 1. Toutefois en terme de conditions physiques de réalisation des essais, le numéro deux, basé sur une simple expérience de percolation nous semble mieux en mesure de permettre d'identifier la perméabilité intrinsèque du milieu. L'essai numéro un basé sur le temps d'apparition de la goutte nous semble malgré tout un excellent moyen d'effectuer un classement relatif des produits entre eux, tant que la phase de saturation reste courte par rapport à la phase de percolation.

Références

- [1] Monlouis-Bonnaire, J. P. : Modélisation numérique des transferts couplés air-eau-sel dans les matériaux cimentaires et les terres-cuites. Thèse Université Paul Sabatier Mai 2003.
- [2] Monlouis-Bonnaire, J. P.; Verdier, J.; Perrin, B. : Prediction of the relative permeability to gas flow of cement based materials, C.C.R. à paraître 2003.
- [3] Diaw, M.; Perrin, B.; Monlouis-Bonnaire, J. P.: Limit of validity of the moisture diffusivity for the study of moisture transfer inside terracotta, Materials and Structures/ Matériaux et Constructions, Vol.35, January-February 2002, pp 42-49
- [4] Norme NF EN 539-1

Remerciements

Les calculs numériques ont été réalisés à l'aide du code DELPHIN de l'université Technique de Dresde (John Grunewald)

Etablissements de Recherche et de Développement

F-Paris

Le Centre Technique des Tuiles et Briques (CTTB)

Le CTTB, pôle d'expertise et de recherches pour le développement et la promotion de la terre cuite, est un Centre Tech-



Photo 1 : essais de murs sur presse de 6 000 kN

nique Industriel fondé en 1960. Créé à l'initiative des Industriels, il s'est forgé au cours de ses quarante années d'expérience un savoir et un savoir-faire reconnus.

Le CTTB est dirigé par un Conseil d'Administration, lui-même conseillé par un Comité Technique et Scientifique qui valide les programmes de recherche. Ceux-ci sont définis au sein de Commissions, rassemblant des représentants des industriels français et des Ingénieurs du Centre. Une telle structure permet ainsi aux spécialistes du CTTB d'être au cœur des principaux sujets d'orientation et de développement, non seulement des produits mais également des aspects technologiques de leur fabrication et à leur application dans la construction.

Les équipes, pluridisciplinaires (céramistes thermiciens, mécaniciens, acousticiens, physico-chimistes, ingénieurs en environnement...) oeuvrent avec des organismes et des laboratoires reconnus français et européens pour concrétiser les axes stratégiques et qui sont :

- La recherche appliquée d'intérêt général découlant ou non des réglementations
 - La normalisation
 - La fourniture de prestations techniques de qualité
 - L'appui à la certification (marques de qualité et marquage CE)
 - La formation, l'information et la veille technologique
- Les actions d'intérêt général, financées collectivement par les industriels, sont en phase avec les enjeux nationaux et européens des partenaires, PME, grands groupes ou leurs filiales, fabricants de produits terre cuite ou d'équipements d'usines.

Ainsi, pour l'année 2004 :

- Dix thèmes sont dédiés aux briques et boisseaux : thermique, acoustique, humidité, résistance au feu, santé...

- Sept sujets concernent les tuiles : étanchéité, comportement au vent, résistance au gel, durabilité...
 - Huit sujets se rapportent à l'énergie et l'environnement : analyse de cycle de vie, composés organiques volatiles (COV), valorisation des déchets, gaz à effet de serre (GES)...
- En termes de normalisation, le CTTB siège à différentes instances d'élaboration des normes, en tant que chairman ou membres,
- A l'échelle européenne: TC128/SC3, TC89/WG10/TG4, TC166/WG3, TC250/SC6, TC125/WG1 et WG 4...
 - A l'échelon français: groupes miroirs P30G, P31A, P30C04, P10B, P10C... ou d'autres Commissions (DTU: mise en œuvre des produits)
- L'équipe du service Normalisation dirige les études nécessaires à la mise au point de nouvelles méthodes d'essais normalisés. Quatre pôles opérationnels agissent en complémentarité comme prestataires de services :
- Le pôle CERAMIQUE pour les analyses et essais
 - Le pôle Métrologie-Environnement pour l'assistance technique et le conseil en usine
 - Le pôle Bâtiment (essais sur structures, modélisation et calculs)
 - Le pôle Qualité- Certification pour l'appui à la certification.

Analyses et essais en laboratoire

- Les tests concernent les matières premières, les produits et les éléments d'ouvrages
 - Un ensemble d'équipements complets permet de simuler expérimentalement les étapes principales de fabrication afin de caractériser les comportements au façonnage, au séchage et à la cuisson des argiles. Il s'agit d'essais d'orientation faisant ressortir les avantages et inconvénients des matières premières étudiées et pouvant conduire à la définition de couples mélanges-procédés pertinents
 - Les produits sont testés suivant les normes en vigueur (EN, NF) ou en cours d'élaboration (pr-EN). Ils comprennent les briques, les tuiles, les boisseaux, les carreaux, les pavés, les hourdis, les bardages. Les essais les plus courants sont les essais de résistance au gel, de résistance mécanique en compression et en flexion, de dilatation à l'humidité, d'imperméabilité, de choc thermique. Le CTTB participe aux essais interlaboratoires européens, en particulier pour la mise au point de nouvelles méthodes (résistance au gel unique EN 539-2, séries EN 772...)
 - Des analyses physico-chimiques pointues, raccordées à des étalons fournis par des Centres de métrologie européens, sont couramment menées pour caractériser les matières premières et les tessons; elles sont incontournables pour comprendre les phénomènes observés au cours des essais de procédés ou des essais sur produits en service. Exemples: thermo-dilatométrie, ATD-ATG, spectrométries ICP et IRTF, chromatographie ionique, diffractométrie aux RX, conductivité thermique, etc...
- « Pour le prélèvement des fumées en usine et le dosage de soufre, fluor, chlore, CO, O₂, le CTTB est accrédité par le COFRAC, comité français d'accréditation, selon l'EN ISO 17025, avec un agrément du Ministère (MEDD); la plupart des essais sur Produits ont également cette accréditation. »
- On peut souligner des tests à l'échelle 1 d'éléments d'ouvrage tels que :
- les murs maçonnés et collés soit en vue d'essai d'étanchéité de l'ensemble enduit + murs, soit en vue de caractérisation

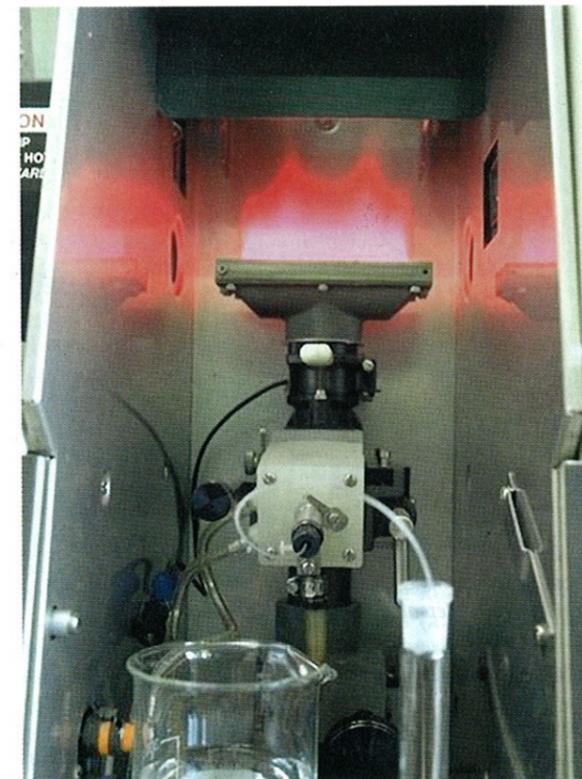


Photo 2 : torche à plasma du spectromètre ICP

mécanique sur la presse de 6 000 kN dont une application récente est l'approfondissement des règles de l'Eurocode 6

- les toitures de 3 m² en tuiles de terre cuite en vue d'évaluer l'étanchéité aux effets concomitants du vent et de la pluie sur la soufflerie MOBY DICK II; celle-ci permet de simuler le vent jusqu'à 100 km/h
- les conduits de fumée en vue de déterminer la résistance au feu jusqu'à 1 000 °C



Photo 3 : séchoir expérimental programmable



Photo 4: La soufflerie «Moby Dick II» permet de contrôler des toitures dans différentes conditions météorologiques

Interventions en usine

A la demande des Industriels, l'équipe réalise:

- La métrologie des équipements entrant dans le processus de production ou servant au contrôle qualité de laboratoire
- Des diagnostics ou des vérifications tels que les bilans thermiques de séchoirs et de fours, les courbes de cuisson dans les wagons
- Des prélèvements et dosages d'émissions gazeuses (S, F, Cl, CO, CO₂, O₂, NO_x, poussières...)

Modélisations et calculs

Les calculs numériques constituent un outil souple et puissant pour l'approche globale des produits et des ouvrages.

Le CTTB dispose de logiciels de calculs par éléments finis pour:

- Calculer les résistances thermiques de briques et des murs dans leur ensemble, apporter des conseils d'amélioration, établir des diagnostics grâce au logiciel Kobru ; celui-ci sert couramment, dans le cadre des Directives européennes RT2000 aux contrôles des marques de qualité nationales (NFTh, CSTBat)
- Evaluer la conformité aux exigences de la NRA, calculer les indices d'affaiblissement acoustique, ... grâce au logiciel ACOUBAT
- Dimensionner les structures porteuses, vérifier la stabilité et de manière générale les exigences selon le Document d'Application National DAN-EC6

Le Centre fait appel à des partenaires agréés pour des tests de comportement au feu ou parasismique de murs.

Certification

Gérant le secrétariat technique de marques NF-Tuiles et Briques de terre cuite par délégation de l'AFNOR, le CTTB s'avère, sur le plan pratique, être la porte d'entrée pour une demande d'admission à ces marques de qualité. Des équipes complémentaires interviennent en audit sur site comme

Organisme d'Inspection pour NF-Tuiles, Briques, Boisseaux et pour CSTBat-Blocs spéciaux. Le CTTB est également un laboratoire d'essais pour ces marques.

Ce pôle travaille à travers la rédaction des références de certification et l'animation des comités de marques pour que soit assurée l'adéquation entre la satisfaction de qualité attendue par les clients, les exigences en constante évolution des normes ou de la réglementation, et les contraintes d'environnement industriel.

Le CTTB est Organisme Notifié pour le marquage CE.

Formation/information/veille technologique

Le pôle Formation, centre habilité par l'administration française, conçoit à la demande et organise des stages au CTTB ou à l'extérieur. Les sujets traités englobent toute la filière de fabrication, les produits, la mise en œuvre ainsi que le devenir des ouvrages: connaissances de base des argiles et de la terre cuite, marquage CE, carrières d'exploitation, environnement, process, valorisation de déchets, etc...

La valorisation des connaissances et des compétences à travers la veille technologique et les échanges constitue l'un des centres d'intérêts du CTTB.

Principaux équipements

- 4 extrudeuses de laboratoire dont une pouvant être utilisée jusqu'à 50 bars
- séchoir expérimental programmable muni de caméra de détection de fissures + logiciels de traitement d'images
- Fours électriques (0 à 1 300 °C) programmables
- Spectrophotomètres (ICP, IRTF, Absorption Atomique)
- Diffractomètre RX, Porosimètre
- Ensemble informatisé ATD/ATG/Dilatomètre
- Conductivimètre thermique, granulomètre Sedigraph
- Chromatographe ionique
- Presses universelles de compression/flexion (10 kN – 150 kN – 2000 kN – 6000 kN)
- 5 groupes de test gel-dégel
- Tunnel de test vent/pluie Moby Dick II
- Etuves, enceintes et chambres (jusqu'à 4 m³) climatiques

Conclusion

Fort de ses 50 ingénieurs et techniciens, le CTTB est devenu le Centre technique de référence pour les industriels des tuiles et des briques.

De nombreux investissements sont prévus pour le maintenir à la pointe de l'expertise et du service. Il a également pour ambition d'être un lieu de partage des savoirs et savoir faire de la profession.

– Dr-Ing Lucien Andriamantsoa, Chef du service Céramique –

Centre Technique des Tuiles et Briques (CTTB)
17 rue Letellier
F-75015 Paris
Tel.: +33/1 44 37 07 10
Fax: +33/1 44 37 07 20
cttb@cttb.fr
www.cttb.fr

Infos entreprises

Imerys

Chiffre d'affaires: - 4,7 % - Résultat d'exploitation: + 2,8 %

L'exercice 2003 a été marqué par les fortes baisses du dollar américain et de la livre sterling par rapport à l'euro. Par ailleurs, les principaux marchés d'Imerys n'ont globalement connu qu'une légère croissance. Les résultats par branche d'activités figurent au Tableau 1.

neuve étant en très légère croissance sur la période. Sur le marché français de la brique de structure entièrement liée à la construction neuve, les produits en terre cuite ont progressé de +2,5%, continuant de gagner des parts de marché

anciennes divisions Toiture et Structure de la branche ont été regroupées au sein d'un nouvel ensemble « Terre Cuite » et deux nouvelles divisions géographiques ont été créées : Terre Cuite France et Terre Cuite International. La division Distribution & Ardoises reste inchangée. Cette réorganisation a abouti en février 2004 à la fusion-absorption des sociétés Imerys Structure et Imerys Toiture au sein d'une nouvelle entité juridique (Imerys TC). Dans cette nouvelle organisation, les évolutions ont été les suivantes :

A 130,2 millions d'euros, le résultat d'exploitation enregistre une nouvelle progression de +7,2% par rapport à 2002. L'augmentation des volumes de vente dans les produits de toiture, la bonne tenue du couple prix/mix produits et la gestion très serrée des coûts de production malgré une hausse des coûts énergétiques expliquent ce bon résultat. Les investissements industriels se sont élevés à 25,6 millions d'euros en 2003 (contre 23,4 millions d'euros en 2002).

Branche Réfractaires & Abrasifs (22 % du chiffre d'affaires du Groupe)

Le chiffre d'affaires s'établit à 593,7 millions d'euros (-6,6% par rapport à 2002). Cette évolution s'explique, entre autre, par l'acquisition d'une unité de production de minéraux pour abrasifs au Brésil en octobre 2002 et par la réduction progressive des activités de négoce de minéraux réfractaires aux Etats-Unis.

A périmètre et changes comparables, les ventes progressent de +0,7% sur la période grâce principalement à l'amélioration du couple prix/mix produits.

Minéraux pour réfractaires

► volumes en légère progression, en particulier dans l'andalousite qui trouve de nouvelles applications en dehors de la sidérurgie, et légère

Terre Cuite France

Croissance significative des volumes notamment dans les produits de couverture et nouvelle amélioration du mix produits grâce au lancement réussi de nouveaux produits tant dans la brique (produits rectifiés) que dans la tuile et les accessoires de couverture.

Terre Cuite International

Activité contrastée en volumes (difficile au Portugal, bonne dans les tuiles en Espagne) avec une amélioration du mix produits.

Distribution & Ardoises

Stabilité de l'activité de distribution de produits de couverture et poursuite de sa stratégie de croissance par création d'agences et acquisition de négociants.

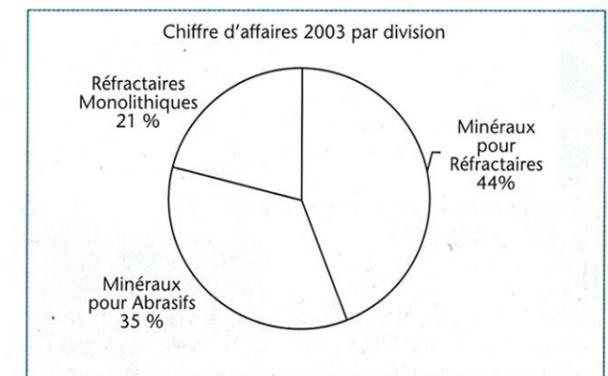
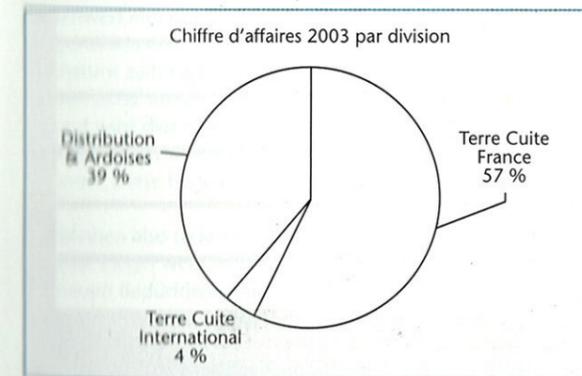
Tableau 1: Commentaires par branche d'activités

| | 2003 [en millions d'euros] | 2002 [en millions d'euros] | Variation [%] |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Chiffre d'affaires | 2 729,2 | 2 862,6 | -4,7 % |
| Minéraux de Spécialités | 763,0 | 829,0 | -8,0 % |
| Pigments pour Papier | 748,6 | 802,9 | -6,8 % |
| Matériaux de Construction | 652,1 | 620,8 | +5,0 % |
| Réfractaires & Abrasifs | 593,7 | 635,4 | -6,6 % |
| Holding & Éliminations | (28,2) | (25,5) | n.s. |
| Résultat d'exploitation | 371,7 | 361,5 | +2,8 % |
| Minéraux de Spécialités | 79,5 | 78,9 | +0,7 % |
| Pigments pour Papier | 96,9 | 90,8 | +6,8 % |
| Matériaux de Construction | 130,2 | 121,5 | +7,2 % |
| Réfractaires & Abrasifs | 82,4 | 84,9 | +2,9 % |
| Holding & Éliminations | (17,3) | (14,6) | n.s. |

Branche Matériaux de Construction (24 % du chiffre d'affaires du Groupe)

Après le creux enregistré au cours de l'exercice précédent (-7% par rapport à 2001) et malgré des conditions climatiques difficiles en début d'année, le marché français des tuiles en terre cuite a progressé de +3% en 2003. L'activité rénovation - représentant environ 60% des volumes de vente de tuiles en terre cuite - a connu un fort dynamisme, l'activité de construction individuelle

au détriment du béton. L'environnement a été contrasté dans la péninsule ibérique, avec une bonne tenue de l'activité en Espagne et un marché dégradé au Portugal. Le chiffre d'affaires, en hausse de +5,0% par rapport à 2002, s'établit à 652,1 millions d'euros. Hors effets de périmètre (+1,8%, correspondant aux acquisitions réalisées au cours des deux derniers exercices), la croissance de la branche ressort à +3,3%. En mars 2003, les activités tuiles, briques et conduits de fumée en terre cuite des



amélioration du couple prix/mix produits.

Minéraux pour Abrasifs

► activité difficile en volume, dont l'impact a pu être partiellement compensé par la poursuite du développement de produits à forte valeur ajoutée.

Réfractaires Monolithiques

► bonne tenue de l'activité en Europe, notamment

dans les débouchés en dehors de la sidérurgie (ciment, aluminium, production d'énergie, etc.) qui représentent près de la moitié du chiffre d'affaires de la division.

Le résultat d'exploitation s'établit à 82,4 millions d'euros et enregistre une baisse limitée sur la période (-2,9%). En Europe, pour optimiser sa structure com-

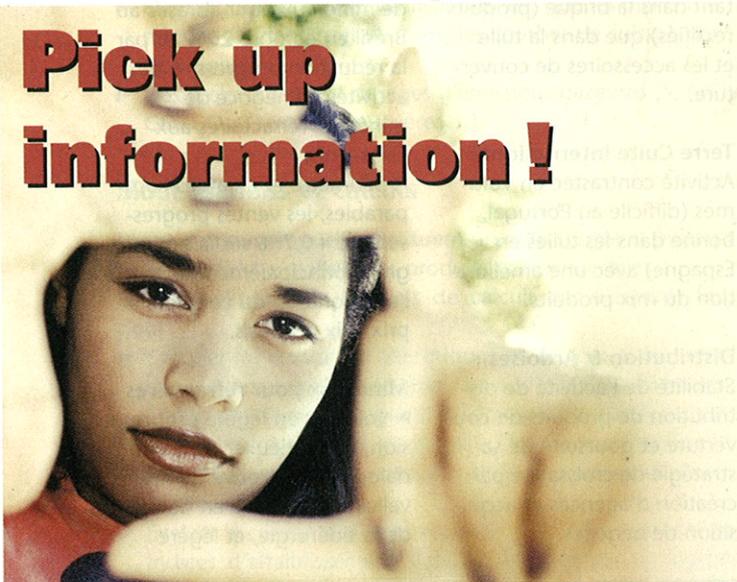
merciale, une joint venture (50/50) a été créée en août entre Imerys et la société Europe Commerce pour la commercialisation en Europe de l'intégralité des matières premières réfractaires produites ou vendues par les deux partenaires. Les investissements industriels de la branche sont de 11,9 millions d'euros en 2003, en baisse par rapport à 2002 (19,8 millions d'euros).

Ressources Humaines

A fin décembre 2003, les effectifs du Groupe sont de 13 802 (contre 14 594 à fin décembre 2002).

Imerys
Communication Financière
Tour Maine Montparnasse
33, avenue du Maine
F-75755 Paris Cedex 15
Tel.: +33/145 38 37 76
Fax: +33/145 38 71 24
www.imerys.com

Pick up information !



Test it!

Please send me the next issue of the trade magazine 'ZI Brick and Tile Industry International' without obligation and free of charge.

This address is:

- the company address
- my home address (please mark with a cross)

Company _____

Development _____

First name _____

Last name _____

Position _____

Trade _____

Number of employees _____

Street _____

Country/Post Code/Town _____

Phone _____

Fax _____

Email _____

We have the content !



bau|||verlag
We give ideas room to develop

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Str. 55
33311 Gütersloh · Germany
Tel. +49 / 52 41 / 80-9 08 80
Fax +49 / 52 41 / 7 30 55
www.bauverlag.de
leserservice@bauverlag.de

We will store your data within the Springer Science+ Business Media GmbH and affiliated companies in order to maintain regular communication with you.

2004ZIA02PO