

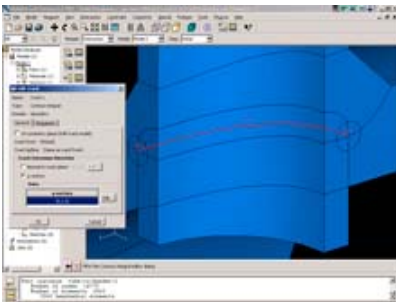
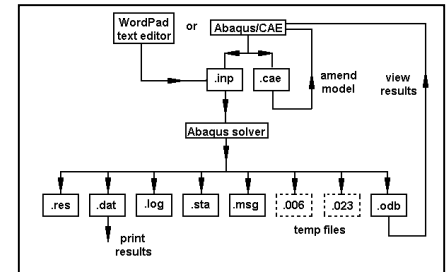


## Un outil particulier, la modélisation numérique :

Son parc expérimental unique en Europe permet à **ICAR** de proposer plus de **150** prestations pour la caractérisation des matériaux céramiques et réfractaires.

Cette offre de caractérisation comprend aussi bien l'aspect physique (densité apparente, résistance à l'abrasion), thermique (conductivité thermique), mécanique (module d'Young, résistance en compression) que l'aspect thermomécanique (affaissement, fluage...). Elle répond au **besoin** du fabricant (contrôle de fabrication), de l'entreprise de fumisterie (contrôle de mise en oeuvre), mais aussi à celui de l'utilisateur, dans le cadre d'un contrôle de réception ou d'une demande d'expertise suite à incident.

Il arrive cependant que la seule activité « caractérisation » ne puisse pas totalement couvrir les attentes des acteurs du réfractaire, notamment dans le cas d'une **aide à la conception**. En effet, lorsque le fabricant ou l'utilisateur est dans une démarche d'innovation ou d'amélioration de produit, le seul recours à une entreprise purement empirique se révèle prohibitif, tant en coût de fabrication des multiples versions d'essais des produits test, qu'en durée de réalisation. C'est dans cette optique de gain de temps et de matière que **l'outil numérique de simulation** a été créé. Ainsi, ICAR s'est doté d'un des logiciels de modélisation les plus performants et appréciés dans l'industrie qu'est **ABAQUS**.



### Le principe

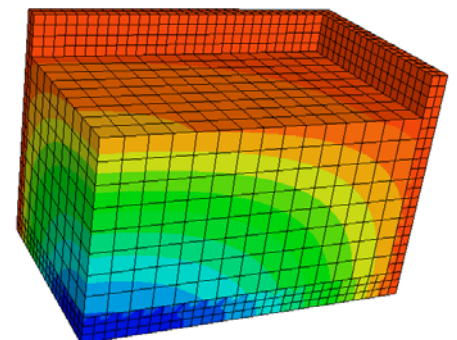
Un tel logiciel s'appuie sur la **méthode des éléments finis**. Cette méthode permet de résoudre de manière **discrète** un problème en deux ou trois dimensions, dont on cherche une solution approchée « suffisamment » fiable. La discrétisation étant faite, diverses conditions aux bords – **les conditions aux limites** – auxquelles s'ajoutent les conditions de **chargement**, permettent d'assurer existence et unicité à la solution. La **discrétisation** passe par la définition d'un maillage du domaine en fragments : **les éléments finis**. Ces fragments, qui peuvent être de formes diverses, doivent former un pavage de l'espace considéré. Usuellement les éléments finis dérivent du motif triangulaire ou rectangulaire.

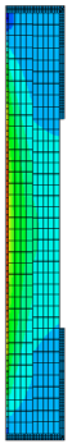
### ABAQUS dans l'industrie réfractaire

La version « **Standard** » d'ABAQUS est un outil d'aide à la résolution numérique de quantités de types de problèmes, qu'ils s'agissent de mécanique des structures, de thermique, d'électricité ou encore de diffusion de masse. L'industrie réfractaire – au sein de laquelle la température joue un rôle prédominant – est évidemment fortement demandeur de modélisation **thermique** ou encore **thermomécanique**.

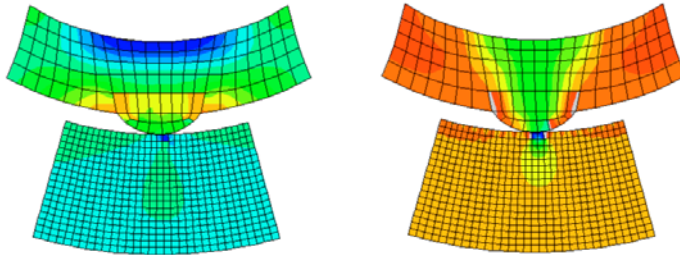
Le recours au **module thermique** permet, à partir de la géométrie et de la nature des matériaux constitutifs du système confronté aux hautes températures, de fournir le champ des températures en tout point du système, que le chargement soit connu sous forme de température du composant chaud, sous forme de vitesse et température des fluides en contact, ou sous forme de flux.

Dans le cadre d'une **problématique de cuisson industrielle** de chargement céramique pulvérulent, une étude de simulation thermique a été engagée. De façon à alimenter le modèle thermique, une campagne de caractérisation des matériaux constitutifs a été réalisée, ainsi qu'une cuisson en laboratoire **instrumentée thermiquement**. Un premier modèle numérique a été proposé, puis il a été enrichi de façon à reproduire les profils thermiques enregistrés en différents points du système d'étude. Muni des champs thermiques corrélés en chaque instant de la cuisson, il a été possible d'évaluer les **contraintes thermiques** résultantes au moyen d'une étude mécanique statique, et donc de proposer une **optimisation géométrique** minimisant ces contraintes.





Le **module mécanique** permet, lui, de fournir le champ des contraintes et le champ des déformations au sein du système étudié. Le chargement mécanique – sous forme de pression, force ou contact entre deux solides – peut être **statique** (pas d'influence de l'inertie du système) ou encore **dynamique** (module IMPLICIT), dans le cas d'étude de chocs ou d'impacts.



A partir de la gauche:

Photo 1 : Contraintes thermiques au sein d'un système multi-composants échauffé par passage d'un courant électrique.

Photos 2 et 3 : Optimisation géométrique du contact mécanique entre le patin d'un colis et son conteneur.

**Vous souhaitez en savoir plus... CONTACTEZ-NOUS...**

## Bibliographie :

Cette sélection de publications est issue de la Veille Technologique exercée par le Service Documentation de la SFC (Société Française de Céramique). Pour plus d'information sur ces produits documentaires de Veille Scientifique, Technique ou Concurrentielle : bulletin de Veille Mensuel, Veilles spécifiques ciblées, accès à la base de données de Veille "CeramBase", contacter la SFC à l'adresse : [soc.fr.ceram@ceramique.fr](mailto:soc.fr.ceram@ceramique.fr)



-VALENZUELA F.A.O., BRANDT C., LOPES D.A.A., et-al

**Caractérisation d'un béton réfractaire projeté sur un revêtement d'alumine** (Caracterizaçao de concretos refratarios projetaveis para o revestimento de calcinadores de alumina)

Cerâmica, vol.329, n°54, 01-03/2008, p.29-37, PORT. **Mots Clés** : Béton réfractaire, alumine, propriétés thermomécaniques.

-DENG Y.Y., WANG H.Z., ZHAO H.Z.

**Influence de sols de chrome sur les propriétés des réfractaires de magnésie-chrome soumis à l'imprégnation par vapeur** (Influence of chrome-bearing sols vacuum impregnation on the properties of magnesia-chrome refractory)

Ceramics International, vol.34, n°3, 2008, p.573-580, ANG. **Mots Clés** : Réfractaire magnésie-chrome, résistance corrosion.

-BRAULIO M.A.L., MILANEZ D.H., SAKO E.Y., et-al

**Bétons réfractaires avec dilatation contrôlée pour hauts fourneaux** (Concretos refratarios engenheirados com expansao controlada para painelas de siderurgia)

Cerâmica, vol.329, n°54, 01-03/2008, p.1-6, PORT. **Mots Clés** : Béton réfractaire, spinelle, dilatation.

-POSARAC M., DIMITRIJEVIC M., VOLKOV-HUSOVIC T., et-al

**Détermination de la résistance au choc thermique des matériaux composites de carbure de silicium/cordierite en utilisant des méthodes d'essai non destructives** (Determination of thermal shock resistance of silicon carbide/cordierite composite material using nondestructive test methods)

Journal of the European Ceramic Society, vol.28, n°6, 2008, p.1275-1278, ANG. **Mots Clés** : Carbure de silicium, cordierite, résistance aux chocs thermiques.

-GOKCE A.S., GURCAN C., OZGEN S., et-al

**L'effet d'anti-oxydants sur le comportement à l'oxydation des briques réfractaires de magnésie-carbone** (The effect of antioxidants on the oxidation behaviour of magnesia-carbon refractory bricks)

Ceramics International, vol.34, n°2, 2008, p.323-330, ANG. **Mots Clés** : Réfractaire magnésie carbone, antioxydant.

## Formations à venir :

Du 30 septembre au 3 octobre 2008 à Moncel-lès-Lunéville

**Les matériaux réfractaires : généralités.**

Du 17 au 21 novembre 2008 à Moncel-lès-Lunéville

**Tenue en service et traitement des réfractaires usagés.**

**Et toujours la possibilité de réaliser des stages intra-entreprises tout au long de l'année ...**

**Vous souhaitez avoir de plus amples informations...**

**CONTACTEZ-NOUS...**



## Journées Spécialisées Réfractaires



Les produits réfractaires sont indispensables aux industries travaillant avec des procédés à hautes températures : Métallurgie d'élaboration, Verrerie, Pétrochimie, Incinération de déchets, Cimenterie, Industries Céramiques, Fonderie, ...

Ces différents secteurs cherchent à optimiser la productivité et la fiabilité des outils, améliorer la qualité des productions et augmenter la sécurité des personnes et des équipements. La réalité industrielle est complexe. L'étude des problèmes de comportement des revêtements réfractaires en service repose sur la connaissance de ces matériaux, sur leur tenue face à des sollicitations thermiques, chimiques, mécaniques, sur les modélisations qui peuvent en être faites...

**Ces journées Spécialisées Réfractaires, organisées par ICAR, sous l'égide du GFC, se tiendront les 23 et 24 septembre 2008 à Lunéville (54) avec la participation de Nancy Université (INPL et UHP).**

Elles ont pour but de mettre en évidence et de renforcer le partenariat entre industries et recherche universitaire. Le programme associe des conférences ciblées sur une problématique industrielle avec des conférences et des communications présentant des résultats de recherche appliquée.

Afin de favoriser encore plus les rencontres et échanges au sein de la communauté professionnelle et scientifique concernée par les matériaux haute température, un espace sera disponible pour des stands industriels et universitaires. Les entreprises pourront exposer des produits et matériels, et les laboratoires proposer leur offre d'expertise et de recherche appliquée.

### -Les thèmes des sessions

- Comportement thermomécanique des réfractaires
- Modélisation
- Corrosion et durabilité
- Techniques innovantes de caractérisation
- Nouveaux matériaux.

### -Conférenciers Invités

- J.Poirier : « Pathologie et traitement thérapeutique des céramiques réfractaires »
- C. Gault : « Le programme DRUIDE : Durabilité des Réfractaires Utilisés dans l'Incinération des Déchets »
- M. Boussuge : « Approche micro-macro du comportement thermomécanique des réfractaires électrofondus »
- N. Kreuels : « Positionnement des produits réfractaires européens par rapport à la concurrence »
- M. Rigaud : « L'éducation et la recherche en réfractaires : la raison d'être de la FIRE »



Le château de Lunéville

**Inscription :** -Date limite : 15 septembre 2008

-L'inscription comprend les actes du colloque ainsi que les deux déjeuners et le dîner de gala le 23 septembre au soir. (Information sur les inscriptions par téléphone au 03 83 76 39 39)

**Tarifs :**

-Inscription	Plein tarif	200 €
	Etudiant	100 €
-Pour un stand d'environ 9m <sup>2</sup> :		500 € (inscription d'une personne comprise)

Contact au secrétariat des Journées Réfractaires :

Mme Corinne SOCCHI par mail ([socchi.icar@ceramique.fr](mailto:socchi.icar@ceramique.fr)), ou aux coordonnées ci-dessous

