

Zeitschrift: Revue économique franco-suisse
Herausgeber: Chambre de commerce suisse en France
Band: 68 (1988)
Heft: 3

Artikel: L'industrie française des céramiques structurales
Autor: Deberdt, Dominique
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-887287>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'industrie française des céramiques structurales

Dominique Deberdt,
Responsable de la division Matériaux Avancés,
Ministère de l'Industrie
et de l'Aménagement du Territoire, Paris

Les besoins en technologies modernes remettent au premier plan de l'actualité des matériaux très anciens : les céramiques. Le grand public connaît la vaisselle céramique ou encore les utilisations dans le bâtiment : tuiles et briques, sanitaire, carreaux de sol. Dans le domaine industriel, les emplois classiques des céramiques sont les réfractaires de sidérurgie, les isolants électriques ou les bougies d'allumage. Mais, à côté de ces débouchés, de nouveaux domaines se sont ouverts pour des céramiques dites techniques qui répondent à des exigences spécifiques de plus en plus sévères et requièrent des matières premières rigoureusement contrôlées, presque toujours d'origine chimique.

Les céramiques : des matériaux modernes

Les applications existantes et potentielles des céramiques techniques sont nombreuses et remarquablement diverses. Les usages électroniques représentent aujourd'hui la plus grande partie du marché avec les boîtiers et substrats, les condensateurs, les ferrites, les dispositifs piézo-électriques, etc. Mais les céramiques sont déjà employées comme matériau de structure dans de nombreuses applications :

- pièces mécaniques telles que bagues d'étanchéité, buses de pulvérisation ou de soudage, guide-fils, roulements, pièces d'usure-frottement, etc. ;
- outils de coupe ;
- tubes d'échangeurs thermiques, intérieurs de fours, creusets ;
- supports de catalyseurs ;
- blindages ;
- biocéramiques : prothèses, implants dentaires.

Le marché mondial est difficile à évaluer dans la mesure où les chiffres disponibles varient très sensiblement selon les sources et les définitions retenues. On peut, sous ces réserves, avancer une estimation de 1,7 milliard

de dollars pour l'année 1988. Le marché mondial des céramiques structurales devrait connaître d'ici à l'an 2000 une croissance annuelle de 10 à 12 %.

Perspectives de développement

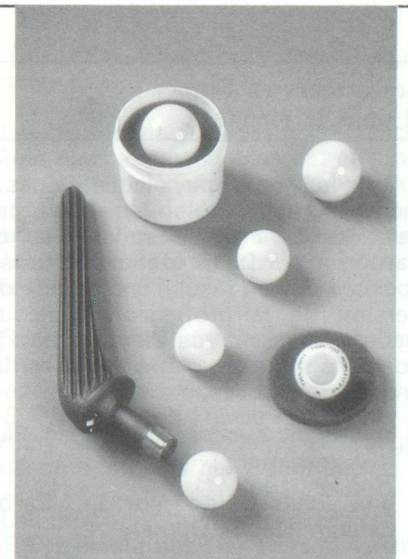
L'industrie est loin d'avoir tiré tout le parti possible des propriétés des céramiques techniques. Le développement de ces matériaux passe en général par la mise en cause de la conception du système dans lequel ils entrent : combustion ou échappement d'un moteur automobile, turbine à gaz, dispositif de coulée continue de métaux, etc. Il faut donc un dialogue continu entre le céramiste et le fabricant de systèmes. Le premier y apporte sa connaissance des caractéristiques du nouveau matériau, de ses propriétés d'emploi et de ses méthodes de production ; le second sa connaissance des fonctions à remplir et des contraintes à respecter. Le succès dépend d'une bonne synthèse, en tout cas d'un bon compromis, entre ces deux ordres d'exigence.

Les pièces céramiques structurales courantes sont actuellement surtout réalisées à partir d'alumine. Cependant depuis une quinzaine d'années, les efforts se poursuivent pour mettre au point des matériaux céramiques ther-

mo-mécaniques, c'est-à-dire à hautes performances mécaniques et susceptibles de remplacer les métaux pour la réalisation de pièces sollicitées à des températures élevées. Le nitrure de silicium, les sialons, le carbure de silicium, la zircone et la cordiérite, qui sont déjà utilisés dans quelques applications, sont aujourd'hui les matériaux les plus étudiés pour ces développements.

Les véhicules de transport terrestre constituent une des principales motivations des développements engagés. L'introduction de céramiques dans les moteurs thermiques a pour objectif une amélioration sensible du rendement assortie d'un important gain de poids et d'une simplification mécanique par suppression du circuit de refroidissement. Les propriétés des céramiques s'accompagnent cependant d'un inconvénient majeur, leur fragilité : il faut donc les améliorer en ce domaine et surtout s'accommoder de cette fragilité en la prenant en compte lors de la conception, de la fabrication et de l'emploi de la pièce. La simple substitution d'une pièce céramique à une pièce métallique est vouée à l'échec : c'est sinon la conception du moteur que le matériau oblige à revoir, au moins une reconception locale qui est nécessaire d'où l'intérêt tout particulier des grands constructeurs automobiles pour ces matériaux.

L'industrie automobile pourrait donc représenter pour les céramiques techniques un marché très important mais il ne s'agit pour le moment que d'une activité potentielle, aléatoire tant en volume qu'en échéance. Il faudra attendre l'industrialisation des pièces, à peine amorcée sur quelques pré-séries au Japon, pour s'assurer que, sur le plan



Prothèses réalisées
en matériaux céramiques.
(Photo : Céramiques
Techniques Desmarquest).

économique, ces matériaux sont compétitifs. De nombreux problèmes techniques restent à résoudre, en particulier le contrôle non destructif des pièces et la liaison céramique-métal. Cependant l'enjeu est de taille car l'expérience acquise en commercialisant très tôt des produits contenant des céramiques structurales malgré leurs limitations et les risques associés à leur mise en œuvre, permettrait aux céramistes qui auraient réussi de posséder un avantage important au moment de la commercialisation à grande échelle.

Les propriétés des matériaux thermo-mécaniques ont d'ores et déjà commencé à leur ouvrir d'autres applications, parfois en concurrence avec les produits céramiques actuels. Parmi ces développements, on peut citer les **outils de coupe**, les **échangeurs de chaleur**, l'anti-corrosion (chimie, industrie du verre), les blindages et, d'une manière plus générale, un ensemble très divers de **pièces techniques industrielles**. Par exemple les industries métallurgiques, en particulier pour l'élaboration ou la fonderie d'alliages spéciaux, utiliseront de plus en plus des creusets, des filtres à métaux liquides, des noyaux de fonderie réalisés en matériaux céramiques.

Les composites céramiques, quant à eux, ont un marché potentiel d'autant plus difficile à évaluer que ces matériaux ne sont pas encore véritablement définis ni les procédés de fabrication bien établis. Cependant de premiers débouchés pourraient être trouvés assez rapidement dans l'industrie aéronautique, pour laquelle ont été réalisées des pièces de démonstration. Des produits moins ambitieux mais de moindre coût pourraient ouvrir par la suite le secteur du transport terrestre à ces matériaux.

Les acteurs en France et dans le monde

Dans les grands pays industrialisés, le marché et les développements potentiels des céramiques structurales ont paru attractifs à de nombreuses sociétés et il en résulte une grande dispersion de la profession. Quelques leaders émergent actuellement mais les positions sont loin d'être acquises. Les principaux intervenants sont :

- au Japon : Kyocera, NGK Spark Plug, NGK Insulators ;
- aux États-Unis : Norton, Carborundum, Coors, Corning ;
- en Europe : CeramTec (Hoechst), Feldmühle, Morgan.

L'industrie française peut prétendre jouer un rôle important dans ce secteur.

Définitions des céramiques

Les céramiques sont des matériaux inorganiques et non métalliques cristallisés ou non généralement obtenus par frittage, c'est-à-dire par un traitement à haute température qui densifie et consolide la poudre préalablement compactée et mise en forme.

Les céramiques techniques, ainsi appelées par opposition aux céramiques traditionnelles, sont des matériaux à haute performance qui trouvent des applications comme matériaux de structure ou comme matériaux physiquement actifs présentant des propriétés optiques, électriques ou magnétiques. Elles se distinguent encore des céramiques classiques par les matières premières nécessaires à leur élaboration : la fabrication des céramiques techniques requiert des poudres d'origine chimique, bien définies (notamment du point de vue de leur morphologie et de leur granulométrie) et d'un haut degré de pureté.

L'emploi de céramiques comme matériaux de structure tient à leur rigidité allée à d'autres caractéristiques telles que leur légèreté, leur réfractarité, leur inertie chimique, leur porosité ou leurs propriétés tribologiques.

Leur inconvénient majeur est le comportement fragile qui ne permet pas d'admettre, dans les pièces céramiques, des contraintes localement très élevées que la déformation plastique résorberait dans une pièce métallique. Cependant l'intérêt que les céramiques présentent du fait de leur faible conductibilité thermique, de leur stabilité en température ou de leur résistance à l'usure justifie leur emploi dans les applications mécaniques, ce qui est possible à condition de tenir compte de la spécificité de ces matériaux dans la conception des pièces ou même de l'architecture des systèmes.

Lorsque le défaut de mauvaise tenue aux chocs thermique et mécanique est rédhibitoire, il peut être fait appel à des composites céramiques constitués de renforts réfractaires, fibres ou trichites (whiskers), liés par une matrice céramique. Ces composites permettent d'augmenter la résistance à la fatigue, de privilégier les directions d'effort les plus sollicitées et d'améliorer la résistance au choc thermique et mécanique, la tenue à l'entaille et à la propagation des fissures.

A la faveur de plusieurs reclassements qui se sont opérés ces dernières années, quelques groupes industriels ayant une vocation dans le domaine des matériaux ont pris position et affirmé leur intention de participer au développement des céramiques :

- Péchiney, avec Céramiques Techniques Desmarquest (acquis en 1984) et, pour les poudres, Criceram et la division Ceratech d'Aluminium Péchiney ;
- Rhône-Poulenc, qui s'intéresse aux poudres céramiques en tant que chimiste, a fait en 1985 l'acquisition de Céramiques et Composites et a pris une participation dans le capital de Baïkowski Chimie, spécialiste des poudres de haute pureté ;
- Saint-Gobain, en reprenant la société allemande Stettner en 1987, a fait du même coup l'acquisition de C.I.C.E.

et d'Isolantite qui viennent renforcer les compétences déjà présentes chez S.E.P.R. ;

- la Société des Céramiques Techniques, ancienne division de Ceraver, a été reprise en 1986 par le groupe américain Alcoa.

D'autre part l'Aérospatiale et la S.E.P. poursuivent une démarche qui consiste à partir de leur expérience dans le domaine des composites carbone-carbone pour acquérir la maîtrise de l'élaboration de composites céramiques, où leur compétence se situe au meilleur niveau mondial. La fibre de carbure de silicium aujourd'hui utilisée est d'origine japonaise mais Rhône-Poulenc a engagé un important programme de développement dont l'objectif est la mise au point et la production d'une fibre de caractéristiques supérieures. ■