

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 115 (1989)
Heft: 4

Artikel: Evolution des matériaux et information
Autor: Chopard, Rémy
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76887>

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: 24.04.2025

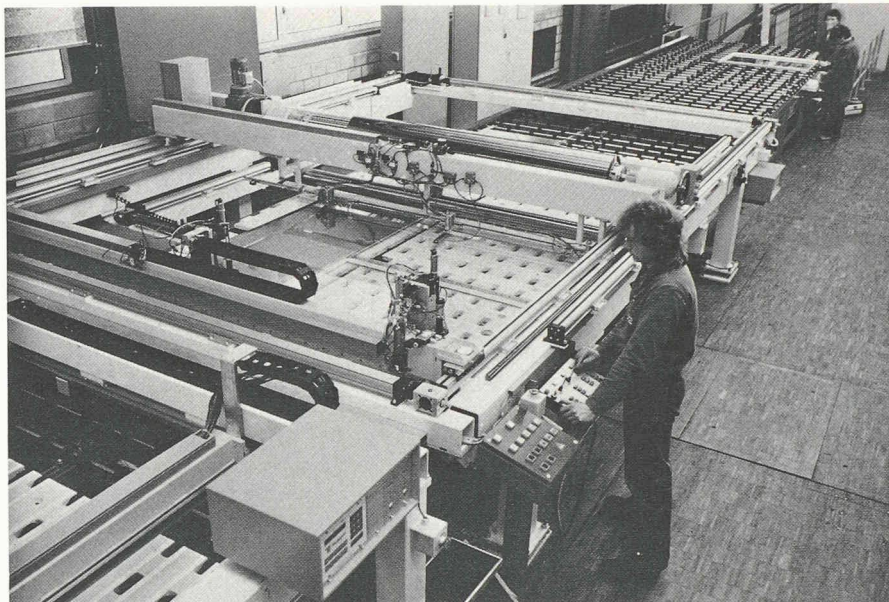
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La compatibilité des matériaux

Cette technique de fabrication fait appel à de nombreux composants et matériaux tels que matières plastiques, métaux et produits chimiques. Si chaque élément pris séparément est connu, leur interaction ne l'est pas toujours. Ainsi, le problème majeur en ce domaine est la compatibilité des matériaux. Une recherche approfondie et des tests de longue durée ont permis de vérifier cette compatibilité et autorisent la mise sur le marché d'un produit de qualité.

Conclusion

La recherche entreprise, il y a dix ans déjà, pour tirer les leçons des premières crises de l'énergie et suivre le progrès technique des autres domaines de la construction a donné naissance au système de vitrages et façades à haute isolation thermique HIT. Cette recherche trouve aujourd'hui son aboutissement dans la mise en place d'une chaîne de production. L'entrée de la haute technologie dans ce domaine autrefois artisanal a révolutionné les procédés de fabrication et influencé la conception même des bâtiments.



Adresse de l'auteur :
Pierre-Olivier Cuche
Fondé de pouvoir
Geilinger SA
Entreprise d'ingénierie
et de construction métallique
1052 Le Mont-sur-Lausanne



Cet article nous a été soumis par le Groupe romand des ingénieurs de l'industrie.

Les avis qui y sont exprimés n'engagent que leur auteur et ne reflètent pas forcément ceux du Groupe des ingénieurs.

Evolution des matériaux et information

De la préhistoire à nos jours, la maîtrise des divers matériaux, les uns après les autres, a jalonné l'histoire de l'humanité. A l'âge de la pierre, puis du bronze et du fer, les matériaux ont été au cœur des mutations technologiques.

PAR RÉMY CHOPARD,
NEUCHÂTEL

ques. Ils y sont encore aujourd'hui et plus que jamais car, dans tous les domaines industriels, les progrès technologiques et la production sont fortement liés aux matériaux choisis. Que ceux-ci soient traditionnels ou nouveaux, ils nécessitent une intensification de la recherche, aussi bien pour une meilleure connaissance de leur structure, donc de leurs propriétés, que pour leur élaboration ou leur transformation.

Des grands secteurs d'activité (mécanique, chimie, électronique, biologie, bâtiment, etc.), aucun ne peut s'arroger le monopole de la connaissance en sciences des matériaux ni, a fortiori, l'ignorer. Les céramiques modernes

offrent un bon exemple pour illustrer ce propos : elles trouvent actuellement des applications aussi bien en électronique (composants actifs ou passifs), en électrotechnique (supraconducteurs), en optique spéciale, en mécanique (aéronautique, automobile, armement) qu'en chirurgie ou en agronomie, etc. Mais les céramiques nécessitent, pour leur conception ou leur caractérisation, des connaissances physico-chimiques approfondies ; pour leur élaboration, une maîtrise relevant de la chimie fine la plus sophistiquée ; et pour leur mise en forme, des techniques issues de la physique du solide (frittage, compaction isostatique, etc.). Mais pourquoi dans tous les milieux se préoccupe-t-on de matériaux au point que l'on pressent une véritable révolution ?

La prise de conscience d'une révolution

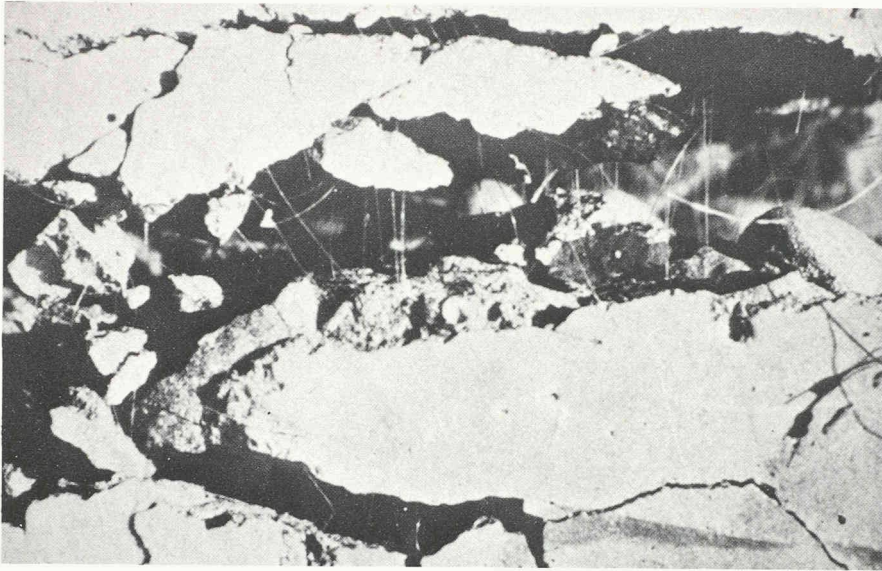
Cette prise de conscience de l'importance des matériaux est relativement récente. Elle a obligé les grandes écoles du monde entier à créer des dépar-

tements matériaux et à former des ingénieurs en matériaux. Quelle est l'origine de cette nouvelle situation ? Trois facteurs au moins peuvent être évoqués.

Premièrement, il est de moins en moins possible de séparer les différents domaines de la science ; il faut faire des recherches multidisciplinaires. Recherche de base, recherche appliquée et application ont lieu simultanément et la mise en commun des connaissances des différents domaines raccourcit le temps entre découverte et application. Il n'est pas rare de voir travailler ensemble un physicien théoricien, un ingénieur matériaux et un ingénieur électronique à la mise au point d'un nouveau dispositif.

Deuxièmement, l'industrie a de plus en plus besoin de matériaux à hautes performances, en particulier en micro-électronique et en aéronautique.

Enfin, les grandes entreprises industrielles productrices de nouveaux matériaux démontrent de plus en plus leurs possibilités de réaliser des matériaux taillés sur mesure. On en est même arrivé à ce que l'élaboration de matériaux en empilant d'une manière contrôlée à 100 % les couches atomiques l'une après l'autre, pour obtenir l'effet désiré, soit devenue une simple routine.



Un matériau nouveau améliore considérablement un matériau traditionnel : béton et fibres synthétiques. (Photo Fibermesh.)

Cette prise de conscience est maintenant bien ancrée dans les milieux scientifiques et techniques et, à travers les médias, le grand public découvre souvent les nouveaux matériaux à l'occasion de performances sportives: Pierre Fehlmann a gagné la course autour du monde à la voile grâce à un bateau réalisé avec les matériaux composites les plus avancés (et évidemment aussi grâce à ses compétences personnelles de navigateur); Alain Prost a eu des ennuis avec ses freins en composite carbone/carbone sous la pluie, dans une course de formule 1; Jeana Yeager et Dick Rutan font le tour du monde sans escale avec un avion pesant moins de 1000 kg à vide, et nous pourrions multiplier les exemples.

Il est vrai que, dans les nouveaux matériaux, les composites prennent une place de plus en plus importante à un point tel que, pour certains, le XXI^e siècle sera l'âge des composites. De quoi s'agit-il?

L'essor des composites

Les composites sont des matériaux formés d'au moins deux corps non miscibles aux structures différentes, dont les qualités individuelles se combinent et se complètent pour donner un matériau hétérogène dont les performances sont améliorées. En associant des fibres de renfort à caractéristiques mécaniques très élevées avec une matrice ductile, facile à mettre en œuvre, de densité faible mais de performances modestes, on utilise un principe naturel que l'on trouve dans le bois, le cuir, etc.

C'est ce principe que nos ancêtres ont également utilisé en construisant des murs en pisé (argile + paille) puis, plus tard, en béton armé. C'est également en partant de la même idée que les

Mésopotamiens fabriquaient, il y a 4000 ans, des kouffas en toile enduite de bitume pour naviguer sur le Tigre. Ces embarcations sont d'ailleurs toujours en usage. C'est aussi la méthode que l'on a retrouvée ensuite dans la fabrication des premiers avions en toile enduite.

Le développement industriel des matériaux composites a réellement commencé lorsque l'industrie chimique s'est mise à fournir en quantités importantes:

- des renforts constitués de fibres de tissus, de bandes, etc., assurant la résistance aux contraintes de traction, flexion, compression, torsion, la résistance aux chocs, l'amélioration des propriétés électriques ou thermiques, etc.; ces matériaux sont d'origine minérale (verre, carbone, bore), organique (aramide, nylon, polyester), métallique (acier, tungstène), ou céramique;
- des matrices qui, si dans plus de 95% des applications, elles sont en résines synthétiques, peuvent toutefois être en carbone, ou métalliques, ou céramiques; elles assurent la liaison des renforts, la résistance mécanique, chimique, etc.

Dès 1880, Edison savait réaliser de petits filaments de carbone pour les lampes à incandescence. Mais pour obtenir des fibres de plusieurs dizaines de mètres, il fallait attendre le prodigieux développement technologique qui suivit la Seconde Guerre mondiale. Citons quelques dates:

- 1940, fabrication industrielle de la fibre de verre aux Etats-Unis
- 1965, fabrication de la fibre de carbone aux Etats-Unis
- 1968, fabrication de la fibre de bore en France
- 1972, apparition des fibres organiques de kevlar aux Etats-Unis.

Dès l'instant où les composants résine et fibre existaient, le développement et les applications des composites plastiques eurent lieu rapidement. Voici quelques dates:

- 1943, Spitfire anglais, essai de fibre textile chanvre/résine phénolique
- 1958, réalisation du premier planeur polyester/fibre de verre, Le Phénix
- 1959, utilisation du polyester armé fibre de verre dans les missiles Martin aux Etats-Unis
- 1960, réalisation des premiers bateaux et des premières pales d'hélicoptères en polyester/fibre de verre
- 1971, utilisation de la fibre de carbone/résine époxyde pour les étages supérieurs de fusées américaines
- 1972, première pièce avion sur F-14 Grumann (Etats-Unis)
- 1973, réalisation en Allemagne fédérale d'un canoë-kayak de compétition en kevlar 49/époxy
- 1974, fabrication de panneaux intérieurs en kevlar 49/époxy et extension en cours aux pièces de raccord aile-fuselage
- 1979, réalisation des 2^e et 3^e étages des fusées MSBS-M4 en kevlar 49/époxy.

Dès le début des années quatre-vingt, les composites allaient faire irruption dans des produits plus grand public, et tout d'abord dans l'industrie automobile - surtout française au début (Citroën-Renault): capots, hayons, pare-chocs, etc. Et ensuite se populariser dans les skis où l'on trouve de la fibre de verre, de carbone et de kevlar, et dans les raquettes de tennis avec un mélange fibre de verre/fibre de carbone.

L'information

Toute nouvelle découverte s'appuie sur les connaissances antérieures acquises, et ces connaissances ont toujours été enregistrées et stockées. Les livres, mémoire du savoir humain à travers les siècles, jouent un rôle important dans l'étonnant roman d'Umberto Eco, *Le Nom de la Rose*. Ce roman montre la fascination que les livres exerçaient sur les érudits du Moyen Age. La bibliothèque est d'ailleurs au cœur de l'abbaye où l'action se déroule.

Tout comme aujourd'hui les ordinateurs sont au centre des entreprises et des administrations. Des ordinateurs capables de gérer des banques de données ou d'accumuler plus de connaissances qu'un cerveau humain ne peut en retenir en toute une vie. Pour couvrir le domaine des matériaux, les banques de données fleurissent dans le monde entier et de nouvelles voient le jour chaque mois.



L'aviation très souvent à la pointe du progrès. Vickers-Supermarine Spitfire, type sur lequel on a pour la première fois expérimenté un composite. (Photo IAS.)

Il existe de grandes banques de données, relativement générales, comme par exemple :

- *Metadex*, produite par l'American Society for Metals et l'Institute of Metals, qui enregistre depuis 1966 toute la littérature internationale (publications scientifiques et techniques, rapports, brevets, thèses) tirée de plus de 2000 journaux et périodiques et couvrant tout ce qui se passe dans les métaux, alliages et revêtements, ce qui représente actuellement plus de 750 000 documents (et l'accroissement est de 4000 à 5000 par mois);
- les *Chemicals Abstracts* couvrent tous les domaines de la chimie depuis 1967; le nombre de documents accessibles à ce jour est de plus de 8 millions et s'accroît d'environ 30 000 par mois.

Nous pourrions en citer bien d'autres encore comme *Rapra* qui concerne les composites, plastiques, polymères et adhésifs ou les *Ceramics Abstracts* produits par l'American Ceramic Society. A côté de ces grandes banques de données peu orientées vers l'application, on en trouve d'autres, plus spécifiques à une activité industrielle ou à un domaine particulier, comme :

- *Glassfile* qui enregistre tout ce qui concerne la physique, la chimie, la fabrication ou l'application du verre
- *Worldsurface Coating Abstracts* qui couvre tout ce qui concerne les revêtements par peinture
- *Weldasearch* consacré à tous les problèmes de soudage
- *Worldaluminium Abstracts*, le monde de l'aluminium de l'extraction à l'application

et cette liste est loin d'être exhaustive. Enfin, des banques de données plus modestes mais en général très pratiques sont aussi accessibles, comme par exemple :

- *Vulcain* qui donne les conditions d'usinage de plus de 1500 matériaux habituels
- *Engin-Plast* qui donne les caractéristiques de plus de 3500 plastiques recensés dans le monde entier.

Centredoc, société spécialisée dans la recherche d'informations, a accès à plus de 2000 banques de données, couvrant une multitude de domaines spécialisés sous leurs aspects les plus divers, dont évidemment toutes celles citées ci-dessus. En plus, dans le domaine des nouveaux matériaux, elle s'est acquise une compétence qui lui a permis de créer, depuis bientôt deux ans, un service Infomat (Informations dans le domaine des matériaux et revêtements), qui a la particularité de signaler chaque mois, aux industriels qui y sont abonnés, les publications et brevets susceptibles d'avoir une influence sur leurs propres activités. Cette approche, destinée aux industriels de la microtechnique et de la micromécanique, est unique et originale.

Il est clair que, devant la prolifération des banques de données et l'importance qu'ont prise les matériaux, plusieurs gouvernements ont débloqué des fonds importants aussi bien au Japon qu'aux Etats-Unis et au sein de la Communauté économique européenne, pour mettre au point des systèmes experts qui puissent aider l'ingénieur à trouver ce qu'il cherche dans le foisonnement de toutes ces banques de données. Actuellement, il faut être

à la fois ingénieur et spécialiste en recherche documentaire pour trouver les documents pertinents qui traitent d'un problème très particulier.

Conclusion

Une solide maîtrise des matériaux représente actuellement un passage obligé pour faire face aux exigences des nouveaux produits et, même s'il y a de la place pour tous, les grands groupes que sont les matériaux métalliques, plastiques, céramiques et composites se livrent les uns aux autres une véritable guérilla dans les secteurs industriels importants que sont l'aéronautique, l'automobile, l'électronique et les produits de consommation; et, pour l'avenir, on a peine à imaginer les bouleversements qui auront encore lieu, avec par exemple les supraconducteurs à haute température.

Les nouveaux matériaux, bien qu'ils ne représentent actuellement que moins de 5% du marché des matériaux, ont potentiellement un tel avenir que l'enjeu économique, dans tous les domaines, est énorme.

Pour illustrer ce fait, citons un exemple. Les composites carbone/carbone sont très légers, ont une résistance mécanique importante jusqu'à 2200°C. En remplaçant les matériaux traditionnels des freins d'un Boeing 747-400 par des composites carbone/carbone, on économise 30% de poids, soit environ 50 kg par roue. Quand on sait qu'il y a 16 roues sur cet avion, cela fait environ 800 kg d'économisés. Bien sûr, ces composites sont actuellement très chers, mais si on considère que pour chaque réduction de poids de 1 kg on économise 1000 francs sur le carburant nécessaire à un avion long-courrier, on imagine aisément que le bilan global est en faveur des composites. Toutes ces considérations montrent bien l'enjeu qui est derrière le développement des nouveaux matériaux et, pour les industriels, la nécessité absolue, s'ils ne veulent pas rater un virage important, de s'informer. Pour cela les moyens existent et ils se perfectionnent aussi.

Adresse de l'auteur :
Rémy Chopard, ing. SIA
Centredoc
2, rue Breguet
2007 Neuchâtel