

---

# LA RECHERCHE

## l'expérience au "coup par coup" doit céder la place à une exploration rationnelle

---

LOÏK LE FLOCH \*

Les matériaux constituent une des preuves les plus tangibles de l'évolution de l'environnement, évolution dont une cause essentielle est le progrès technologique. Prendre le problème dans son ensemble répond à l'attente d'une vue synthétique du phénomène d'apparition des nouveaux produits. Les conditions dans lesquelles se font les recherches, leurs caractéristiques et les thèmes prioritaires sur lesquels elles portent sont un corollaire essentiel de l'explication envisagée.

Si les consommateurs que nous sommes sont sensibles à l'avalanche d'innovations (en particulier la conquête par les plastiques de certains marchés : emballages, vêtements, mobilier, carrosseries d'automobile...), en revanche nous possédons peu d'indications sur la manière dont ce processus a été engagé au niveau de la recherche ; et nous sommes alors tentés de l'imaginer par deux approches peu réalistes.

La première, c'est de penser à l'établissement d'une « science des matériaux » dans laquelle on pourrait venir puiser toutes les informations sur les utilisations présentes et futures des éléments et de leurs composés ; d'une certaine manière, cette science existe (physique du solide), mais son ambition est beaucoup plus limitée et l'espoir de voir de multiples départements de recherche se rassembler pour fonder un grand complexe « matériaux » est illusoire : c'est en abordant des problèmes divers dans des conditions de recherche et d'industrialisation différentes que la connaissance peut avancer.

La seconde approche reprend, un peu comme la précédente, l'opinion généralement admise qu'un des moteurs principaux de l'innovation est le transfert de connaissances

d'un secteur à l'autre : une sorte de « banque des idées » sur les matériaux permettrait de promouvoir des utilisations diversifiées de produits récemment découverts. Par exemple, nombre de matériaux « plastiques » pourraient connaître un essor dans le bâtiment, mais il n'existe pas de passerelle pour que ce secteur ait vraiment conscience des possibilités qui lui sont offertes.

Cette idée d'une centralisation des connaissances paraît peu adaptée au problème ; si un transfert est indispensable pour développer certains secteurs, il doit porter non seulement sur le matériau lui-même, mais encore sur les méthodes, les procédés de fabrication, d'élaboration...

Il convient donc d'examiner avec attention les conditions dans lesquelles s'effectuent les recherches sur les matériaux et leurs conséquences.

Dans un premier temps, il faut définir ce que l'on entend par matériaux nouveaux. Les matériaux peuvent être nouveaux dans leur constitution (nouvelle famille de polymères, de composites...), dans leurs caractéristiques (caractère de pureté, résistance, qualité de surface...), dans leur mise en œuvre (obtention directe, formage...), ou dans leurs utilisations.

Les recherches qui y conduisent ne sont pas menées par amour de la nouveauté, le moteur en est technico-économique ; on cherche à obtenir soit des caractéristiques techniques de produits indispensables à l'utilisation envisagée (durabilité, tenue aux conditions extérieures, ...) soit un bilan économique plus satisfaisant en abaissant le coût généralisé (légèreté, mise en œuvre...).

Il faut toujours garder à l'esprit qu'il n'y a pas d'art pour l'art dans le secteur industriel, beaucoup de nouveaux

\* Chargé de Mission à la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique

## LA RECHERCHE

plastiques demeurent et demeureront inconnus et inutilisés parce qu'ils ne remplissent aucune des conditions de la compétition.

Selon les domaines et les réalités industrielles, la poursuite des objectifs évoqués se fait différemment.

Plutôt que d'essayer de retracer la vie d'un élément dans ses différentes utilisations comme on l'a fait pour le silicium, nous allons classer les recherches selon leurs motivations propres, sans pour autant être certain d'exprimer tous les objectifs possibles.

Des conditions d'utilisation nouvelles induisent un cahier des charges auquel nul matériau produit industriellement ne peut répondre avec satisfaction (motivation plus technique qu'économique).

### Elles peuvent naître de l'évolution des techniques de pointe :

Ce phénomène est particulièrement évident dans les

secteurs aérospatial et nucléaire. Un avion supersonique comme le « Concorde », compte tenu d'une vitesse et d'un nombre de passagers donnés, imposait la définition d'un nouveau matériau léger très résistant. Les capsules « Gemini » devaient supporter un échauffement considérable lors de leur rentrée dans l'atmosphère sans laisser rôtir leurs passagers; les spectateurs du dernier salon du Bourget ont pu apercevoir une capsule complètement noircie, seule la carapace chauffée au rouge s'est calcinée en isolant de ce fait l'intérieur; évidemment le matériau employé a été mis au point pour cet usage spécifique. On pourrait évoquer des exemples de même type pour les centrales nucléaires, le maniement des isotopes, etc...

### Elles peuvent être accélérées par des changements dans les normalisations :

Ces changements apparaissent possibles après une découverte. Les matériaux plastiques sont en général ins-

---

### L'exemple du silicium,

---

Pour illustrer cela, prenons le cas du silicium .

Numéro 14 dans la classification périodique, le silicium est un des constituants de base de l'écorce terrestre, sous forme de silice ou de silicates; il fait l'objet de recherches dans différents secteurs :

— En électronique, sous forme de cristal très pur, le silicium est un des composants principaux des transistors et des circuits intégrés. Les recherches pour l'obtention plus économique d'une certaine qualité métallurgique sont indispensables, mais également les recherches technologiques sur la mise en œuvre de gros monocristaux, la mise en forme des pastilles, le découpage, le peaufinage. C'est le seul cas où le silicium-matériau est employé car sa production est onéreuse; pour les produits cités ci-dessous, la matière première utilisée est le silice ou les silicates.

— En chimie organique, on produit

des intermédiaires appelés « silanes » dont dérivent les « silicones ». Ces derniers ayant la propriété d'être hydrophobes, des recherches pour des applications neuves de ces lubrifiants sont actuellement menées de façon systématique dans tous les domaines (polish, farts de skis, caoutchoucs...).

— En chimie minérale, la silice est un support actif de catalyseur cependant que les silicates servent de base à l'industrie du verre, des céramiques et des ciments. Les recherches entreprises par les industries et les centres techniques visent à améliorer les caractéristiques des produits existants et à diminuer les prix de revient à tous les niveaux de fabrication.

— En métallurgie, on fabrique des aciers au silicium, magnétiquement perméables, qui entrent dans la composition de bien des matériels électromagnétiques.

Le silicium est donc un élément de

base essentiel dans un grand nombre de matériaux, en évolution constante pourtant. S'il est intéressant d'esquisser une vue globale, ce genre de considération n'a aucun impact au niveau de la recherche : les différents domaines dont nous avons parlé ont leurs besoins, leurs conditions de commercialisation, leurs industries, leurs spécialistes.

Si un trait d'union et une meilleure communication paraissent nécessaires, ce n'est pas au niveau du silicium ni des produits qui s'en servent qu'il faut les chercher, aucune réalité heuristique ou industrielle ne peut le justifier; par contre, dans un contexte déterminé, sur un thème donné, une réflexion d'ensemble sur les matériaux pourrait avoir des conséquences heureuses : par exemple, une action commune pourrait libérer l'industrie électronique de l'obligation d'importer en France des lingots de silicium, de gallium et d'arsenic.

tables aux températures supérieures à 100°. Les recherches de Dupont de Nemours sur des matériaux dits « thermostables » ont permis de reculer cette limite ; on pourrait maintenant envisager pour l'intérieur des avions, utilisateurs de nombreux plastiques, l'établissement de normes de sécurité plus strictes qui donneraient un essor à ces nouveaux matériaux et provoqueraient de nouvelles recherches.

A signaler que le Boeing 747 s'équipe déjà avec quelques uns de ces produits. On peut parfaitement imaginer dans le domaine de la construction que la focalisation sur les « nuisances » entraînera des phénomènes semblables pour les normes acoustiques et thermiques.

### **La recherche fondamentale permet de découvrir des caractéristiques physiques :**

On veut alors trouver de nouveaux matériaux qui ont ces propriétés dans les meilleures conditions économiques. En enregistrant le phénomène électro-magnétique pour la première fois, on a ainsi donné naissance à une nouvelle industrie. Plus près de nous, les semi-conducteurs ont provoqué une révolution comparable. Actuellement la découverte de propriétés électriques particulières pour des matériaux portés à une température voisine du zéro absolu (supraconductivité) donne lieu à des recherches d'un matériau qui aurait ces caractéristiques à une température moins difficile à maintenir, et dont on pourrait concevoir une utilisation réaliste.

Le prix d'un matériau plafonne, on essaie de l'abaisser, puis on recherche un matériau de substitution pour des usages déterminés.

Par exemple, le platine s'utilise comme catalyseur d'un très grand nombre de réactions chimiques. Son prix est déjà très élevé et ne peut qu'augmenter : la demande étant de plus en plus importante et la production à peu près stationnaire. Dans un premier temps, on essaie de trouver des catalyseurs à traces de platine pour en utiliser le moins possible, ensuite des catalyseurs qui ne perdent pas le platine lors de la réaction (catalyseurs frittés), enfin des catalyseurs sans platine.

Le prix de la soie ne pouvait plus guère baisser lorsque le nylon a fait son apparition ; à cause des constituants du matériau (fil, vers à soie...), le prix de revient plafonnait. Cela devait provoquer la mise sur le marché d'un nouveau produit. Ce phénomène historique se répète dans l'industrie textile d'aujourd'hui pour la laine, le coton..., en particulier avec les recherches sur les « non-tissés ».

Au niveau de la fabrication, on peut chercher à valoriser des sous-produits comme en chimie des pétroles, ou à sauter un intermédiaire en obtenant directement les pro-

duits de la phase de mise en œuvre (polychlorure de vinyle par exemple), ce qui entraîne dans le premier cas la mise sur le marché de nouveaux matériaux à bas prix, dans le second un abaissement du prix de revient qui rend un produit de synthèse concurrentiel des matériaux classiques.

Dans des industries comme celles du Bâtiment et des Travaux Publics, les coûts de mise en œuvre sont considérables. Actuellement, on voit mal comment une évolution favorable pourrait être amorcée, et en particulier dans ce que l'on appelle l'industrialisation du bâtiment ; il ne fait aucun doute que des matériaux plus souples à mettre en œuvre détrôneront les produits actuels si on ne trouve pas de solutions rapides à ce problème.

Enfin, au niveau de l'utilisation, les caractéristiques des matériaux existants plafonnent : résistance, cohésion, rigidité, encombrement, poids, qualité et durabilité de la surface, conductivité électrique, résistance à la corrosion, esthétique, thermique, acoustique, pureté... c'est-à-dire qu'une systématisation plus importante ne modifie pas sensiblement le bilan coût-efficacité. Les recherches sont évidemment menées dans deux directions, sur le matériau lui-même, et sur des produits qui pourraient s'y substituer.

Le bois est un matériau de grande diffusion mais la constitution de forêts est un travail de longue haleine. Pour abaisser les coûts, on a tout d'abord fait d'énormes progrès dans la mise en œuvre, puis on a valorisé le sous-produit, la sciure, en faisant de l'aggloméré. D'autres recherches sont en cours, mais des matériaux concurrents entrent en scène : les plastiques pour le mobilier par exemple dont on améliore l'esthétique, le carton pour le même usage en augmentant sa rigidité et sa durabilité.

Quelle que soit désormais la motivation profonde du changement et de l'évolution des matériaux, les recherches se feront de plus en plus sur des produits répondant à des fonctions bien précises. Le « coup par coup » qui a présidé à l'histoire des matériaux disparaîtra peu à peu.

Jusqu'ici, ce phénomène était perceptible dans les secteurs dits de pointe, mais on peut être sûr qu'une extension aux autres secteurs de cette recherche « du » matériau nouveau se réalisera. Une industrie comme celle du Bâtiment, qui consacre peu de moyens à l'innovation et qui continue à utiliser des matériaux classiques, va être transformée lorsque les industries chimiques et métallurgiques vont commencer à mettre au point de nouveaux produits bien adaptés.

La recherche obéit donc à certaines conditions, et, avant d'examiner comment la France se place dans la compétition internationale, nous verrons quels sont les thèmes principaux de recherches sur les matériaux nouveaux aux U.S.A.

L.L.F.