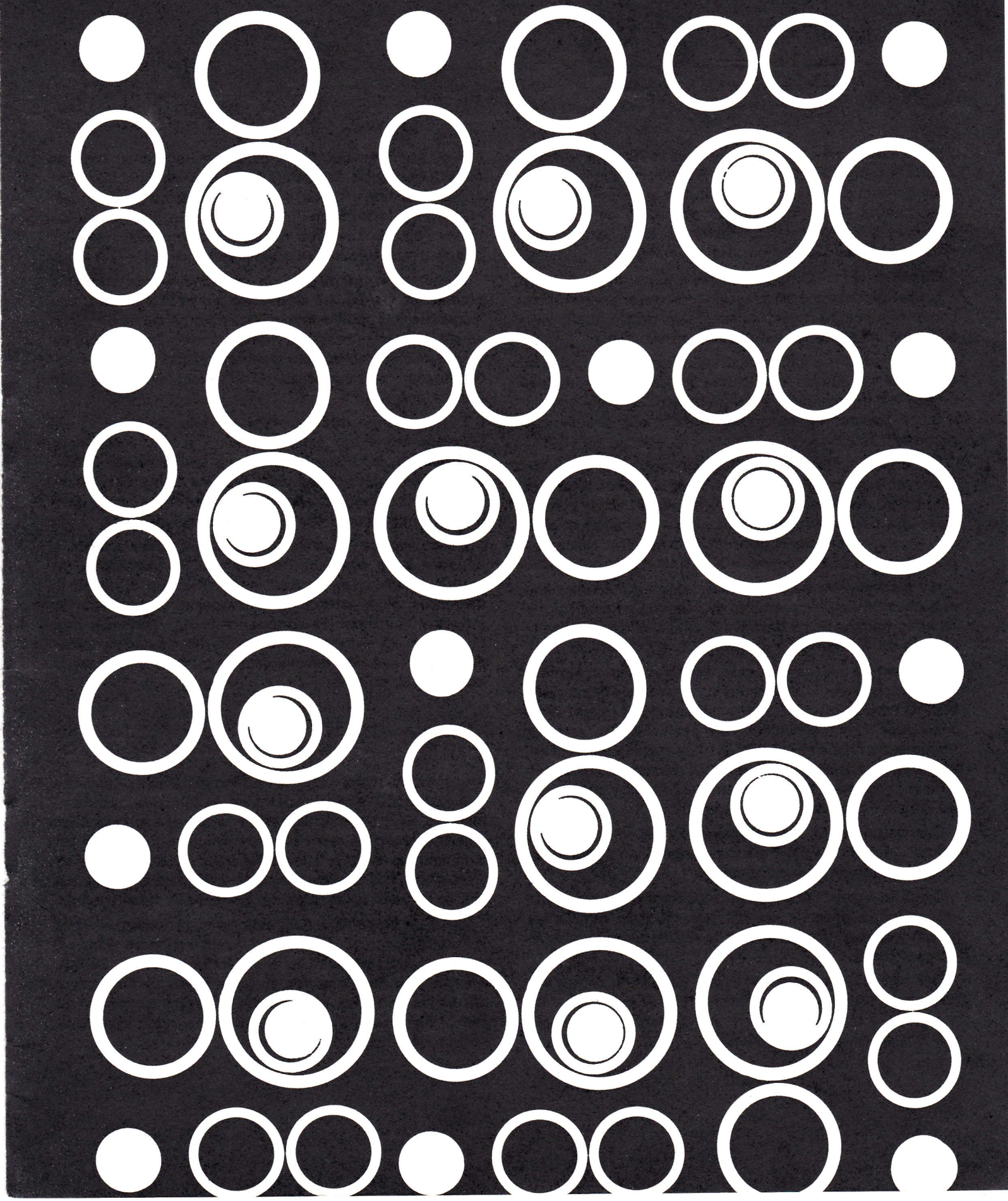




UN PHÉNOMÈNE ORIGINAL DE

La brillante floraison des nouveautés technologiques qui a suivi la seconde guerre mondiale a été caractérisée, aux yeux du grand public, par un petit nombre de réalisations prestigieuses, telles que la domestication de l'énergie atomique, la mise en pratique de la télévision, l'exploration spatiale et le développement des ordinateurs.

Complètement délaissées par les « mass media », bien d'autres découvertes sont restées dans l'ombre, surtout parce que, moins spectaculaire, leur portée était plus difficile à saisir par les personnes non averties.

Or, à côté des très étonnantes réalisations technologiques que nous venons de citer, notre époque sera peut-être dans l'avenir marquée plus nettement encore par la création de tout un ensemble de matériaux entièrement nouveaux.

Par exemple, alors qu'il était déjà possible, en 1939, de concevoir comment, bientôt, on construirait des réacteurs atomiques, rien, absolument rien, ne permettait de prédire qu'on disposerait un jour de fibres plus résistantes et bien plus légères que l'acier et que certaines matières plastiques auraient une très longue vie utile à 300° C.

Il y a donc bien, avec la création des « matériaux nouveaux » un phénomène entièrement original, caractéristique de notre époque et ne devant pas grand-chose à la technologie ou à la science d'avant-guerre.

Ne serait-ce qu'à ce titre, cela mérite un examen attentif. Que sont réellement ces « matériaux nouveaux » ? Comment sont-ils nés ? Leur création est-elle une des « retombées » bénéfiques des recherches militaires ou de prestige (exploration spatiale) ? Ces nouveaux matériaux supplanteront-ils les anciens ? Quels sont les aspects économiques de leur production et de leur emploi ? Quelles sont aussi les difficultés de leur mise en œuvre ?

Ces questions et bien d'autres encore, viennent tout naturellement à l'esprit. Il n'est pas aisé d'y répondre à la fois correctement et succinctement.

Dans les lignes qui suivent, nous essaierons de tracer une esquisse générale de cet ensemble de problèmes, ne serait-ce que pour les situer le mieux possible dans le temps présent.

Que sont les matériaux nouveaux ? Ce n'est pas tellement leur nature qui est caractéristique, car il existe de très nombreux « matériaux nouveaux » dans presque toutes les classes de produits industriels : des céramiques et

des élastomères, des fibres et des métaux, des matières plastiques et des lubrifiants, etc. Leur originalité réside en fait dans une véritable « mutation » des caractéristiques, mutation si grande qu'il était impossible, il y a peu de temps encore, de même concevoir qu'on puisse espérer des résultats aujourd'hui solidement avérés.

Comment cette pléiade de substances aux propriétés étonnantes a-t-elle été créée ? On pense tout d'abord aux exigences des applications militaires, ou à celles du génie aérospatial, exigences qui ont provoqué l'attribution de crédits considérables pour trouver des matériaux à caractéristiques exceptionnelles. C'est exact pour une très grande part.

La métallurgie du zirconium est née des besoins de l'énergie atomique, celle du titane a été créée pour répondre aux besoins aéronautiques. Les fibres et matières plastiques thermostables ainsi que les fibres ultra-résistantes sont surtout destinées au génie aérospatial, ainsi qu'une bonne partie des matériaux autolubrifiants.

Il y a cependant des exceptions et des tempéraments, à apporter à ce concept. Par exemple, la métallurgie du tantale a été créée surtout pour répondre à certaines exigences de résistance à la corrosion pour la grande industrie chimique. Et surtout, dans de nombreux cas, la conception d'origine de certains des nouveaux matériaux est due à des travaux sans rapport avec les grands programmes officiels.

une réalité complexe

Les matériaux nouveaux sont donc plutôt des « cousins » que des « fils » des recherches à caractère technico-militaire. Leur attribuer la qualité de retombées favorables de ces recherches serait par trop simpliste : la réalité est plus complexe et si le rôle accélérateur des crédits officiels n'est certes pas négligeable, bien des matériaux seraient nés tout seuls et se seraient développés quand même.

La place qu'occupent les nouveaux matériaux dans la technologie actuelle, et celle qui leur reviendra dans un proche avenir, est difficile à définir simplement. En fait, il existe des situations très diverses, allant de l'utilisation désormais courante, ou destinée à devenir courante très prochainement, à l'utilisation restreinte pour des réalisations de pointe ou de prestige.

* Directeur des Recherches à l'Institut Français du Caoutchouc.

LA TECHNOLOGIE MODERNE

On pourrait cependant essayer de répartir les usages de matériaux nouveaux en deux catégories, indépendamment de l'importance de leur position actuelle.

Dans la première catégorie, on pourrait placer les utilisations où le « matériau nouveau » a des propriétés uniques, c'est-à-dire qu'aucun des matériaux traditionnels ne peut être employé à sa place, tandis que dans la seconde catégorie, nous placerons les usages où il peut y avoir concurrence avec les matériaux traditionnels.

Par exemple, l'ensemble des propriétés mécaniques, chimiques et nucléaires du zirconium en fait un matériau unique et irremplaçable (provisoirement) pour la construction de divers éléments en génie atomique.

Par contre, pour construire un pont suspendu, on a — au moins théoriquement — le choix, pour réaliser les câbles, entre l'acier à haute résistance, matériau traditionnel, et les nouvelles fibres ultra-résistantes.

Certains des matériaux nouveaux se placent à la fois dans les deux catégories : les fibres ultra-résistantes (de graphite, par exemple) permettent seules actuellement de réaliser certaines pièces aéronautiques à la fois très rigides et très légères et en même temps on peut les utiliser sous forme de matières plastiques renforcées, en carrosserie automobile, notamment pour les voitures de course.

Le développement des matériaux de la première catégorie est lié davantage à l'obtention de performances très élevées et aussi à une « fiabilité » suffisante, qu'à des considérations économiques. Ceci ne veut pas dire que même pour ces applications où le matériau nouveau est « unique », le prix soit indifférent : le volume des applications sera rapidement croissant si le prix s'abaisse, les usages possibles devenant plus nombreux.

Dans la deuxième catégorie, celle où il y a, ou aura, concurrence entre matériaux traditionnels et matériaux classiques, les aspects économiques deviennent dominants. Le déplacement des matériaux traditionnels ne se fera que si on peut, grâce aux nouveaux matériaux, atteindre des performances d'utilisation aussi bonnes, voire meilleures à moindre coût total. Nous devons ici faire une remarque importante.

Dans de très nombreux cas, la substitution n'aura lieu : — ni à masse égale, les caractéristiques des nouveaux matériaux rapportées à la densité (caractéristiques spéci-

fiques) étant régulièrement très supérieures à celles des matériaux traditionnels,

— ni à volume égal, car on a très souvent encore de meilleurs résultats avec un plus petit volume de nouveau matériau,

— et enfin, presque jamais pour le même type de réalisation et ceci est très important. En effet, les caractéristiques spéciales des nouveaux matériaux impliquent une refonte complète des structures envisagées, refonte qui peut aller très loin.

Si, comme il est judicieux, on se propose d'obtenir par une construction adéquate, certaines prestations de services, il peut arriver que les contraintes qui obligeaient, avec les matériaux classiques, à mettre en œuvre certaines masses, et certains volumes, soient radicalement modifiées.

la question des prix

Par exemple, actuellement, dans un ouvrage d'art une partie très importante, et parfois dominante, des matériaux mis en œuvre est utilisée seulement à se supporter elle-même. Si on réalisait aujourd'hui une « Tour Eiffel » en matière plastique renforcée aux fibres ultra-résistantes, son poids ne serait pas réduit dans le simple rapport des résistances spécifiques, soit 3 ou 4, mais dans un rapport très supérieur, les parties inférieures n'étant plus écrasées par la masse des parties supérieures.

C'est donc dans l'optique d'une révision complète des technologies établies qu'il faut envisager les questions de prix relatives aux nouveaux matériaux et c'est ce qui rend actuellement les appréciations prospectives difficiles.

Il n'est donc pas aisé de dire quels sont les niveaux de prix auxquels les nouveaux matériaux pourraient concurrencer activement les matériaux traditionnels : on peut seulement dire que ce prix pourra être un multiple de celui qui correspond aux mêmes caractéristiques spécifiques (rapportées à la densité).

Pour le moment présent, il est possible de dire que ce seuil n'est presque jamais atteint pour les applications de la deuxième catégorie (concurrence avec les matériaux traditionnels).

On ne se hasarderait cependant pas trop en affirmant que dans certains cas, le seuil pourrait être prochainement

atteint. Cela dépend, d'après ce que nous venons d'exposer, à la fois des progrès de la production économique des nouveaux matériaux et de la rapidité avec laquelle on s'adapte à leur emploi rationnel par une révision profonde des concepts.

Un autre facteur jouera certainement un rôle très important. La menace que constitue l'existence des nouveaux matériaux provoquera une réaction de défense très forte de la part des matériaux traditionnels, réaction qui se traduira par une amélioration à la fois des performances et des positions économiques. En effet, pour nombre de matériaux traditionnels, l'absence jusqu'à présent de concurrence sérieuse a certainement ralenti consi-

Quatre exemples significatifs

- **Les fibres ultra-résistantes**, longues ou courtes (trichites) dont la résistance à la traction et le module d'élasticité atteignent des multiples de ceux des aciers les meilleurs, et dont la densité est incomparablement plus faible (de 1,2 à 3,8 contre 7,8 pour les métaux ferreux).

- **Des matières plastiques, des fibres artificielles et des élastomères** supportant l'exposition prolongée à des températures très élevées.

Certaines fibres artificielles, par exemple, présentent à 300° C une résistance équivalente à celle d'un fil de coton à la température ordinaire, et ont une longue vie utile à cette température. Les élastomères de fluorotriazines sont d'étonnants « caoutchoucs » qui restent élastiques vers 400° C !

- **Les matériaux autolubrifiants**, qui permettent le mouvement relatif de corps solides en frottement sans lubrification extérieure, existent maintenant dans une étonnante variété de formes et de spécifications d'emploi.

- **Dans le domaine des métaux**, on met en œuvre aujourd'hui des alliages à base de zirconium, de hafnium, de tantale, de columbium, de thorium, de titane, etc., tous éléments qui étaient considérés encore il y a peu d'années comme des curiosités chimiques.

dérablement leur progrès. A la faveur de l'émulation créée par les nouveaux matériaux, on peut s'attendre à une activité fiévreuse de perfectionnement dont le résultat sera de rendre plus difficile le franchissement du « seuil » économique critique.

En face de cette situation les chances d'abaissement du prix des nouveaux matériaux par perfectionnement de leur fabrication peuvent être considérées comme très réelles.

Dans cette course au progrès des nouveaux matériaux, si l'abaissement du prix est certes un des objectifs les plus importants, on doit dire qu'à peu près aussi déterminante sera la réalisation d'une excellente fiabilité : on ne peut s'embarquer dans le processus de révision totale que nous avons évoqué que si on peut compter sur l'obtention régulière et sans défaillances des résultats élevés attendus.

De ce qui précède, on pourra conclure que l'obstacle principal à une substitution judicieuse des nouveaux matériaux aux matériaux traditionnels ne sera pas d'ordre technologique ou économique, mais bien d'ordre psychologique et chacun sait combien il est ardu de surmonter ce genre de difficultés, la résistance à la novation vraiment radicale étant considérable.

Il est facile de concevoir dans ces conditions que la mise en œuvre des nouveaux matériaux n'est généralement pas chose simple. Des applications un peu hâtives peuvent aboutir à de véritables désastres.

Il faudra donc acquérir une expérience approfondie et cela demandera du temps et inévitablement engendrera des mécomptes. Malheureusement, ni les essais de laboratoire ni les prévisions théoriques ne permettent de prédire actuellement ce genre de difficultés.

Cependant, la richesse potentielle de ces développements est telle et si pleine de conséquences intéressantes dans de nombreux domaines que nous ne saurions trop recommander d'y prêter la plus grande attention.

Il semble qu'une part importante des réflexions des dirigeants industriels doive désormais être consacrée à une analyse permanente des positions respectives des nouveaux matériaux et des matériaux traditionnels et cela avec une avance suffisante sur l'entrée en pratique pour éviter des surprises désagréables, peut-être des catastrophes, au cas où un concurrent mieux avisé prendrait beaucoup plus tôt le nouveau cours des choses. On peut dire que cela commande la création dans les entreprises d'une fonction nouvelle, la « prospective en matériaux nouveaux ».

R. H.