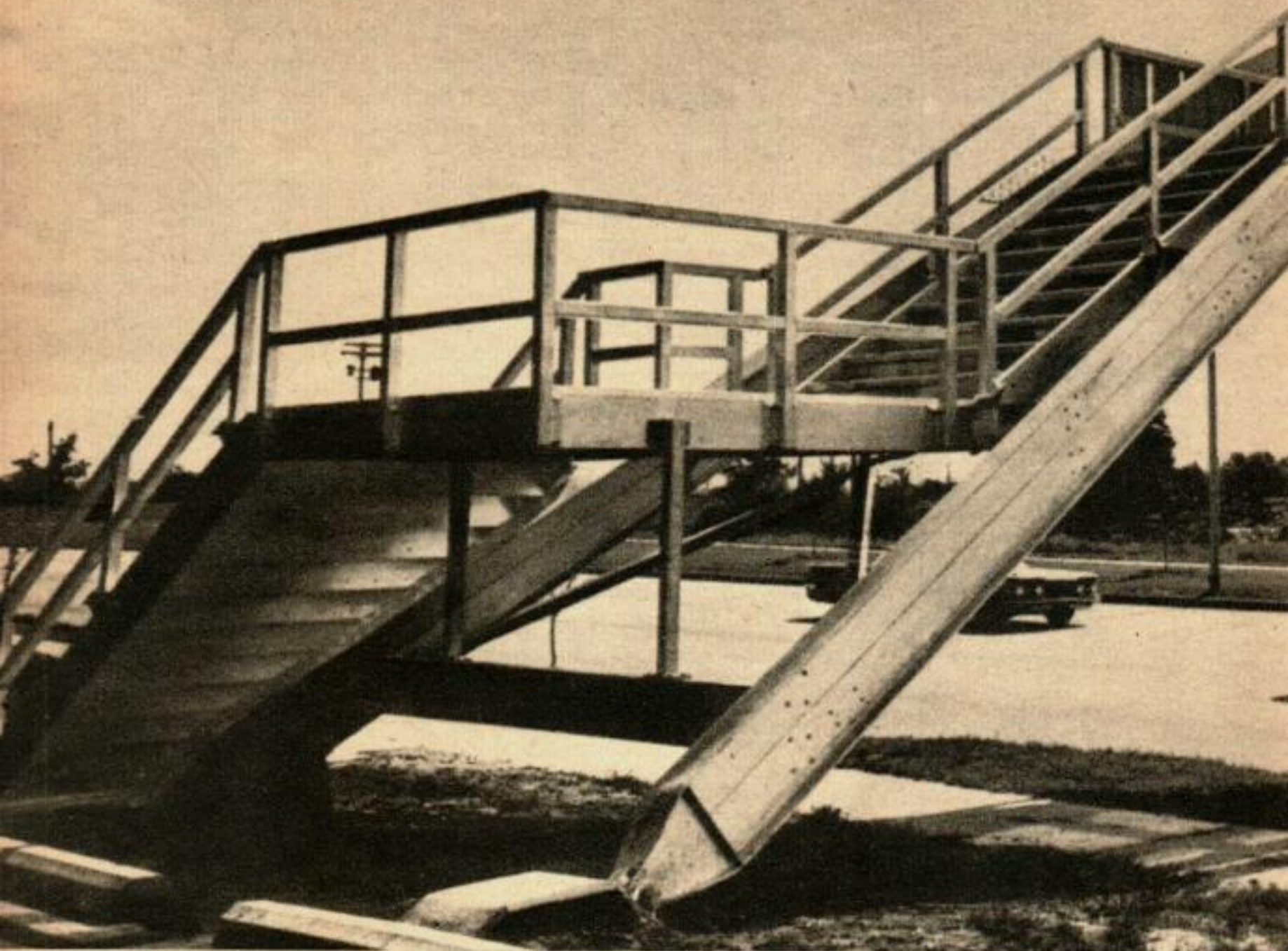




LES MÉTAUX

prennent leur revanche

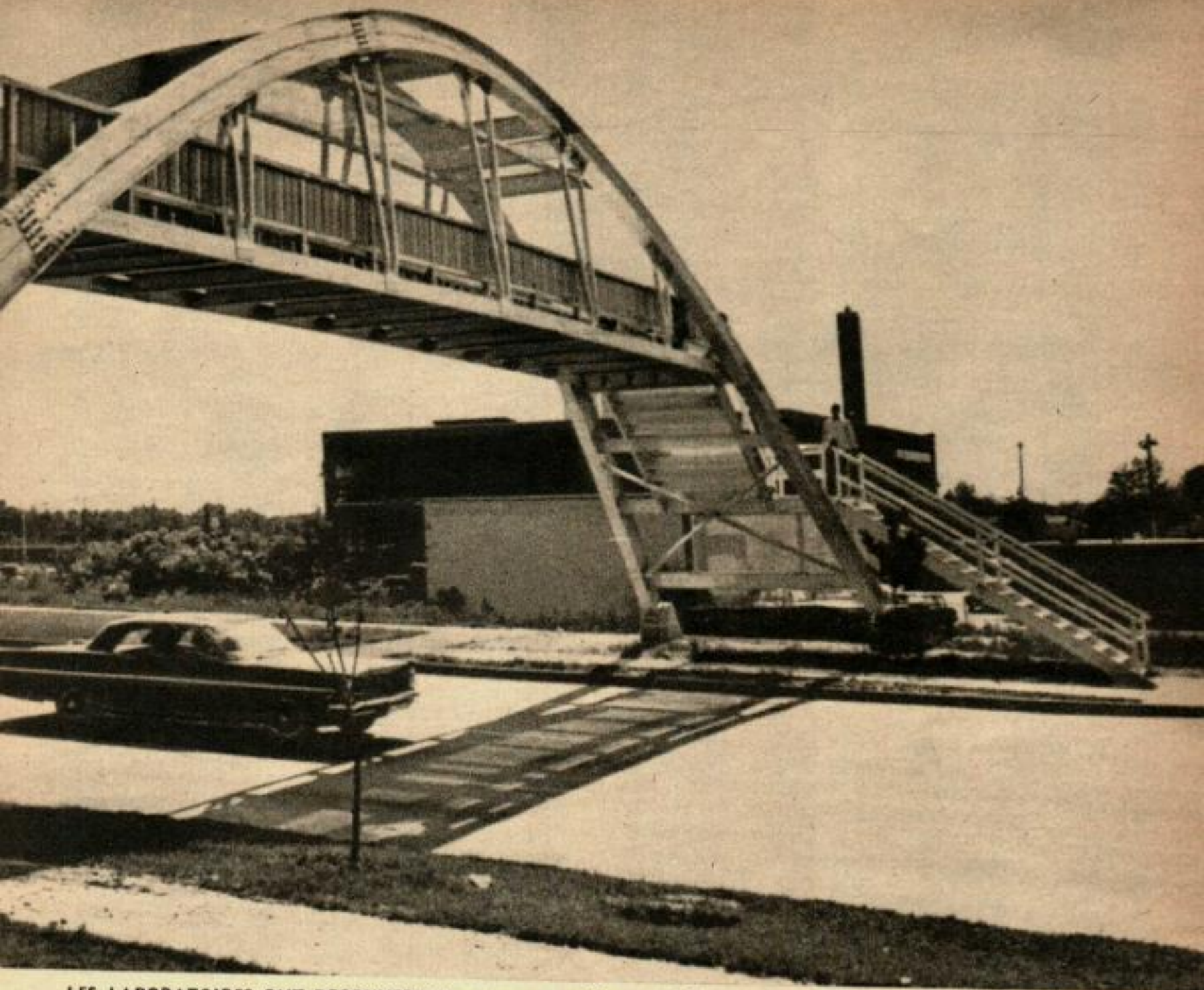
EN 1868, on ne tuait plus assez d'éléphants et on n'avait pas assez d'ivoire pour fabriquer les boules de billard. Le prix des boules de billard augmenta à tel point que les joueurs de billard poussèrent un cri d'alarme. Pour faire face à ce danger, un prix de 50 000 F fut offert à celui qui trouverait un produit satisfaisant pour remplacer les boules de billard en ivoire. C'est ainsi qu'un nommé John Hyatt, de Newark (N. J.) a découvert la première matière plastique synthétique. Il n'a pas gagné le prix, mais la cellulose est devenue un produit universellement utilisé.

Pendant de nombreuses années, les matières plastiques furent un objet de curiosité, mais après la Deuxième Guerre mondiale, les laboratoires mirent au point des matières plasti-

ques dont les unes ont la douceur du cachemire et d'autres la solidité de l'acier.

Les métaux — qui ont joué un rôle essentiel dans le développement des civilisations depuis les débuts mêmes de la civilisation — se trouvèrent soudain en danger d'être évincés. On entreprit alors des recherches fiévreuses et l'on obtint bientôt un laboratoire des métaux se prêtant à des utilisations aussi diverses que les matières plastiques.

Il existe maintenant des aciers inoxydables que vous pouvez couper avec des ciseaux, des aciers façonnés qui ont l'apparence du bois ou du cuir, et des aciers utilisés pour les prothèses dentaires, des navires et des blindages en aluminium, du cuivre qu'on peut former en un tube de 10 cm de diamètre et de 3 km



LES LABORATOIRES ONT DECOUVERT de nouveaux métaux et de nouvelles applications pour les anciens métaux. On voit ici une passerelle de piétons en aluminium. C'est la première. Elle se trouve à Pontiac, dans le Michigan.

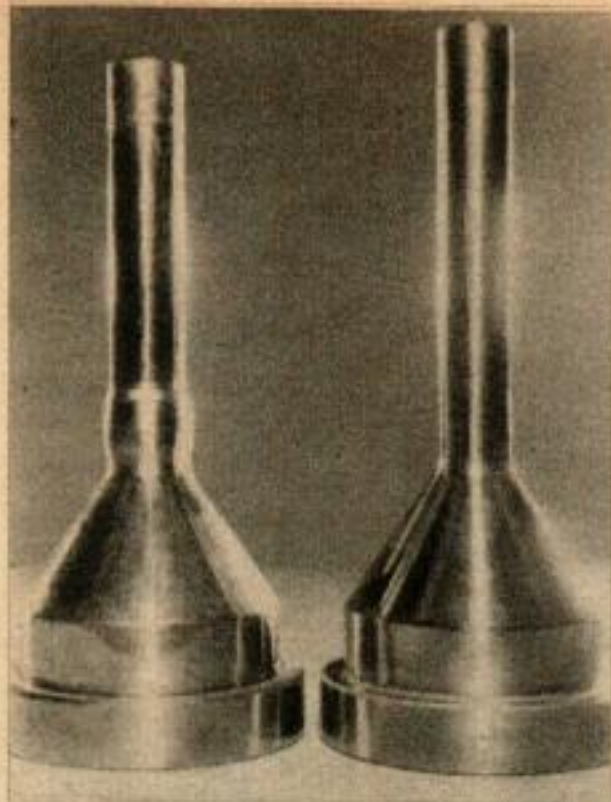
de long, dans lequel un faisceau d'électrons est accéléré à 20 milliards de volts pour être concentré sur un seul atome ; une scie à chaîne mécanique en magnésium qu'on peut porter dans une poche.

Plus des 3/4 des éléments chimiques connus sont des métaux. Ils se distinguent surtout par leur solidité, leurs propriétés plastiques et électriques.

Beaucoup de matières non métalliques sont solides mais sont souvent fragiles. Les métaux peuvent subir une surcharge considérable, car lorsqu'ils sont soumis à des efforts violents, ils se déforment mais ne se brisent pas. A cause de leurs qualités électriques, ils sont utilisés comme conducteurs d'électricité.

Dans l'écorce terrestre, les métaux les plus abondants sont l'aluminium (8,1 %) et le fer (5 %). Beaucoup d'éléments que nous considérons comme communs sont loin de l'être — les proportions dans l'écorce terrestre sont pour le zinc 0,008 %, pour le cuivre 0,007 %, pour l'argent 0,000 002 %. Heureusement, les minerais de nombreux métaux sont concentrés dans des filons qui peuvent être facilement exploités. Sans cette concentration locale, de nombreux métaux ne pourraient être extraits en quantités industrielles.

Le fer et l'acier se prêtent à une variété presque illimitée d'applications. Ces deux produits sont si utiles que l'on en produit aux E.-U. dix fois plus que tous les autres métaux combinés. Si le fer et l'acier étaient complètement éliminés de notre monde, notre



civilisation s'effondrerait et nous n'aurions plus aucun moyen de la reconstruire.

Les dépenses faites pour les recherches et le développement de l'industrie de l'acier sont aujourd'hui trois fois plus fortes qu'il y a seulement dix ans. L'industrie métallurgique est stimulée par la concurrence formidable des matières plastiques. La fabrication de l'acier est de plus en plus automatisée. La production est contrôlée par des ordinateurs depuis la commande initiale jusqu'à la livraison.

Un seul four moderne peut produire autant d'acier que huit fours anciens. L'oxygène est injectée directement dans le métal en fusion, le transformant en acier en quelques minutes alors qu'il fallait des heures. Ce que l'on obtient en réalité, c'est un alliage de fer et de carbone auquel on ajoute quelquefois d'autres éléments pour lui donner des propriétés particulières. Pour les recherches, l'U.S. Steel a réalisé récemment l'un des plus grands microscopes électroniques du monde — il fonctionne à l'aide d'un courant accéléré d'électrons qui sont lancés à la vitesse de la lumière par six lentilles magnétiques construites exprès. Cet instrument grossit dix fois plus qu'un microscope électronique ordinaire et permet d'étudier des pièces beaucoup plus épaisses. On peut distinguer des détails de l'ordre de $2 \cdot 10^{-7}$ mm.

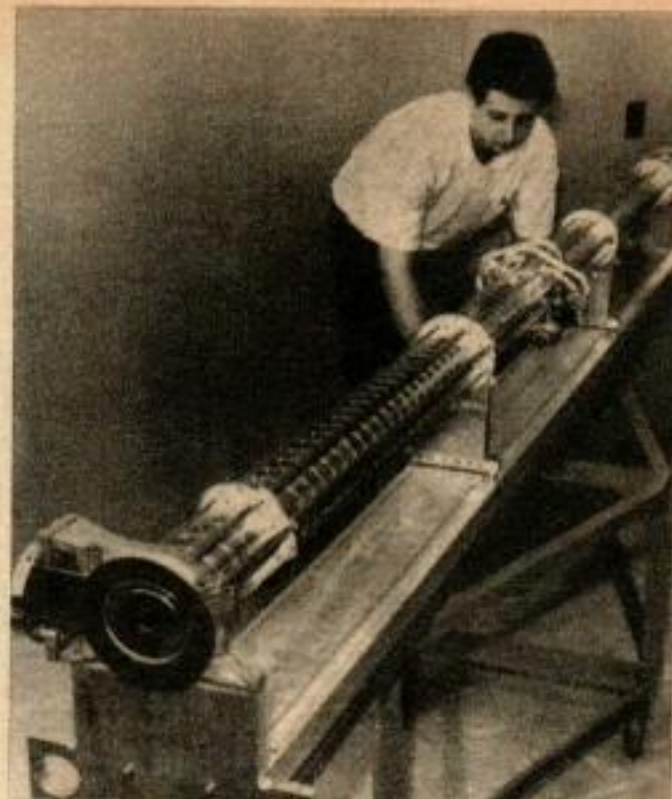
Les industries métallurgiques ont à lutter contre une industrie des matières plastiques qui met constamment au point des familles de matières synthétiques entièrement nouvelles, par exemple les polypropylènes qui ressemblent à s'y méprendre au bois par l'aspect, la sensation et le poids. Ces nouveaux produits peuvent imiter le mobilier de bois dans les moindres détails de l'ébénisterie, de la texture, du fil de bois — même les trous faits par les insectes.

Mais les aciers modernes peuvent prendre des formes aussi inattendues que les matières plastiques. Par exemple le nouvel acier inoxydable superplastique qui s'étire comme du caramel à 900° C et qui est deux fois plus résistant que l'acier inoxydable ordinaire à la température normale. Une autre sorte d'acier inoxydable, en feuilles de 0,3 à 0,45 mm d'épaisseur, sert maintenant à couvrir les joints des bâtiments — on peut le découper avec des ciseaux ordinaires, lui donner des formes qu'il conserve et le souder facilement. Même les clous ont maintenant une forme différente — en spirale. Ils sont plus légers et plus faciles à enfoncer et risquent moins de faire éclater le bois et s'accrochent mieux.

La fabrication du papier d'acier fait aussi des progrès rapides. Des feuilles d'acier au carbone étamé de 0,05 mm d'épaisseur ou plus minces encore ouvrent de nouvelles perspectives pour l'emballage. Employées seules ou doublées de papier, ces feuilles sont étanches aux gaz et très résistantes. On trouve aussi du papier d'acier inoxydable et les deux genres peuvent être imprimés, gaufrés ou ajourés. Le papier étamé est magnétique et avec une épaisseur de 0,05 mm a une résistance à la rupture de 700 kg/cm². On peut également l'entailler pour former des éléments chauffants extra-minces pour le matériel spatial.

Le Lawrence Radiation Laboratory attend l'accord de la Commission de l'Energie Atomique pour la construction d'un accélérateur linéaire où l'on pourrait utiliser jusqu'à 25 tonnes de papier nickel-fer en bandes de 13 mm de large et de 0,0013 mm d'épaisseur pour constituer un millier de noyaux magnétiques géants. Précisons qu'il faut 800 mètres de bande pour faire un kilogramme.

Il y a aussi le fil d'acier aussi fin qu'un cheveu, mais avec une résistance à la rupture de plus de 40 000 kg/cm², l'un des fils



les plus solides que l'on connaisse. On en a même garni des tapis pour éliminer l'électricité statique. Il y a aussi les aciers « à patine » qui, après avoir été exposés aux intempéries pendant 18 mois dans les villes, ou 36 mois à la campagne, se couvrent d'une patine aux tons chauds. Cette patine est à la fois très décorative et une protection contre une oxydation plus profonde — un vernis permanent qui ne demande aucun entretien. On applique aussi des matières plastiques sur les aciers pour leur donner des couleurs, une surface rugueuse ou lisse, façon bois ou fantaisie.

Des couches galvanoplastiques sont appliquées pour ajouter les avantages de métaux plus coûteux, par exemple, l'aspect décoratif, la résistance à la corrosion et à l'usure, la soudure facile, de meilleures propriétés électriques. Il existe des douzaines de types d'aciers et d'alliages que l'on peut utiliser, mais une trentaine seulement sont pratiques et il existe à peu près dix-sept types largement utilisés.

De nouveaux alliages d'acier sont mis au point pour obtenir de meilleures propriétés cryogéniques et d'autres qualités spéciales, par exemple, une solidité et une résistance à la corrosion plus grandes. Un progrès récent très important, c'est la mise au point de nouveaux aciers à outils, obtenu par un procédé thermique. Leurs propriétés sont très intéressantes. On s'en sert pour fabriquer des machines-outils, du matériel spatial ou de plongée (ils entrent dans la construction de la coque résistante double du Deep Quest de Lockheed qui vient d'atteindre la profondeur de 2 500 mètres au cours d'une plongée d'essais). Un acier inoxydable du même genre est utilisé en ce moment à titre expérimental pour faire des couronnes et des prothèses dentaires, et il pourrait bien s'imposer dans ce domaine, car il est plus résistant, plus léger et moins coûteux que les alliages utilisés jusqu'à pré-

1. LE MARTEAU DE PRESSE EN ACIER (à gauche) s'est déformé en cours d'usage. Le marteau en acier spécial (à droite) ne s'est pas déformé. 2. Le grand moyeu du rotor du nouvel hélicoptère Sikorski est en alliage de titane. 3. Le nouveau véhicule blindé en aluminium de l'armée U.S. est plus léger et plus maniable que les véhicules similaires en acier. 4. Le montage du guide d'onde de l'accélérateur linéaire de Stanford. Le tube intérieur est muni d'une gaine de cuivre et monté sur un support en aluminium.

sent. Ce métal est si résistant que l'on peut faire des moulages plus minces et les dents n'ont pas besoin d'être rognées autant que pour les couronnes en or usuelles.

Le fer est le métal le plus usuel, mais le métal le plus abondant est l'aluminium.

L'aluminium fut d'abord isolé en très petite quantité par Hans Oersted en 1825, mais il fallut encore une trentaine d'années pour que la production industrielle soit lancée par Sainte Claire Deville. A l'exposition de Paris de 1855, des barres d'aluminium furent exhibées à côté des bijoux de la couronne — la première révélation au public du métal magique. Napoléon III s'est servi de couverts en aluminium pour ses hôtes les plus illustres, les autres devant se servir de simples couverts en or et en argent. Le jeune prince impérial avait des jouets en aluminium et l'empereur offrit une chaîne de montre en aluminium au roi du Siam. Il envisagea même de doter son armée de cuirasses en aluminium mais il n'y en avait vraiment pas assez.

L'aluminium est surtout utilisé aujourd'hui sous forme d'alliages. Des procédés spéciaux permettent d'obtenir de l'aluminium pur à 99,99 % qui sert comme agent catalyseur de l'essence à indice d'octane élevé, pour fabriquer des bijoux et pour l'industrie électronique. La plupart des pierres précieuses, à l'exception du diamant, sont des oxydes ou des composés d'aluminium ; elles sont obte-

nues aujourd'hui par synthèse et sont utilisées notamment dans l'horlogerie.

Les deux caractéristiques les plus importantes de ce métal pour la technologie d'aujourd'hui et de demain, sont sa légèreté (trois fois moins lourd que l'acier, le cuivre et le zinc), et sa conductibilité électrique (deux fois moins résistant que le cuivre pour un fil de même poids et de même longueur). L'aluminium exposé à l'air se recouvre rapidement d'une pellicule mince transparente d'oxyde qui constitue une protection permanente. Si l'on gratte la pellicule à un endroit, elle se reforme rapidement.

En 1884, un moulage de 3 kg d'aluminium fut fait pour le monument de Washington dans le Capitole. Le chapeau fut d'abord exposé par Tiffany de New York, à côté de ses plus beaux bijoux. Le moulage fut ensuite placé sur le dessus du monument où il se trouve toujours. Rolls Royce a construit son « Silver Ghost » avec des pièces de moteur et de carrosserie en aluminium, et cette voiture est encore en très bon état, après avoir parcouru 800 000 km en plus de 50 ans.

Si Napoléon III n'a pu se procurer une quantité suffisante d'aluminium pour doter son armée de cuirasses, l'armée américaine en a assez aujourd'hui pour la sienne. Un blindage en aluminium forgé et des moulages en aluminium protégé ont permis de réduire à la fois le temps de fabrication et le prix de revient du nouveau véhicule de combat d'infanterie de l'armée américaine, le « Général Sheridan ». Le « M 113 », le premier d'une série de véhicules blindés aéroportés de l'armée américaine, a un blindage et un châssis en aluminium. La marine américaine a accordé récemment des contrats pour la construction d'avions à blindage d'aluminium et d'un véhicule amphibie de ce métal a été soumis à

des épreuves sévères par les services techniques de l'armée à Fort Belvoir, en Virginie.

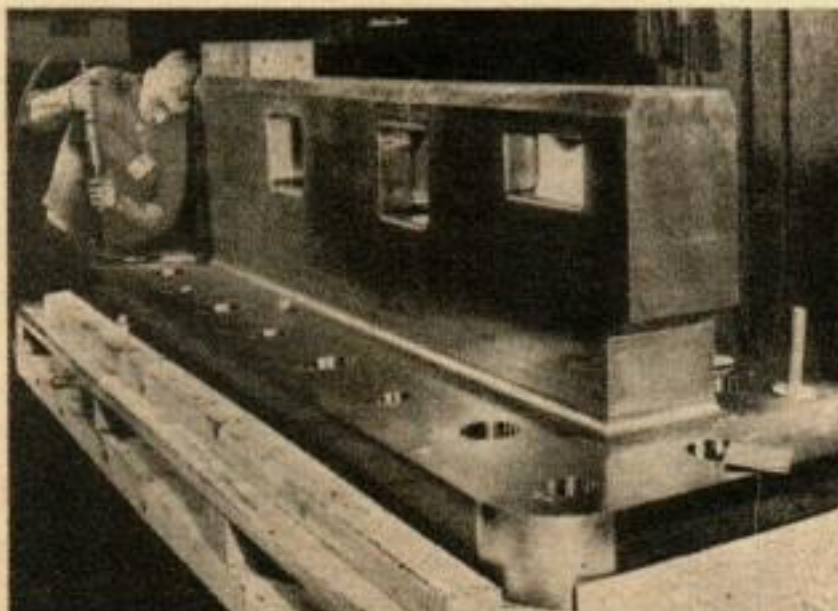
La Reynolds Metals Co a créé un champ de tir spécial pour mettre le nouveau blindage en aluminium à l'épreuve. Les bâtiments où sont installés les armes et les cibles sont reliés par un souterrain de 2,50 m de diamètre. On y étudie la protection nécessaire contre toutes sortes de projectiles du calibre 5,5 mm au 20 mm. Avec des charges de poudre différentes, on peut observer les effets correspondant aux différentes distances de tir.

Les avions F 111, C.5A et Boeing 747 sont construits presque entièrement en aluminium. Les fusées et les engins balistiques utilisent ce métal aussi bien pour la carcasse que comme combustible, et l'I.C.B.M. Titan en porte 8 tonnes. On est loin de la guerre hispano-américaine, où la cantine de Théodore Roosevelt, les piquets d'attache de ses cavaliers et les piquets de tente constituaient toute la réserve d'aluminium de l'armée américaine.

On a trouvé également des applications audacieuses dans la mer pour ce métal résistant à la corrosion : pour les sous-marins de plongée profonde, pour le « Sacal Borincano », un nouveau bateau de 70 mètres entièrement construit en aluminium et pouvant charger directement par une rampe 40 remorques de marchandises. Ce bateau a été construit avec 350 tonnes d'alliage d'aluminium et peut naviguer aussi bien dans les eaux intérieures que sur les océans — avec très peu de frais d'entretien. On peut ainsi charger par exemple les marchandises sur les remorques à 2 000 km de Miami, les charger sur le bateau à Miami et les décharger à Porto Rico, sans avoir à manipuler plusieurs fois la marchandise. Les chalutiers de pêche et les petites unités de la marine, les grands yachts et les petits bateaux de plaisance, sont maintenant construits en aluminium.

L'aluminium se prête à de nombreuses applications très particulières. Il entre dans la construction des arcs de compétitions modernes. Un train en aluminium a atteint récem-

1. UNE PIÈCE ENORME EN ACIER spécial au nickel servira de fixation sur la tour du « Saturn 1 B ».
2. Les Swifts, entièrement construits en aluminium, ont rendu de grands services dans la guerre du Viet-nam. 3. L'engin de recherches Deep Quest, possède une double coque résistante en acier spécial.



ment une vitesse de 280 km/h aux E.-U. Des essais ont récemment montré que les prothèses dentaires moulées en aluminium sont beaucoup mieux ajustées que celles en résine acrylique qui sont couramment utilisées. Le même métal est maintenant utilisé pour la construction des maisons et des instruments de musique les plus divers. Il constitue 90 % des lignes de haute tension et des conducteurs électriques suspendus. Il y a même des gratte-ciel dont le revêtement est en aluminium. Un alliage d'aluminium refroidi à -200°C devient plus solide et plus malléable, au lieu de devenir cassant, ce qui le rend particulièrement intéressant pour les applications à très basse température.

Un trou bouché dans l'éventail des métaux.

Mais entre l'acier et l'aluminium, il y a une rupture dans la progression, aussi bien du point de vue poids que du point de vue solidité. Le titane fait la liaison. Parmi les quatre métaux légers les plus importants (aluminium, titane, beryllium et magnésium) le titane va sans doute connaître la plus grande extension dans les années à venir. On estime qu'en 1970, on en utilisera 25 000 tonnes (14 000 tonnes en 1967). Le SST (avion de transport supersonique américain) sera construit presque entièrement en titane. On estime que chaque appareil contiendra près de 200 tonnes de titane. Si l'on construit 800 appareils comme prévu, il faudrait sept fois plus de titane qu'il n'en a été utilisé pendant toute l'année 1966. Le C.5A de Lockheed et le Boeing 747 utiliseront environ 30 tonnes de titane par appareil.

Ce métal blanc argenté pèse deux fois moins que l'acier et seulement 60 % de plus que l'aluminium. Le titane et ses alliages ont une résistance exceptionnelle à la corrosion et sont faciles à travailler — ils combinent les propriétés de l'acier inoxydable et de l'aluminium, tout en présentant des avantages très nets sur l'un et sur l'autre.

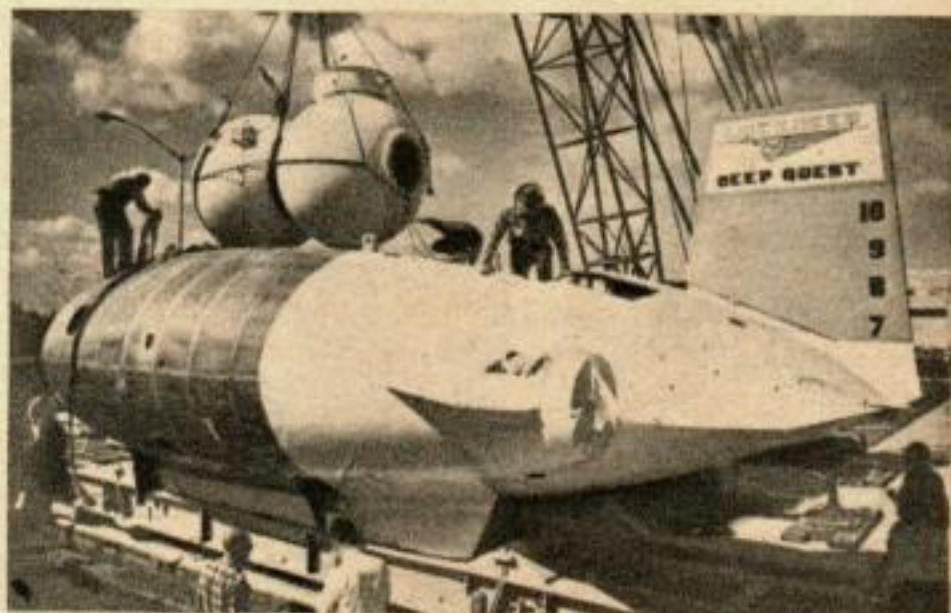
Le prof. J. B. Barksdale, un spécialiste du titane, prévoit beaucoup d'applications de ce métal lorsque la baisse du prix prévu se produira : pistons de moteur, ustensiles de

cuisine, raquettes de tennis, cannes à pêche, ressorts, matériel textile, pointes de plume, etc. En utilisant ce métal sur le Douglas DC.8, on a obtenu un allègement de 500 kg — soit l'équivalent de cinq passagers avec leurs bagages. Sikorsky a remplacé l'acier par le titane dans la construction du moyeu de rotor d'un hélicoptère destiné au Marine Corps et ainsi allégé l'appareil de 500 kg, autant de gagné pour la charge utile. Un réservoir en titane de 7,50 m de long et de 2,50 m de diamètre, dont la paroi est si mince qu'il faut en pressuriser l'intérieur pour l'empêcher de se déformer, a été construit pour contenir de l'hydrogène à -220°C servant à la propulsion des engins spatiaux de l'avenir.

Le titane résiste bien à la corrosion par l'eau de mer. Les sphères de flottabilité du premier submersible de grande profondeur, l'Alvin, ont été construites en titane au lieu de l'être en aluminium comme cela avait été d'abord prévu. La récente victoire du yacht Intrepid dans l'American Cup a été attribuée en grande partie à l'usage du titane pour la partie supérieure de sa mâture, sa grande bôme et une grande partie de ses accastillages.

Le magnésium est aussi l'un des quatre métaux légers les plus importants. C'est l'un des métaux de construction les plus légers, mais lorsque sa production industrielle fut lancée en France en 1857, il servait seulement pour l'éclairage photographique. On utilise maintenant le magnésium sur les plaques photo-lithographiques, les valises en samsonite, les machines-outils comme les scies mécaniques à chaîne, le matériel de manipulation de matériaux (chariots et rampes mobiles) et les voitures de course. Les usages militaires absorbent 15 % de la production, surtout pour l'usage le plus ancien de ce métal, les engins éclairants.

L'armée U.S. a récemment commandé des batteries au magnésium qui se distinguent, par leur long usage, leur légèreté et leur bonne conservation en magasin pendant de longues périodes, même à des températures élevées. La technique aéronautique consomme une certaine quantité de magnésium, surtout sous forme d'alliage avec l'aluminium. Les nou-



veaux alliages magnésium-lithium sont parmi les matériaux de construction les plus légers qui existent actuellement — presque aussi légers que les matières plastiques.

Parmi les quatre métaux légers les plus importants, le moins utilisé est le beryllium, dont la rigidité est très grande par rapport à son poids, à peu près dix fois plus grande à poids égal que le titane, l'aluminium ou l'acier ; une excellente solidité par rapport au poids, bien que cassant, et une bonne résistance aux hautes températures, font du beryllium un métal intéressant pour certaines applications. Ce métal est surtout extrait du beryl qui contient à peu près 15 % d'oxyde de beryllium. Les variétés transparentes de ce minéral, émeraude et aquamarine, sont bien connues. Il n'est donc pas surprenant que l'un des inconvénients de ce métal soit son prix élevé. Les combinaisons de ce métal doivent être manipulées avec beaucoup de précautions, car elles sont toxiques. Il semble que l'on peut l'employer comme matériaux courant de construction. Les seules applications envisagées sont dans la technique aéronautique.

Après tous ces métaux aux applications extraordinaires, le nickel semble un métal banal, mais lui aussi connaît un nouvel essor. L'International Nickel Company a récemment mis

au point le nouvel acier inoxydable qui s'étire comme du caramel, car le nickel sert surtout sous forme d'alliage avec d'autres métaux, apportant sa résistance à la corrosion à des alliages tels que l'acier inoxydable et le monel. Avec le cobalt, le fer et l'aluminium, le nickel forme l'Alnico, un puissant aimant permanent.

Le cuivre a mis fin à l'âge de pierre.

Un autre métal courant, le cuivre, a été l'un des premiers à être utilisés et a marqué la fin de l'âge de pierre.

Le cuivre, très bon conducteur de la chaleur et de l'électricité, très résistant à la corrosion et facile à manipuler, est l'un des métaux les plus utiles. La moitié environ de la production de cuivre va à l'industrie électrique, mais ce métal, l'un des premiers connus, connaît actuellement l'une des applications les plus modernes. Pour pousser plus loin l'étude de l'atome, près de 1 000 tonnes de cuivre spécial O.F.H.C. (sans oxygène, haute conductivité) ont servi à constituer un cylindre de 3 km de long et de 10 cm de diamètre. La surface intérieure a été polie avec une précision de 0,05 mm pour le diamètre et de 0,0004 mm pour le grain. C'est l'accélérateur linéaire de Stanford qui a produit 20 milliards d'électron-volts et qui servira à lancer

METALLS COURAMMENT UTILISES POUR LES ALLIAGES D'ACIER

ELEMENTS	Proportions dans l'alliage	PROPRIETES	APPLICATIONS
Cobalt	35 %	Fortement magnétique	Aimants permanents
Manganèse	1,75 %	Dur, résistant, maniable	Outils pour tailler le bois essieux d'autos machines agricoles
Molybdène	0,68 %	Bonne résistance à la chaleur	Chaudières, chaufferies
Nickel	3,5 %	Dur	Pièces de marteaux pneumatiques, vilebrequins de moteurs
Vanadium	0,18 %	Dur, résiste aux chocs	Pièces de locomotives
Chrome- Molybdène	0,95 % 0,20 %	Résiste aux chocs, à la chaleur et à la fatigue	Fuselages d'avions pièces forgées
Chrome- Nickel	18 % 8 %	Inoxydable	Acier inoxydable
Chrome- Vanadium	0,95 % 0,18 %	Très dur et très solide	Matériel aéronautique, arbres d'hélices, bielles, pièces forgées d'avions
Manganèse Molybdène	1,30 % 0,30 %	Solide, dur, résiste aux chocs et à la fatigue	Concasseurs, pièces de turbines
Tungsten- Chrome Vanadium	18 % 4 % 1 %	Conserve la dureté et la solidité aux températures élevées	Acier grande vitesse pour outils de taille à grande vitesse
Nickel- Chrome- Molybdène	1,75 % 0,65 % 0,35 %	Résiste aux torsions, aux chocs et à la fatigue	Vilebrequins de moteurs Diesel
Silicium- Manganèse	2 % 0,75 %	Elastique	Ressorts de suspension

Les propriétés des alliages changent nettement quand on change les ingrédients ou leurs proportions.

MÉTAL	Résistance à la rupture en kg/cm ² à 20° C	Dureté D P H	Point de fusion °C	Caractéristiques Quelques applications
Acier inoxydable type 304, recuit (pour comparaison)	6 000 kg/cm ²	155	1 400 °C	Résiste aux agents chimiques. Résiste très bien aux agents atmosphériques.
Titanium (usiné)	6 000 kg/cm ²	275	1 700 °C	Léger, résiste à la corrosion tech- nique aéronautique et sous-marine.
Columbium (coulé) recuit	2 500 kg/cm ²	90	2 450 °C	Très solide par rapport au poids, convient pour les véhicules spa- tiaux hypersoniques. Taux d'ab- sorption de neutrons peu élevé.
Molybdène (aggloméré) détendu	7 700 kg/cm ²	260	2 600 °C	Bon conducteur de la chaleur et de l'électricité, résiste à la cor- rosion. 90 % de la production sont utilisés dans l'alliage de fer.
Tantale (coulé) recuit	2 500 kg/cm ²	80	3 000 °C	Le métal résiste le mieux à la corrosion avec la solidité de l'acier utilisé pour l'équipement et les greffes chirurgicales.
Tantale (aggloméré) recuit	3 200 kg/cm ²	100	3 000 °C	Le point de fusion le plus élevé parmi les métaux, deux fois plus lourd que le fer ou l'acier, conduit mieux l'électricité que le nickel, le mercure ou l'acier.
Tungstène (aggloméré) détendu	14 000 kg/cm ²	440	3 400 °C	Bon conducteur de la chaleur. Très solide aux températures ex- trêmes. Utilisations variées : lam- pes à incandescence, tubes de rayons X, aiguilles de phono- graphes, etc.
Zirconium (usiné)	4 500 kg/cm ²	190	1 850 °C	Très résistant à la corrosion. Joue un rôle important dans les réac- tions nucléaires. Utilisé dans la fabrication de l'acier.

A l'exception de l'acier inoxydable présenté à titre de comparaison, ces métaux représentent un groupe nouveau très spécial et très important, dit des « métaux réfractaires ». Pouvant résister à de hautes températures, aux radiations et à la corrosion, ils sont indispensables dans la technologie moderne.

des particules avec la vitesse de la lumière sur des cibles, intéressant pour en tirer des informations.

Le zinc est aussi un métal connu depuis longtemps. On peut dire que l'électricité moderne a pris naissance lorsque Volta a réalisé la première pile électrique en empilant alternativement des disques de zinc et d'argent. On emploie encore couramment ce métal pour la fabrication des piles sèches, mais il joue également avec l'argent un rôle essentiel dans la constitution des batteries solaires qui équipent les engins balistiques et les véhicules de l'espace. Avec le 4^e rang dans la consommation mondiale annuelle, derrière l'acier, le cuivre et l'aluminium, le zinc forme la masse de la plupart des pièces chromées qui embellissent les autos, les appareils ménagers, etc.

Le plomb conserve son importance. Le plomb, un métal également connu depuis longtemps, garde une place importante dans le monde moderne. Il absorbe très bien le bruit et les vibrations. On a monté des centaines de panneaux plomb-amianté sous le Pan Am Building de New York pour protéger ceux qui travaillent dans ce bâtiment contre le bruit des trains de banlieue qui passent en

dessous. Sur les nouveaux bateaux hydroplaneurs, dans les studios de radiodiffusion, dans beaucoup de constructions ordinaires, le plomb amortit le bruit et les vibrations. Des batteries au plomb alimentent les moteurs des véhicules qui distribuent le courrier aux E.-U., des chariots de manutention, des voitures expérimentales ainsi que les petits récepteurs de TV.

Tout en contribuant ainsi à la lutte contre la pollution de l'air, le plomb vient aussi à l'aide de l'artisan. Un nouveau produit appelé « soldersheet » connaît un grand succès parmi les bricoleurs ; c'est une plaque d'acier fibreux très poreux imprégnée de soudure plomb étain. On peut en découper un morceau avec des ciseaux, lui donner une forme appropriée avec les mains, l'appliquer contre une partie de gouttière qui fuit ou sur une surface métallique quelconque, et le souder en place en chauffant simplement. Même si vous soudez un morceau au plafond, la soudure ne tombera pas.

Il est évidemment impossible de parler de tous les métaux dans un seul article. Nous avons parlé seulement des métaux connus depuis longtemps, que l'on croyait devoir être

(Suite page 124.)

Les métaux prennent leur revanche

(Suite de la page 81)

supplantés par des matériaux nouveaux, et qui ont repris une place importante grâce à la mise au point de nouvelles formes et d'alliages nouveaux. Beaucoup de ces métaux ont même fait leur entrée dans des domaines complètement nouveaux. Cela ne concerne bien sûr que les métaux connus depuis longtemps — les nouveaux métaux n'ont pas eu le temps d'être déçus.

Un de ces nouveaux venus est le hafnium, que l'on ne trouve en quantité commerciale que depuis une dizaine d'années. Sur le plan pratique, il n'est utilisé que dans les réac-

teurs nucléaires. Le scandium est presque une curiosité — lorsque l'on en produisit une livre dans un seul endroit pour la première fois en janvier 1960, cela fit du bruit dans le monde scientifique. Sur le plan pratique, on s'en sert surtout sous forme d'isotopes radio-actifs de signalisations pour le forage des puits de pétrole et pour les travaux d'analyse. Il y a aussi le thallium pour lequel on a suggéré de nombreuses applications mais peu d'usages pratiques lui furent trouvés. L'un des éléments les plus rares est le tellurium (tellure), qui est à peu près aussi abondant que l'or avec lequel il est souvent associé. Le tellure a trouvé quelques applications dans les dispositifs thermo-électriques et dans la métallurgie.

La concurrence des matières plastiques et les besoins d'une technologie aéronautique en

L'importance de ces nouveaux progrès pour les différentes branches d'activité.

● **Agriculture.** Les bâtiments à couverture métallique n'exigeront que très peu d'entretien extérieur, pourront prendre des formes plus fonctionnelles et plus décoratives, avec l'utilisation de matériaux tels que l'acier à patine, le plomb et l'aluminium. Les métaux qui résistent à la corrosion n'ont pas besoin de beaucoup d'entretien.

● **Automobile.** On envisage des radiateurs en aluminium pour beaucoup de voitures de série en 1969. Des ventilateurs en acier inoxydable souple, refroidiront mieux les moteurs qui auront à prendre en charge le conditionneur d'air, les dispositifs anti-smog et une vitesse plus grande. Les parties chromées noires éblouiront beaucoup moins.

● **Technique aéronautique.** C'est ici que l'on verra les plus grandes transformations exigées pour l'évolution. On a déjà des avions construits entièrement en titane ou en aluminium. Les fibres d'acier, le beryllium, le magnésium et tous les nouveaux métaux ou alliages créés presque chaque jour vont favoriser des progrès que l'on ne peut encore imaginer.

● **Les produits de consommation.** Du papier d'acier pour l'emballage, des instruments de musique et des boîtes de bière en aluminium, des peintures galvanoplastiques, des maisons faciles à réparer avec des plaques métalliques, des batteries d'un nouveau genre pour les usages les plus variés, depuis les autos électroniques jusqu'aux récepteurs de TV en miniature.

● **Construction.** On verra de grands changements avec les éléments chauffant extramince, les joints en acier inoxydables, les toits couverts d'alliages de titane, zinc, cuivre, de plomb ou d'autres métaux.

● **L'exploration en profondeur.** L'exploration des grandes profondeurs de l'océan s'est heurtée aux problèmes de la corrosion par l'eau de mer et des grandes pressions. On a trouvé de nouvelles méthodes d'utilisation de l'aluminium, de l'acier inoxydable, de l'acier d'outil, du magnésium et d'autres alliages ou métaux.

● **Navigation.** Les navires, les chalutiers de pêche, les yachts, même les petits bateaux de plaisance entièrement construits en aluminium, ont ouvert de nouvelles perspectives pour la navigation maritime commerciale ou privée. Le titane a fait ses preuves sur les voiliers et sera de plus en plus utilisé à mesure que son prix baissera. Des coques à bordé d'acier inoxydable naviguent déjà dans les eaux intérieures.

● **Médecine.** L'acier organique fait une apparition sensationnelle dans l'art des prothèses dentaires. Le titane et l'acier inoxydable sont déjà utilisés pour d'autres prothèses organiques.

● **Applications militaires.** L'aluminium est employé pour la construction de véhicules blindés parachutables, et pour alléger les chars de combat. On peut également s'en servir comme blindage sur les avions. Le titane et le magnésium ainsi que les aciers spéciaux trouvent chaque jour de nouvelles applications militaires.

pleine expansion ont suscité des efforts de recherches et de développement qui ont créé de nouvelles formes et de nouvelles applications pour les métaux, leur permettant de tenir leur rang dans une technologie en pleine évolution.