

LE BATIMENT

L est classique, lorsque l'on traite des applications de l'aluminium dans le bâtiment, d'évoquer la coupole de l'église San Gioacchino, à Rome, la statue d'Eros, à Piccadilly Circus, la toiture de la Maison Oberhof, en Suisse, toutes constructions édifiées autour de 1900 (n° 249 - 1957). Nous contribuerons à ce rappel en citant les alliages d'aluminium pour le bâtiment, présentés par M. Corbin à l'Exposition Universelle de 1900.

Depuis cette période proto-historique jusqu'à la dernière décennie, rien de très saillant; 1927 est néanmoins une année faste avec les sept portes des Galeries Lafayette et le couronnement du clocher de l'Église Évangélique allemande à Pittsburgh, juste en face du futur building de l'Alcoa.

Après la Libération, l'aluminium apparaît essentiellement comme un matériau de toiture : chape souple, tasseaux et agrafures, joint debout, « ardoises ». C'est dans ces conditions qu'il fut utilisé pour la réfection de nombreuses couvertures, en particulier dans le Vercors et aussi la toiture du Grand Palais, à Paris (nos 113 - 1945 et 130 - 1947).

En Grande-Bretagne, où les ravages du blitz avaient amené d'immenses et urgents besoins de logements, certaines usines de l'industrie aéronautique furent reconverties pour préfabriquer des maisons Airoh, construites à près de cent mille exemplaires en mettant en œuvre de l'aluminium de récupération provenant des avions abattus. Les ambitions étaient limitées à une durée de dix ans, le temps, pensait-on, de construire le définitif nécessaire. Ces maisons Airoh étaient fort astucieusement établies et le seul reproche que l'on aurait pu leur faire était de ne pas avoir été construites avec un bon métal; pourtant, bon nombre ont magnifiquement résisté aux intempéries; elles comportaient, en particulier, des fenêtres en aluminium fondu (n° 145 - 1948).

A peu près à la même période, et également dans un but de reconversion, la société aéronautique Bristol entreprit la construction d'un prototype d'école préfabriquée. Un de ces modèles à deux classes (de 200 m²) fut amené à Paris dans deux avions Bristol Freighter et érigé 30, boulevard Victor-Hugo, à Neuilly-sur-Seine, en 28 heures, les 7 et 8 avril 1949, par les soins de la Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Sud-Est (n° 154 - 1949).

Nous arrivons ainsi au début de la dernière décennie sans politique technique bien marquée, avec une consommation de l'ordre de 1 000 tonnes/an, représentant moins de 1,5 % de l'utilisation totale. L'exemple américain, avec son développement accéléré, montrait qu'il s'agissait pourtant d'un marché qui deviendrait très important.



Pratiquement, les applications de l'aluminium dans le bâtiment dépendent, en France, de :

— Huit mille architectes, dont mille construisent effectivement, et quatre cents construisent beaucoup. Or, l'architecte surchargé n'a pas le temps de se documenter très complètement sur les nouveaux matériaux et procédés; il laisse le soin des études détaillées aux entrepreneurs ;

— Cent soixante quatorze mille entrepreneurs (dont douze mille sont des entreprises de charpente-serrurerie, et trente et un mille de couverture-plomberie); il y a peu de grosses entreprises, peu de techniciens et c'est encore, le plus souvent, le règne de l'artisanat, avec une pénurie incroyable de main-d'œuvre qualifiée;

— Les maîtres de l'ouvrage sont des particuliers, des coopératives de construction, H.L.M. et autres, les Ministères et Administrations, les services des Travaux Neufs des Grandes Sociétés, des Conseils Municipaux, etc., c'est-à-dire des millions de personnes. Ils présentent, en commun, la crainte du nouveau.

Pour amener à l'aluminium une clientèle aussi multiple que particulière, il fallait prêcher d'exemple et fournir des produits finis en métal léger spécialement choisis, car un architecte ne peut rien faire avec une tôle de deux mètres sur un, pas plus qu'avec six mètres de profilés. Dans ce but, les transformateurs de demi-produits et L'Aluminium Français avaient créé, aussitôt après la guerre, la SECIP, dans le but d'exploiter une idée de bloc d'eau considéré comme le cœur de l'habitation. Cette affaire fut transformée en Société Technique pour l'Utilisation des Alliages Légers, retrouvant le sigle d'un studio de décoration, créé avant-guerre par L'Aluminium Français. La nouvelle STUDAL devait d'abord constituer le Service de Vente des Ateliers Jean Prouvé, de Maxéville, près de Nancy.

Jean Prouvé est une figure très attachante du groupe des jeunes constructeurs qui voulaient faire entrer un souffle nouveau dans un milieu sclérosé, il faut bien le dire. Il débute en 1925 dans un petit atelier de ferronnerie, au moment où Le Corbusier rompt des lances pour la « Cité Radieuse » (exposée par Gabriel Voisin à l'Exposition des Arts Décoratifs de 1927).

Jean Prouvé se spécialise dans le travail du métal en feuille; constructeur aux idées originales et au crayon habile, hautement estimé par les architectes, il trouve dans l'aluminium, après la guerre, un matériau répondant complètement à ses conceptions et qui lui permet de progresser sur une voie déjà marquée par des réalisations en tôle d'acier. La façade, en panneaux mécanisés comme des portières d'automobiles, de la Fédération du Bâtiment, rue La Pérouse, à Paris; les groupes scolaires de Vantoux, près de Metz, de Bougueval (Seine-et-Oise); l'École maternelle de quatre classes édifée à Martignes (nos 190 - 1952 et 202 - 1953), les sheds de l'imprimerie Mame, à Tours (n° 209 - 1954) sont des réussites.

Pour ces constructions, Jean Prouvé transpose à l'aluminium un procédé de couverture qu'il avait précédemment réalisé en acier; composé de bandes d'aluminium avec des bords relevés, il permet de réaliser économiquement des toitures étanches à faible pente. Studal diffuse, autour de 1950, cette technique sous le nom de « bac » avec un grand et rapide succès, car elle était d'une mise en œuvre facile (n° 207 - 1954).

D'autre part, les transformateurs sont incités à faire des matériaux spéciaux pour le bâtiment. Ils produisent des profilés filés d'épaisseur réduite, donc plus économiques, parfaitement dressés aux tolérances demandées. Ils

laminé des tôles spéciales, fabriquent des tôles perforées, plient sur machines à galets des bardages et des tôles ondulées, créent des installations importantes d'anodisation et de traitement de conversion.

La deuxième partie de l'effort de pénétration dans le monde du bâtiment a été une action d'information : conférences dans presque tous les chefs-lieux de départements sous l'égide de l'Association Provinciale des Architectes Français, bourses à de jeunes architectes et enfin relations personnelles entre les membres de l'industrie de l'aluminium et les architectes.

La première manifestation dans ce sens est une visite à Milan en 1955 à laquelle prennent part vingt-neuf architectes accompagnés par des membres de L'Aluminium Français et des représentants des transformateurs. Cette ville est un des meilleurs exemples à montrer d'emploi généralisé de menuiseries en aluminium et de tenue dans le temps de ces produits, grâce au premier building de la Montecatini, construit il y a près de vingt ans. Les visiteurs sont frappés par l'ampleur et le luxe des « palais » construits par les grandes sociétés industrielles, Olivetti, Sirti, Rossi qui ont repris à leur compte les traditions des grands banquiers de la Renaissance. Il serait, évidemment, souhaitable que le mécénat trouve un terrain aussi favorable en France.

L'année suivante, un quadrimoteur Constellation emmène cinquante architectes français faire un voyage de quinze jours aux États-Unis où ils visitent New York, Pittsburgh, Chicago, Saint-Louis, Detroit et Boston (n° 238 - 1956). Dès lors, le mouvement est lancé et l'importance des réalisations qui apparaissent aujourd'hui montre bien la réussite de cette campagne d'information. On a, en effet, consommé 17 000 tonnes d'aluminium dans le bâtiment en 1962, soit un doublement en cinq ans. Nous allons examiner l'évolution, l'état actuel et les perspectives d'avenir des différents domaines d'emploi que nous traiterons dans l'ordre suivant :

- Toitures;
- Menuiseries métalliques;
- Panneaux de façade et murs-rideaux;
- Cloisons;
- Plafonds;
- Bardages industriels;
- Mobilier et décoration;
- Écoles et constructions industrialisées.

LES TOITURES

C'est l'application qui démarre en premier. Nous sommes loin en avance sur les autres pays, aidés en cela par l'habitude que l'on a, en France, des toitures métalliques, en particulier en zinc et par le fait que l'architecture moderne veut des toitures plates.

Complexes bitume-aluminium. — On commence avec des feuilles minces d'aluminium de 0,08 mm collées sur des complexes à base de bitume et utilisés comme revêtements d'étanchéité; l'aluminium protège le complexe contre l'effet oxydant de l'infrarouge et complète l'isolation en raison de son pouvoir réfléchissant; il donne au revêtement un aspect plus agréable.

De nombreux complexes à âme en fibre de verre, revêtue de feuille mince d'aluminium de 0,05 mm d'épaisseur, donnent toute satisfaction dans les régions très pluvieuses.

Tôle ondulée. — Dès que le prix des tôles d'aluminium rend possible leur emploi en couverture, on utilise les tôles ondulées 76 x 18; elles donnent naissance à l'Alutoit, particulièrement économique, en alliage garanti par une marque de qualité apposée par le fabricant; elles peuvent être réalisées en 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1, et 1,2 mm d'épaisseur, en largeurs de 0,9 ou 1,25 m et en toutes longueurs.

La pente de toiture à prévoir est de 25 %; elle peut être réduite si la tôle couvre tout le rampant et si l'on utilise un mastic d'étanchéité.

Tasseaux et joints debout en longues feuilles. — Le système à tasseaux et agrafures, employé avec le zinc, et le système à joints debout, employé avec le cuivre, ont été transposés à l'aluminium dès que les conditions de vente rendent ce dernier concurrentiel. La possibilité d'obtenir des bandes de grande longueur apporte une amélioration en supprimant les agrafures transversales, ce qui permet de réduire la pente. On utilise l'aluminium demi-dur en rouleaux de 50 m.

Système Couvral. — Le système Couvral, d'origine autrichienne et fort répandu en Suisse, est utilisé en France depuis 1950; ces éléments préfabriqués se composent de bandes de grande longueur d'environ 60 cm de largeur, présentant des nervures transversales embouties qui donnent la rigidité et servent à l'accrochage en s'engrenant dans une crémaillère fixée sur un litelage. Ces bandes se déroulent parallèlement aux chéneaux en commençant par le bas, à la manière des couvertures des maisons privées américaines (n° 183 - 1951).

Bacs autoportants. — Après la guerre, on essaya de lancer des bâtiments préfabriqués de différents types. Un groupe de villas est réalisé à Meudon par Jean Prouvé. Les bacs de toiture sont la révélation de cette tentative. Ce sont de grands éléments tuilés, en tôle d'aluminium de 0,7, 0,8, ou 1 mm, dont la longueur est en principe celle du rampant de la couverture. Une onde longitudinale sur chaque rive assure l'étanchéité entre deux bacs et leur fixation; une onde centrale donne de la rigidité. La fixation est celle des tôles ondulées : boulons-crochets sur charpente en fer, tirefonds sur charpente en bois; des rondelles plastiques et des coupelles embouties assurent l'étanchéité à l'endroit des fixations. Lancés en fin 1952 par Studal, les bacs autoportants connaissent un rapide succès en raison de leurs avantages : utilisation possible sur les toitures à très faible pente; rigidité suffisante pour supprimer le voligeage; facilité et rapidité de pose par un personnel non spécialisé. En 1954, la Société Industrielle et Commerciale du Cuivre met sur le marché, sous le nom d'Alusicc, un élément de toiture analogue.

Différents problèmes doivent, cependant, être mis au point : problèmes de condensation résolus par une ventilation convenable; problèmes de vibration produisant des bruits désagréables pour les occupants et amenant des ruptures de fatigue. Des essais faits en collaboration par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, le Service des Recherches de Chambéry et le Centre Technique de l'Aluminium précisent les formes et les conditions de fixation des bacs; on montre que des bacs en aluminium peuvent résister cinquante ans sans craquer aux vents de la Pointe Saint-Mathieu.

Un traitement Alodine en continu permet d'obtenir des bandes Couvral, des bacs ou des éléments de

oiture d'une couleur vert pâle qui répond aux reproches de brillance que l'on adresse parfois aux toitures en aluminium nu.

Sheds préfabriqués. — Studal produit des sheds préfabriqués dérivant de ceux de l'Imprimerie Mame, qui autorisent des portées entre appuis de 5 à 8 m, modulés sur 1,75 m. La couverture est constituée par des bacs dont une extrémité arrondie détermine le faitage. Les fermettes et les pannes sont en acier. La façade verticale est vitrée. Les bacs reçoivent en sous-face un traitement d'insonorisation, qui réduit en outre les risques de condensation.

Toitures autoportantes. — Une tôle ondulée cambrée en arc, dont les extrémités s'appuient sur des bases solides, constitue une toiture autoportante. Un inventeur belge a réalisé, sur ce principe, la couverture Omega qui permet d'obtenir des portées de 12 à 15 m. Réalisée à de nombreux exemplaires, elle donne toute satisfaction.

Ajoutons que, de la même façon, on a recouvert aux États-Unis de très grands réservoirs d'eau.



Le débouché « toiture » représentait, au total, 1 678 tonnes en 1954, soit un doublement en cinq ans. Toutefois, depuis 1957, les bandes et accessoires, bacs et Couvral n'ont guère varié (2 794 tonnes en 1957 contre 2 779 en 1961). Toute la progression est donc venue de la tôle ondulée Alutoit qui est passée, en métropole, de 57 tonnes à 1 342, ce qui correspond à un doublement en un an et demi, sans équivalent dans aucune autre branche. Cette forme de tôle ondulée est très appréciée dans les bâtiments industriels; la vente au détail par les quincailliers est encore peu développée, ce qui fait que sa pénétration dans le domaine agricole est faible.

Par contre, son succès dans l'exportation africaine est considérable, à cette restriction près que la forme sinusoïdale des ondes amène une certaine lassitude qui pourrait être évitée avec d'autres produits à ondes trapézoïdales.

En résumé, des progrès pourraient être enregistrés dans la toiture au cours des prochaines années :

- Par la formation du personnel des entreprises, en particulier aux méthodes convenables de soudo-brasage;
- Par une plus large information auprès des architectes et des maîtres d'ouvrages;
- Par la mise au point de types nouveaux de couverture, moins onéreux, de portée plus grande ou même autoportants;
- Par le développement des traitements de surface, conversion chimique ou laquage en bandes.

MENUISERIES

On cite, parmi les plus anciennes menuiseries en aluminium, celles de l'Empire States Building et du Rockefeller Center, ainsi que du Palaccio Montecatini et du Collège de Cambridge. En France, les premières études pour l'utilisation de l'aluminium dans les fenêtres ont lieu en 1937; elles sont effectuées par l'ancien studio Studal en collaboration avec les Établissements Douzille et ont pour but l'équipement des nouveaux bâtiments de la Banque de France; la guerre fait échouer ce projet.

Pendant l'occupation, les Établissements Douzille réalisent les portes et les fenêtres de la façade et du hall du Centre Technique de l'Aluminium, inauguré en 1949; c'est la première menuiserie en aluminium construite en France; elle est constituée de profilés tubulaires assemblés par des équerres et anodisés. Entretien régulier, mais simplement, ces belles pièces ont conservé leur aspect d'origine.

À la Libération, la Société de Construction en Métal Léger, dirigée par M. Zilli, fait filer par la Cégédur des profilés tubulaires de menuiserie métallique à parois minces, de 1,5 mm d'épaisseur. Les fenêtres à la française et celles avec ouvrants battants à soufflets, réalisées avec ces profilés, sont montées en 1948 à la Gare routière Citroën de la Porte Maillot, puis sur un immeuble de l'avenue Marceau, à Paris et à la Banque Populaire de Choisy.

Au début de la dernière décennie, quelques firmes sont intéressées par ce nouveau débouché, les Établissements Borderel et Robert, les Menuiseries Métalliques Modernes. Les Établissements Schwartz-Hautmont, sur l'impulsion de M. Jean-Michel Schwartz, à l'instar des Britanniques et pour obtenir un prix abordable, produisent des fenêtres à la française et des fenêtres guillottes en aluminium coulé en coquille, les premières par les Fonderies Montupet, les secondes par la Fonderie d'Aluminium Spécialisée; les outillages comportent un relevage pneumatique du moule et l'insertion de platines de gâches en acier. L'usinage de ces pièces est effectué sur des montages successifs; on réalise, par exemple, soixante-dix-huit perçages et taraudages en quatre minutes (n° 182 - 1951).

Le prix est comparable à celui de l'acier, mais plus élevé que le chêne. Cinquante mille fenêtres et claustras de ce type sont fabriqués dont douze cent cinquante pour les bâtiments provisoires de l'O.N.U., à Paris.

Alors qu'en 1955, la fabrication française de menuiseries métalliques consomme 200 tonnes d'aluminium, aux États-Unis cet emploi atteint 155 000 tonnes. Nous utilisons alors en moyenne 1 kg de fenêtre en aluminium par logement nouveau; les Suisses arrivent à 70 kg et les Américains 124 kg.

La méthode de pénétration commerciale américaine consiste à : d'abord fabriquer une fenêtre de bonne qualité, en aluminium, pour les habitations, bureaux et bâtiments publics d'un certain niveau, c'est-à-dire capables de payer plus cher pour avoir une menuiserie plus belle, plus durable et demandant moins d'entretien. On fait connaître ce produit par un effort de prospection et de publicité intervenant pour 30 à 40 % du prix de vente. On assure les architectes et les entrepreneurs sur le standing de cette fenêtre en créant, avec les trente-cinq principaux fabricants, une association qui établit un cahier des charges, une normalisation et un label de qualité. Grâce à cette politique, la fenêtre en aluminium intervenait, il y a déjà dix ans, pour 15 % du marché américain (acier 50 %, bois 35 %). Depuis, ces chiffres ont été considérablement améliorés.

Il y avait donc en France, en 1955, un gros retard à rattraper. C'est à ce moment que se produit le boom ! En 1957, on atteint 1 100 tonnes, 2 400 tonnes en 1959 et 2 700 tonnes en 1961...

De nos jours, on recense trente et un producteurs de menuiserie en aluminium qui fabriquent tous les systèmes de fenêtres : à la française, à l'anglaise, à l'australienne, à l'italienne, à guillotine, basculante, pivotante, à soufflets,

oscillo-battantes, a projection, etc. Des portes-fenêtres de tous types sont également réalisées en alliage d'aluminium.

Quelles sont les raisons de cette vogue ?

- Un bel aspect décoratif;
- Une totale inertie hygrométrique, alors que le bois se déforme constamment, gonflant ou se desséchant suivant les saisons;
- Une grande rigidité due à l'emploi des profils tubulaires;
- Une moindre section des membrures ce qui, pour une même ouverture, augmente la surface d'éclaircissement;
- La suppression de l'entretien et de la peinture;
- Une étanchéité parfaite, encore jamais obtenue.

Actuellement, on peut trouver des fenêtres en aluminium à bon marché pour les H.L.M. ou luxueuses, à 1 000 F pièce, pour les bureaux, les administrations, les banques, etc. Ces dernières ne sont d'ailleurs pas les moins prisées puisqu'elles ont valu à Schwartz-Hautmont des commandes de plusieurs milliards d'anciens francs (n° 240 - 1957).

En 1942, lors de la création des menuiseries métalliques du Centre Technique, il était logique de penser aux alliages aluminium-magnésium A-G3 ou A-G5, dont la résistance à la corrosion est excellente, qui se soudent bien, qui offrent un bel aspect après anodisation et dont les caractéristiques mécaniques sont convenables; l'A-SG était également valable, bien que nécessitant un traitement thermique de trempe et de revenu; un constructeur utilisa même l'A-Z4G, séduit par une charge de rupture de 35 kg/mm².

Mais il apparaît rapidement que le succès de la menuiserie en aluminium dépend, avant tout, de la bonne solution apportée au problème du filage. Or, les A-G3, A-G5 et A-SG se filent lentement et difficilement. Par contre, l'A-GS se file vite et facilement; les caractéristiques mécaniques sont convenables; d'ailleurs, il importe surtout d'obtenir des ouvrants rigides, ce qui dépend du module d'élasticité, lequel est sensiblement le même pour tous les alliages.

L'A-GS, qui ne nécessite pas de trempe à l'eau, est, de ce fait, universellement employé, à quelques nuances près. En effet, le prix élevé des profilés pour menuiseries métalliques réalisés avec d'autres alliages est dû, en grande partie, à la main-d'œuvre importante nécessitée pour le dressage manuel des profils déformés à la trempe.

En ce qui concerne les formes, la plupart des constructeurs de fenêtres employaient, depuis longtemps, des profilés d'acier laminé dits UTM, et les premiers profils d'aluminium furent la reproduction fidèle de ceux-ci. Le dessin des fenêtres était, lui aussi, inchangé.

Rapidement on s'aperçoit que l'aluminium autorise des formes extrêmement variées et permet d'utiliser la matière au mieux des nécessités fonctionnelles de chaque élément. Par exemple : on adopte un profilé tubulaire pour un ouvrant de fenêtre, on ajoute une nervure utile pour une fixation, une rainure à queue d'aronde pour clipper un joint plastique; on doit remarquer que les joints plastiques (néoprène, chlorure de polyvinyle) ont permis de réaliser des menuiseries dont l'étanchéité n'avait encore jamais été atteinte. On diminue l'épaisseur des sections pour gagner du poids et abaisser les prix (n° 298 - 1962).

On est presque tenté de dire que les profilés d'aluminium se produisent trop facilement, car chaque constructeur peut faire exécuter, pour un prix abordable, un modèle

de son choix. Il n'est pas rare que certains d'entre eux disposent en propre de quelque trois cents ou quatre cents filières. De ce fait, les transformateurs reçoivent des commandes extrêmement variées, qui ne permettent pas d'obtenir une production de série économique.

Dans la conception de ces profils, des perfectionnements ont été apportés de façon à diminuer la main-d'œuvre nécessaire pour l'assemblage. On est parti d'équerres vissées, puis on a pratiqué le soudage par étincelage; aujourd'hui les systèmes sont multiples : équerres rivées ou assemblées par des Rivklés ouverts ou borgnes, par des vis pointeau, équerres emmanchées à force, assemblages par vis, collage même.

Le volume de glace est tenu contre une butée du profil par un bain de mastic avec ou sans parclose, par un joint de néoprène, filé, ou une autre matière plastique, pris ou non dans une gorge du cadre; s'il y a des parcloles, elles sont agrafées, clippées ou vissées (n° 263 - 1959).

On doit signaler l'apparition assez récente, à l'étranger, de profilés de fenêtres en aluminium avec une coupure thermique. Il s'agit, en réalité, de deux profilés en aluminium accouplés à l'aide d'un profilé intermédiaire en un plastique spécial isolant, qui n'interdit ni la soudure, ni les autres usinages ou traitements. Cette disposition, assez coûteuse, est surtout utilisée dans les pays à climat rigoureux.

On fait de plus en plus de projets avec des menuiseries en aluminium, ce qui explique pourquoi il y a de plus en plus de fabricants de fenêtres. Les recrues proviennent soit d'une autre activité, soit de la menuiserie acier, soit même de la menuiserie bois, corporation qui s'intéresse activement à cette question. Quelques-uns de ces menuisiers ont adopté des systèmes mixtes comportant une membrure en bois, apparente de l'intérieur et habillée d'aluminium sur ses faces extérieures.

Pour les fenêtres entièrement en métal, on peut citer ACPM-Studal, Aluminex, Alusicc-Curtisa, Barre-Mathieu-Passadat, Coframenal, Avial-Noral, Dalmas, Fenêtral, La Fenêtre Automatique, les Fils de Rémy Tellier, Forge-Fer, France-Alliages Légers, Menuiserie Métallique Moderne, Société Métallurgique de Saint-Louis, SCAN, Schaudel, Schwartz-Hautmont, SCML, SEAL, SECM, SIGEAC, STEP.

Pour les fenêtres aluminium et bois, on trouve Barthélemy, Bel, Guérin, plus une quantité de menuisiers « bois » qui utilisent les profilés des Établissements Fildier, lesquels coupent, grugent, percent, taraudent des éléments en aluminium pour des fenêtres mixtes à la française, basculantes, coulissantes, etc.; les montants des ouvrants et les rejets d'eau sont en aluminium, le dormant, les traverses hautes et basses de l'ouvrant et le montant de la gueule de loup restent en bois. On obtient ainsi des prix qui deviennent concurrentiels avec le bois pour les H.L.M. tout en présentant des qualités supérieures.

Enfin, deux firmes, Aluminium Service et Sodial, distribuent en vente libre des profils et des accessoires permettant de réaliser, par petites quantités, des menuiseries en aluminium avec un personnel non spécialisé, les éléments étant préparés, coupés à longueur, percés, etc., pour être prêts au montage.

Dans cette branche, le bon départ est pris et, si nous sommes encore très loin du but final, il n'en reste pas moins que cette application apportera les plus forts tonnages. Pour en être convaincu, il suffit de savoir que la consommation double en trois ans.



Balcons, auvents et menuiseries en aluminium du bâtiment central de la façade Sud de l'aérogare d'Orly.

PANNEAUX DE FAÇADE ET MURS-RIDEAUX

Il s'agit là de l'application la plus spectaculaire et, sans doute, la plus connue de l'aluminium dans le bâtiment. Précisons tout de suite que le panneau de façade est un élément que l'on monte entre certaines parties de la structure (planchers, poteaux) qui restent apparentes; le mur-rideau est un ensemble de panneaux de même nature que les précédents, qui se raccordent entre eux et qui sont disposés en avant de l'ossature, comme un rideau, d'où son nom.

Le plus ancien exemple de mur-rideau et aussi un des premiers emplois de l'aluminium électrolytique, est une maison de seize étages édiflée à Chicago, pour l'Exposition Universelle de 1893 et dont la charpente d'acier est revêtue de plaques d'aluminium à 10 % de cuivre, mesurant 80 x 50 cm en 5 mm d'épaisseur.

La révélation du mur-rideau moderne a été le building de l'Alcoa construit en 1951 (*n^{os} 195 et 202 - 1953*), entièrement revêtu de panneaux d'aluminium sur ses quarante-quatre étages. Bien d'autres buildings de ce type ont suivi.

L'apparition que l'on peut qualifier de triomphale du mur-rideau et du panneau de façade dans l'art de construire est due à une mutation du mur porteur, qui n'est plus employé que pour les constructions ne comportant pas plus de quatre étages. Les grands bâtiments, dont l'emploi se développe d'une façon irrésistible, sont toujours montés sur une ossature en béton armé ou en acier. Les murs n'ont donc plus qu'un rôle de barrière isolante. Pendant longtemps, on a continué à réaliser des remplissages de l'ossature entre planchers avec des matériaux traditionnels, briques, agglomérés, pierres même.

La nécessité de construire beaucoup, vite et à bas prix, sans main-d'œuvre spécialisée, a conduit à imaginer des panneaux de remplissage fabriqués économiquement en usine, grâce à une mécanisation des moyens techniques. Deux systèmes ont été dégagés : la préfabrication lourde et la préfabrication légère.

Dans le premier cas, on fabrique des panneaux en béton armé avec leurs revêtements intérieurs et extérieurs et leurs menuiseries; les matériaux sont bon marché et on arrive à un bon prix de revient; toutefois, ces panneaux sont très lourds et ne peuvent être transportés à plus de 50 km du lieu de fabrication.

Il faut donc implanter des « usines » importantes à côté des chantiers conséquents.

La préfabrication légère consiste à utiliser des matériaux non traditionnels et à les mettre en œuvre dans de véritables ateliers de mécanique avec toutes les ressources de la technologie : presses à emboutir, plieuses de grandes dimensions, machines à souder, etc. Le poids des éléments, très réduit, permet un acheminement facile sur les lieux de construction.

Jean Prouvé a été un novateur dans ce domaine. Il propose, vers 1935, à deux architectes courageux, MM. E. Baudoin et Lods, un parti de façade légère dans lequel les longues portées de l'ossature sont remplies par des panneaux en tôle d'acier pliée, de 1 mm d'épaisseur. Ce type de construction est utilisé pour la Maison du Peuple à Clichy et pour le Club-House Roland-Garros à Buc; dans cette dernière construction, les panneaux

verticaux de 4,5 x 2,5 m ont leurs deux faces en tôle, avec isolement en laine de verre et suppression du pont thermique entre l'extérieur et l'intérieur, c'est-à-dire les caractéristiques des murs-rideaux modernes (*n^o 220 - 1955*).

Pendant la guerre, Prouvé songe à un métal inoxydable, l'aluminium. Il prend contact avec les ingénieurs de l'Aluminium Français, expose ses idées et, de fil en aiguille, on en arrive à l'organisation bicéphale Maxéville-Studal qui débute par une production étincelante :

— La grande façade du Palais de la Foire de Lille; architectes Philippe Roy, P. Herbé et M.L. Gauthier, 1950 (*n^o 179 - 1951*);

— La façade de la Fédération du Bâtiment, rue La Pérouse; architectes Gravereaux et Lopez, 1950 (*n^o 181 - 1951*);

— La caserne des pompiers de Bordeaux-La Bastide; architecte M. Ferret, 1953 (*n^o 215 - 1954*);

— La Caisse Régionale d'Assurances-Vieillesse des travailleurs salariés du Sud-Est, à Marseille; architectes MM. Sourdeau, Crozet et Bremond, 1953 (*n^o 286 - 1961*);

— La Cité Administrative de Bayonne; architecte M. Remondet, 1955;

— La Salle des Congrès de Royan; architectes MM. Ferrel, Courtois et Lallier, 1956;

— Le sanatorium Rhône-Azur, à Briançon; architectes MM. Arati et Boyer, 1956 (*n^o 246 - 1957*);

— L'usine de Saint-Egrève de la Société Française Radio-Électrique, architecte M. André Gutton, 1956 (*n^o 256 - 1958*), pour ne citer que les principales réalisations.

Les techniques se perfectionnent au fur et à mesure des expérimentations et, à côté de Studal, d'autres sociétés interviennent dans ce domaine : la SCAN d'abord, puis les fabricants de menuiseries métalliques Aluminex-Chamebel, Barre-Mathieu-Passedat, Borderel et Robert, Coframenal, Schaudel, Schwartz-Hautmont, la Société de Construction en Métal Léger. Après 1957, le mouvement s'accélère encore; interviennent l'Aluminium du Bas-Rhin, Alusicc-Curtisa, Avial-Noral, Barthélemy, Bel, CIMT, De Dietrich, Forge-Fer, Guérin, Koller, Luchoire, SEAL, SECM, SIGEAC, Société Métallurgique de Saint-Louis et d'autres.

De grandes réalisations apparaissent : l'immeuble des Assurances Sociales de la rue Viala (*n^o 268 - 1959*), le Siège Social de Saint-Gobain à Neuilly, l'Aérogare d'Orly (*n^{os} 287 et 288 - 1961*) qui est un magnifique ensemble encore inégalé, la Maison de la Radio dont l'inauguration est proche.

Maintenant le mouvement est complètement lancé; les bâtiments déjà exécutés servent d'exemples aux autres architectes qui peuvent choisir parmi les nombreux constructeurs les solutions les plus diverses au point de vue aspect, qualité et prix.

L'éventail des applications des murs-rideaux s'ouvre des bâtiments de grand standing, sièges sociaux de grandes sociétés, immeubles administratifs, aux bâtiments moyens, tels qu'immeubles, bureaux, écoles ou lycées, hôpitaux où le traditionnel était encore de règle il y a peu de temps, et même aux constructions type H.L.M. qui apparaissent comme le domaine le plus intéressant parce que le plus vaste, mais aussi le plus difficile en raison des prix concurrentiels auxquels il faut descendre.

La première pénétration est réalisée par l'architecte Marcel Lods pour les six mille panneaux de façade des quinze cents logements de l'opération Marly-Grandes

Terres, représentant 30 tonnes de tôle d'aluminium ondulée, mise en œuvre par l'entreprise de menuiserie De Dietrich (n° 276 - 1960).

La CIMT, avec Jean Prouvé comme ingénieur-conseil, fait des panneaux mixtes économiques (ossature acier, âme en polystyrène expansé, face intérieure en contre-plaqué ou tôle, face extérieure et menuiserie en aluminium); d'importantes opérations ont été réalisées ou sont en cours.

Studal, enfin, est très avancée dans cette voie puisqu'à Sarcelles et à Gonesse, elle est arrivée à un prix tout à fait intéressant avec des panneaux composés pour un tiers de tôles et deux tiers de profilés.



Outre la joie de bâtir, avec les matériaux d'aujourd'hui, l'architecture de son temps, les panneaux de façade et les murs-rideaux présentent les avantages suivants qui expliquent l'engouement dont ils sont l'objet :

— Légers, ils réduisent sensiblement la charge sur les fondations, ce qui permet des constructions de grande hauteur;

— Le montage est très rapide; en 1954, quarante ouvriers recouvrent vingt-deux étages de murs-rideaux en 9 h 28 (n° 212 - 1954); ce gain de temps permet de mettre plus rapidement les locaux à la disposition des locataires, ce qui fait gagner quelques mois de loyer;

— Un panneau d'une épaisseur totale de 5 à 6 cm assure la même isolation thermique qu'un mur de briques pleines de 40 cm; on gagne une surface locative appréciable;

— Les panneaux de façade sont fabriqués en série, en atelier, pendant l'exécution du gros œuvre;

— Les panneaux apportent un style moderne et une couleur nouvelle qui permettent de réaliser des façades d'aspect agréable;

— L'élimination de la poussière qui se dépose inévitablement est effectuée par un simple lavage, comme pour une carrosserie d'automobile.



Les panneaux sont généralement composés de trois éléments :

— Une peau extérieure capable de résister aux intempéries (eau, vent, chaleur), généralement en A5 ou en A-G1 qualité OAl, protégé par une anodisation ou une peinture. Ces surfaces sont en profilés, ou en tôles avantageusement ondulées ou gravées, ou portant des motifs emboutis pour dissimuler, éventuellement, les imperfections de surface. On utilise également, comme revêtement extérieur, de la glace émaillée, des matières plastiques, etc.;

— Un matériau isolant, incombustible, imputrescible;

— Un revêtement intérieur en bois naturel ou reconstitué, en plâtre ou même en tôle, offrant une apparence convenable, une bonne tenue aux coups, une facilité d'entretien et une complète incombustibilité.

Ces panneaux sont montés de façon à permettre leur dilatation suivant les variations de la température extérieure qui peut atteindre 100°C. L'étanchéité est pratiquement assurée par des joints en matière plastique souple (néoprène, chlorure de polyvinyle, thiokol).

Le problème des traitements de surface et surtout

l'anodisation de haute qualité sur de grandes surfaces ont été résolus par des installations modernes et importantes, servies par un personnel très qualifié parmi lequel nous citerons Elmaduc à Gannat, Procol à Saint-Denis, la SGI à Paris et aussi L'Aluminium du Bas-Rhin à Saint-Louis, Cégédur à Faremoutiers, Maier à Marseille, Proctel à Lille ainsi que les installations intégrées de la SCAN et de Schwartz-Hautmont.

On doit rappeler qu'au début de la décennie, l'épaisseur moyenne des couches d'oxyde était de l'ordre de 8 à 10 microns; on conseille aujourd'hui 15 microns. Or, malgré une épaisseur d'oxyde relativement faible, l'aluminium s'est toujours bien comporté lorsqu'un simple nettoyage périodique a pu être effectué.

En ce qui concerne l'esthétique des murs-rideaux, on constate un affinement des lignes et particulièrement des meneaux verticaux. Les premières réalisations comportaient des moulures, cannelures, décrochements. Puis le dessin s'est dépouillé, est devenu plus sobre, avec l'emploi de lignes d'ombre. Il semble que cette tendance résulte de l'influence des architectes italiens qui se sont, les premiers, orientés dans cette voie. Enfin, on a éliminé les vis apparentes sur les parclozes, meneaux et bandeaux pour obtenir un dessin plus pur.

Le développement dans ce chapitre est très important et doit encore s'accroître. On a consommé en 1961 plus de 2 500 tonnes de profilés, soit un doublement en moins de quatre ans.

LES SOUS-PLAFONDS

La création du volume architectural limité en partie haute, non plus par un plafond, mais par un sous-plafond suspendu à une distance plus ou moins grande de la dalle du plancher supérieur, n'est pas une fantaisie gratuite, mais répond à des nécessités dans la construction moderne.

L'examen comparatif de plans d'architecture du début du siècle avec ceux d'aujourd'hui fait ressortir combien le problème de l'habitat s'est compliqué en quelques décades.

A la maison de nos grands-pères, édifée dans des villes calmes, toute simple avec son toit, ses murs et sa cheminée pour tout confort, où il y avait quelquefois l'eau, mais ni ascenseur, ni électricité, ni gaz, ni chauffage central, ni téléphone, ni salle de bains, ni vidè-ordures, ni radio, ni télévision, s'est substitué en quelques générations notre habitat moderne doté de toutes ces commodités.

Lorsqu'il a fallu les adapter à de vieux immeubles, les difficultés ont parfois été telles que la plus élémentaire sagesse a conduit les architectes à prévoir dans les constructions neuves des « gaines », d'abord uniquement verticales et visitables pour l'entretien et les réparations, gaines où toutes les canalisations nécessaires pouvaient être systématiquement groupées et alimenter les étages. Puis on a prévu des gaines horizontales pour distribuer en plan toutes ces canalisations, dans les immeubles résidentiels par exemple.

Mais il s'est avéré bien vite que, pour des immeubles à activité plus intense, bureaux, laboratoires, administrations, hôpitaux, facultés, etc., le problème n'était encore qu'imparfaitement résolu et manquait de souplesse. La véritable solution étant celle des gaines verticales raccordées à une gaine « générale » en plan, à chaque

étage, permettant de « distribuer » à partir des arrivées, en n'importe quel point de ce plan, par le circuit le plus court ou le plus rationnel. Ainsi est née la nécessité de créer des sous-plafonds légers, démontables, ménageant avec le plafond un vide utilisable pour conduire en n'importe quel endroit du plan telle ou telle canalisation.

Lorsqu'on examine en détail des constructions possédant un « système nerveux » extrêmement développé, disons l'aérogare d'Orly ou le Palais de la Radio, par exemple, constructions nécessitant des centaines de kilomètres de canalisations où tout doit être ramené à des tableaux de commandes ou de surveillance, on s'aperçoit que l'acheminement de réseaux aussi complexes est maintenant quasiment impensable sans le concours du système désormais classique : gaines principales générales verticales, gaine générale en plan par sous-plafonds à chaque niveau.

L'aluminium a rapidement conquis dans cette branche d'application une place de premier plan. Pour ces fabrications, il fallait faire léger, facilement manipulable, montable et démontable.

D'une façon générale, chaque système mis sur le marché par les constructeurs comprend l'établissement d'un réseau de profils dont la trame est déterminée par les éléments de sous-plafonds qui viendront s'y fixer.

Les possibilités offertes par la technique du filage à la presse des alliages d'aluminium a permis aux constructeurs de faux plafonds des mises au point intéressantes pour l'établissement de ces profils de réseau (n° 254 - 1958).

On a aussi très rapidement pensé à tirer, de ces sous-plafonds, des partis plus étendus qu'un simple écran dissimulant le cheminement horizontal des canalisations. On leur a très rapidement demandé de participer largement au confort phonique et thermique des locaux qu'ils équipaient.

Insonorisation des locaux. — Dans toute ville moderne où le bruit « permanent » atteint la limite supportable au-delà de laquelle l'organisme humain ne pourrait échapper à des défaillances, insonoriser le mieux possible les locaux d'habitation et de travail devient un impératif majeur. Une simple perforation par trous de petit diamètre, intéressant du huitième au cinquième de la surface des éléments d'un sous-plafond, rend cette surface particulièrement apte à absorber les bruits. Il est extrêmement intéressant d'amortir ainsi, même partiellement, les bruits qui se transmettent, notamment d'étage à étage. Dans les éléments en aluminium généralement exécutés en A5 ne dépassant guère 0,5 mm d'épaisseur, obtenir une perforation ne pose aucun problème technique et se réalise très facilement, d'où une incidence insignifiante sur les prix de revient de l'élément.

Une isolation acoustique plus poussée est également possible par adjonction de matelas de laine de verre, soit posés sur les éléments de sous-plafonds, soit fixés au plafond par un léger voligeage. Cette seconde solution permet un accès permanent, sans dépose de la laine de verre, au vide compris entre plafond et sous-plafond. Ce complément d'isolation acoustique se double d'une deuxième vertu : une excellente isolation thermique, qualité particulière aux laines minérales, laines de verre ou de laitier.

Chauffage — Climatisation. — Enfin, la technique de construction utilisant ces sous-plafonds suspendus a vu naître rapidement des mises au point dont le rationalisme

est incontestable et qui ajoutent d'autres avantages à ceux cités ci-dessus. On a notamment songé à utiliser les supports des éléments du sous-plafond comme des réseaux de chauffage ou de climatisation des locaux. Il a suffi, pour cela, d'établir ces réseaux à partir de tubes « raccordés étanches » et de les alimenter soit en eau chaude, soit en eau froide; c'est le cas du plafond thermo-acoustique Frenger (nos 232 et 233 - 1956).

Les éléments en aluminium, en raison de leur excellente conductibilité thermique et de leur contact bridé sur ces réseaux, transforment la surface totale du plafond en une surface chaude qui restituera par rayonnement son excédent de chaleur au local qu'il couvre. Inversement, en été la chaleur rayonnant aussi bien des objets que des personnes sera absorbée par la surface de plafond maintenue plus froide par un courant d'eau qu'il suffit d'établir dans le réseau.

A l'excellent rendement de ce dispositif, au faible volant thermique qui permet un réglage rapide et automatique, si besoin est, on doit ajouter au moins encore deux considérations importantes à l'analyse, même succincte, d'une telle installation :

1) La sensation de confort est nettement supérieure, même à des températures moins élevées que celles qu'il faut atteindre avec un chauffage par convection;

2) Les surfaces au sol, et celles des murs, sont entièrement libérées d'où un aménagement mobilier ne connaissant aucune servitude. De plus, on élimine les dangers d'accidents ou de dégradations par brûlure ou simplement même par chaleur excessive, si fréquents dans les locaux chauffés avec des appareils dans toutes les zones où sont implantés des points de chauffage.

Pour obtenir une satisfaction totale, il faut seulement que les calculs soient faits par des ingénieurs avertis à qui on apportera les données exactes du problème et qui, éventuellement, compléteront ce chauffage rayonnant en plafond par un chauffage partiel par le sol. Ils éviteront ainsi de dépasser les valeurs modérées acceptables pour un bon équilibre physiologique des gens appelés à utiliser les locaux et la hauteur sous plafond restera généralement pour eux la principale déterminante de la solution à adopter.

Éclairage et sous-plafonds. — Autre avantage du système des sous-plafonds : l'éclairage des locaux. Il peut être varié à l'infini, réglé et dosé à volonté. Souvent, on atteindra ce but aux moindres frais en remplaçant simplement un certain nombre d'éléments complets de plafonds par des plaques translucides de mêmes dimensions. On évitera ainsi l'éblouissement dû aux sources de lumières (lampes, tubes, etc.) que l'éclairagiste aura disposées en ces points. Des effets plus décoratifs pourront toujours être obtenus par le mariage généralement très simple d'éléments de plafonds avec une multitude d'appareils créés et sans cesse renouvelés par les décorateurs éclairagistes.

Récents développements. — L'application de l'aluminium dans les sous-plafonds est née dans cette dernière décennie, d'abord (à notre connaissance) avec le building de l'Alcoa, à Pittsburgh (n° 202 - 1953), puis lancée en France par Vitrex (n° 229 - 1956); la société ACPM-Studal devint son principal promoteur et amena un développement considérable. Cette croissance est d'ailleurs loin d'être terminée bien qu'on compte déjà seize firmes intéressées à la question dans ce court

laps de temps. Elles ont mis au point, chacune, des astuces intéressantes; elles apportent constamment des améliorations à leurs fabrications afin d'arriver à des prix très compétitifs et à la pose la plus simple; elles font un travail fructueux en profondeur pour se faire connaître, recueillent chacune le fruit de ces efforts par des chiffres d'affaires sans cesse en augmentation, des demandes d'études et de remises de prix toujours plus nombreuses. Donc, pas de doute possible, le débouché est important et nous sommes encore loin de la saturation. Pour certaines de ces firmes, le sous-plafond est l'unique raison d'être; pour d'autres, c'est un domaine d'activité ajouté à d'autres fabrications en aluminium. Enfin, certaines firmes qui fabriquent des éléments de sous-plafond depuis quinze ans et plus, qui ont commencé leurs fabrications avec des matériaux autres que l'aluminium, ont très vite compris l'intérêt de ce matériau.

Elles se sont, alors, mises à fabriquer du sous-plafond en aluminium, parallèlement à leurs anciennes fabrications et ont ainsi, non seulement évité une chute de leur activité, mais leur heureuse initiative assure la permanence de leur développement. Dans le numéro 306 - 1963 de notre revue, non seulement une étude assez complète de la plupart des systèmes existant sur le marché a été faite, mais les coordonnées détaillées de ces firmes spécialisées ont été données. Le lecteur ayant un problème de ce genre à résoudre y trouvera bon nombre d'éléments essentiels et la possibilité de frapper à des portes sûres.

Conclusion. — L'adaptation des faux plafonds en éléments suspendus dont une très grande partie est réalisée à partir de l'aluminium et de ses alliages, étant intimement liée et née de la nécessité de bâtir « plus confortable », on ne peut que s'attendre à un élargissement de leur utilisation au cours des années à venir.

LES CLOISONS AMOVIBLES

La subdivision « figée » du volume d'ensemble d'un bâtiment, inhérente à la mise en œuvre de cloisons traditionnelles non porteuses, en carreaux de plâtre ou en briques de 3 ou de 5, avec deux parements plâtre par exemple, ne répond plus, depuis longtemps, à une utilisation fonctionnelle et « vivante » de l'espace disponible.

Beaucoup d'immeubles, les sièges sociaux des grandes sociétés, les grands bâtiments de laboratoire notamment, abritent des activités humaines pour lesquelles des remaniements, des « redistributions » des espaces sont souvent indispensables à leur développement harmonieux.

Ces redistributions peuvent être jugées opportunes de nombreuses fois au cours de la vie même d'un immeuble.

Ces deux notions : subdivision « figée » dans sa forme initiale liée à l'utilisation de la cloison traditionnelle, et nécessité évolutive de remaniements périodiques étaient incompatibles par définition.

S'il était logique de se plier à la seconde, puisqu'elle était majeure, vitale et dictée par un souci de bon fonctionnement des services d'une communauté quelconque dans un espace donné, il fallait donc trouver un moyen autorisant des subdivisions remaniables des grands espaces.

Le problème était clairement défini : l'industrie devait créer de la cloison préfabriquée amovible.

Parmi les premières cloisons amovibles, beaucoup furent réalisées à partir de profilés d'acier pliés au galet et d'éléments de tôle pliés. Cette technique permettait des constructions qui, sans être « légères », étaient néanmoins beaucoup moins lourdes que celles de la serrurerie traditionnelle.

Cette même technique ouvrait à l'acier le domaine du meuble métallique laqué; celui qui était outillé pour faire du meuble métallique pouvait très bien envisager la fabrication de cloisons amovibles. Ce fut le cas.

Il était également possible, dès le départ, de concevoir le marché de la cloison amovible à partir du bois comme élément principal de construction.

On rechercha, au début, des fabrications dont le prix s'écartait le moins possible de celui des solutions traditionnelles. Le désir de mieux satisfaire un utilisateur pour le même prix était peut-être louable, mais il conduisait à des fabrications assez sommaires. Longtemps, on ne se décida pas à accorder à ce poste les crédits qu'il méritait dans l'établissement du devis d'un bâtiment, uniquement parce que la cloison en carreaux de plâtre, devenue pourtant anachronique pour résoudre certains problèmes était, elle, au départ, bon marché.

Apparition de la cloison amovible en aluminium. — Tant que dura cette politique du très bas prix, aucun constructeur d'ouvrages en alliages légers n'envisagea d'entrer en compétition.

Toutefois, peu à peu, pour résoudre des problèmes de cloisonnement plus complexes, pour obtenir des cloisons présentant de meilleures qualités techniques et plastiques, on admit de la payer plus cher au mètre carré posé. La très grande vulgarisation des menuiseries métalliques en alliages d'aluminium détrônant en quelques années et irrémisiblement les menuiseries acier pourtant si appréciées il y a moins de quinze ans, changèrent le climat. L'apparition et le développement rapide des constructions à « murs-rideaux » en aluminium renforcèrent encore la confiance des maîtres d'œuvres et d'ouvrages dans ce matériau. Le « fini » obtenu dans les préfabrications les séduisit et détendit les bourses.

Les premières réalisations de cloisonnement intérieur faisant intervenir l'aluminium ont été le fait de Jean Prouvé et de Studal. Avec les perfectionnements successifs, il devint possible, en 1959, de présenter des cloisons amovibles en alliages légers, d'en dire, sans avoir à rougir, l'incidence de prix à envisager pour l'équipement d'un immeuble, parce qu'à ce prix correspondaient des avantages indiscutables.

L'Aluminium Français présenta en 1959, pour le compte de la société Luchaire sur son stand à « Expomat », au CNIT, un très grand élément en alliage léger. Le public et, bien entendu, plus encore, les spécialistes architectes, constructeurs industriels, chefs d'entreprises s'arrêtèrent nombreux devant cet élément de cloison, posèrent une foule de questions, emportèrent force prospectus. C'était de bon augure.

Il s'agissait d'un ensemble Koller de conception suisse; sa mise au point dans tous les domaines était impeccable et la grande firme française Luchaire, nouvelle venue au bâtiment, avait pris la licence du procédé pour la France. Elle pouvait ainsi apporter, à ses premiers clients, les avantages d'une fabrication déjà éprouvée par plusieurs années de mise en service. Simultanément ou presque, si l'on fait exception d'une réalisation tout à fait spéciale en 1953 par les Établissements Barre-Mathieu-Passepat qui maintiennent cette activité, d'autres sociétés Aluminex-

Chamebel, ATMB, Mullca, Aluminium-Service, sortent des fabrications françaises. Un peu plus récemment, les Établissements Pollet Frères, de Lille, obtenant la licence belge « Cloisall » pour la France, prennent pied à leur tour sur le marché. Toutes ces sociétés, qui présentent des fabrications où l'aluminium joue un rôle important, en commencent la diffusion. Elles augmentent d'autant la gamme des prix et des possibilités de cloisonnements amovibles les plus divers.

Qualités et avantages. — Nous avons présenté à nos lecteurs une des plus importantes réalisations Luchaire avec des cloisons amovibles : l'immeuble Daumal (n° 289 - 1967). La satisfaction certaine et avouée des deux grands clients qu'abrite cet immeuble, la société Arthur Martin et la société Dumez, a permis à Luchaire de « faire passer » ces fabrications dans d'autres projets similaires. Nous ne rappelons que très brièvement ici les principales caractéristiques valables pour la cloison « aluminium », en général, chaque fabricant pouvant, sans aucune difficulté, arriver à des résultats voisins.

Avec une telle cloison, il est facile :

1) D'atteindre de hauts degrés d'insonorisation, aussi bien en partie pleine qu'en partie vitrée et même sur les parties ouvrantes. Pour une grande part, l'absolue étanchéité du système de raccordement des éléments pourra avantageusement être obtenue par des joints plastiques qui concourront à cette insonorisation par l'éviction de tout pont sonore et le caractère antivibratile de la jonction des éléments constitutifs entre eux;

2) D'obtenir une amovibilité 100 % autorisant la pose même sur moquette avec dépose éventuelle ne laissant pas la moindre trace;

3) De varier à l'infini les remplissages :

a) dans les parties pleines, par l'utilisation des parements très divers, du plus modeste au plus luxueux avec totale latitude de mettre un parement très décoratif, « très riche », sur une face, bois précieux verni par exemple et un revêtement plastique lavable sur l'autre si la cloison donne à la fois sur un bureau directorial, une salle de réception d'un côté et, de l'autre, sur un couloir très fréquenté desservant de nombreux bureaux;

b) dans les parties vitrées, par la mise en place de vitrages simples ou doubles, clairs ou translucides, dans certains cas même des vitrages trempés ou armés, et cela dans n'importe quelle partie de l'élément de cloison ou sur toute sa surface si cela est jugé utile.

4) De poser la cloison entre sol et sous-plafond en éléments en staff ou en éléments métalliques moyennant un minimum de dispositions prises en commun entre les deux entreprises, ce qui est déjà règle courante;

5) De se servir des éléments d'armature de la cloison, montants et traverses, comme gaines secondaires pour passage des fils électriques et téléphoniques, la plupart des systèmes employant des profilés filés tubulaires pour des questions de moment d'inertie.

Nous ne pouvons, dans ce tour d'horizon rapide, nous arrêter sur chaque qualité, chaque avantage, chaque possibilité.

Légèreté et inoxydabilité se retrouveront naturellement dans ces ouvrages comme dans les autres domaines et présenteront souvent un intérêt non négligeable. Citons par exemple les constructions démontables où des élé-

ments semblables peuvent constituer les cloisons et des murs ne portant qu'une charpente et un toit légers.

6) D'envisager des fabrications de cloisons comportant des « rangements incorporés ». Des réalisations de ce genre sont faites entre bureaux et couloir; l'élément mobilier incorporé à la cloison sert de « rangement » côté bureau et de vestiaire côté couloir. Une foule d'autres combinaisons peuvent être imaginées, sources lumineuses, tablettes, porte-parapluies, boîtes aux lettres, voyant lumineux, tableau de surveillance, etc. On peut envisager d'infinies combinaisons qui éviteront, aux aménagements de demain, de mettre en place une cloison, puis autre chose sur cette cloison. Pour peu que le programme prévoie un nombre d'exemplaires standard suffisant, la cloison amovible moderne en alliages légers peut non seulement être toutes les « séparations » souhaitables, mais devenir dans de nombreux cas un élément « vivant » de la construction qu'elle dessert.

Le domaine d'application. — Il est immense. Il y aura toujours une bonne solution alliages légers à chaque problème. Comme tous les nouveaux venus, la cloison aluminium amovible aura à vaincre ceux qui se sont installés dans la place et veulent la garder. Il y a quatre ans, elle était pratiquement inusitée en France. Maintenant six grandes firmes, connaissant toutes très bien les possibilités techniques et technologiques des alliages légers, sont sur les rangs.

Nous disons immense champ d'application parce que, même pour la plus petite « cellule », la familiale, les architectes de la Seine se sont déjà livrés à une fort intéressante étude visant à définir le caractère « évolutif » souhaitable pour elle dans l'architecture de demain.

Dès aujourd'hui, pour des quantités de constructions : sièges sociaux, banques, compagnies d'assurances, musées ou salle d'exposition, certains locaux d'enseignement, pavillons d'exposition, kiosques, édicules de la voie publique (abri RATP par exemple), motels, pavillons préfabriqués, logement de personnel de prospection et bien d'autres encore, on pense aux cloisons mobiles comme à un impératif déjà consacré.

LES BARDAGES

Le bardage et son utilisation dans l'art de construire sont connus depuis fort longtemps dans la plupart des « architectures » de notre planète. Il a très longtemps servi à peu près exclusivement à la création de volumes destinés à maints usages, pour lesquels un confort thermique ne s'imposait pas. Il intervenait chaque fois qu'il ne s'agissait que de mettre à l'abri matériel ou bêtes, de conserver pendant l'hiver la partie de la récolte précédente ne craignant pas le gel. Sur la maison de l'homme, on l'a souvent utilisé pour fermer la partie du pignon correspondant au grenier.

On ne lui demandait que d'être une paroi protectrice appliquée dans les plans verticaux de la charpente qui portait le toit, paroi légère non porteuse, simple écran de pose rapide et... bon marché.

Le bardage le plus courant et le plus simple était obtenu par clouage de planches sur la charpente, posées jointivement, à recouvrement ou avec des couvre-joints.

L'apparition des tôles d'acier, d'abord planes, puis raidies par nervuration, produites pour l'industrie dans

différentes épaisseurs, formats et dessins de nervuration, devait nécessairement conduire à leur emploi comme matériau de base des bardages modernes.

Le zingage des tôles d'acier ondulées par trempé à chaud mettait un matériau nouveau sur le marché pour toitures et bardages à un prix plus élevé certes, mais d'une tenue aux intempéries très fortement améliorée.

Néanmoins, leur emploi n'était vraiment valable que pour résoudre des problèmes très simples ne nécessitant pas ou très peu de recoupes, perçages, ou usinages de quelque sorte que ce soit.

En effet, chaque intervention de l'outil sur ces tôles (cisaille, perceuse, etc.) était et reste une blessure du zingage, une mise à nu de la tranche de la tôle, une amorce de rouille avec les suites regrettables auxquelles il faut toujours s'attendre en ce cas.

Les qualités des bardages en aluminium. — La naissance d'éléments de bardage profilés à partir de tôles planes en aluminium a permis de considérer toutes les applications possibles du nouveau matériau en fonction de qualités entièrement nouvelles. A coup sûr, s'ouvrait devant lui tous les secteurs d'application autrefois réservés à ses prédécesseurs. Mais là n'est pas le fait important, qui pourrait justifier à lui seul la faveur dont ce matériau jouit auprès de ceux qui pensent ou ont à penser une réalisation en charpente avec un bardage.

Cette faveur n'est que très partiellement sentimentale et, sur ce plan, on ne pourrait guère faire intervenir que la beauté du matériau, argument qui n'est pas sans valeur. Il nous faut surtout insister sur les possibilités techniques et technologiques très élargies que cette naissance ouvrait. Les caractéristiques particulièrement intéressantes des bardages en aluminium sont très nombreuses :

- 1) Création possible d'une très grande variété de profils;
- 2) Possibilité de les exécuter dans de grandes longueurs;
- 3) Mise en place facilitée par l'abaissement du poids des éléments;
- 4) Perçages, découpes, mises en forme, etc., rendus plus aisés par la moindre dureté du matériau;
- 5) Inoxydabilité assurée, même dans les zones recoupées, percées, etc., par la constitution instantanée d'une couche protectrice d'alumine, aux endroits que l'outil a mis à vif;
- 6) Clouage direct éventuel sans nécessité d'avant-trous;
- 7) Possibilité de renforcer par anodisation l'épaisseur de la couche naturelle d'alumine protectrice pour les utilisations en atmosphères particulièrement corrosives;
- 8) Possibilité de colorer cette couche d'alumine dans de nombreuses teintes ayant fait leur preuve de solidité à la lumière;
- 9) Possibilité d'enlever sa grande brillance à l'aluminium, si besoin est, par des traitements de conversion chimique : MBV, Alodine, Bonderite, Turco, etc.;
- 10) Possibilité de peindre et excellente qualité « d'accrochage » des peintures;
- 11) Possibilité de mettre en forme des éléments à partir de bandes préalablement laquées en continu par des sociétés spécialisées, sans arrachement des laques lors des opérations mécaniques ultérieures;

12) Possibilité d'éviter une montée en température des locaux bardés d'aluminium n'ayant subi aucun traitement de surface et soumis au rayonnement solaire. Cette montée en température est évitée en raison du grand pouvoir réfléchissant d'une paroi mince en aluminium (95 % des rayons calorifiques réfléchis) et de son faible pouvoir émissif ou pouvoir absorbant (5 % seulement de ce que peut absorber un corps noir définissant l'absorption à 100 %);

13) Ininflammabilité;

14) Suppression de la pourriture et de la prolifération des insectes et des parasites.

Toutes ces caractéristiques et d'autres encore ont permis de concevoir des constructions industrielles très importantes, usines, centrales électriques, hangars d'avions, dépôts de matériel, entrepôts, etc., où grâce à la souplesse d'utilisation, la solution de tous les problèmes posés devenait envisageable. Une seconde perspective attirante était d'avoir dans les bardages d'aluminium des éléments qui allaient permettre un véritable renouveau dans la conception de ces bâtiments. On avait enfin un matériau noble devenu compétitif même pour des constructions industrielles. Grâce à lui, ces constructions ne seraient plus nécessairement vouées à être tristes, voire laides et disgracieuses.

De plus, elles « vieilliraient » beaucoup moins vite moyennant un minimum d'entretien par simple lavage des surfaces bardées.

Ajoutons que l'on peut combiner avec les bardages opaques des parties translucides en matière plastique, présentant le même profil et se fixant de la même façon sur les pannellettes de la charpente; cette disposition, qui assure l'éclairage intérieur, permet en outre de doter les façades de bandes colorées qui soulignent le parti adopté par l'architecte, ceci pour les grandes constructions industrielles.

Le procédé Bardempal. — Nous venons d'indiquer quatorze caractéristiques particulièrement intéressantes de bardages simples en aluminium qui permettent à tout homme « du bâtiment » d'entrevoir immédiatement tous les champs d'applications possibles. Nous avons, par ailleurs, étudié en détail deux réalisations remarquables : l'usine Standard-Hotchkiss, Brandt à Beauvais (n° 255 - 1958) et la Centrale thermique E.d.F. de Champagne-sur-Oise (n° 294 - 1962). Nous avons donné des illustrations graphiques et des clichés particulièrement convaincants sur ces réussites. Dans ces analyses, nous avons montré à la fois des applications de bardages simples, mais également des bardages isolants (n° 260 - 1958).

C'est précisément l'heureuse possibilité de mariage, grâce au procédé Bardempal, de bardages simples et de bardages isolants que le champ d'application des bardages a été considérablement élargi. A une étanchéité qu'on ne songeait même pas à demander ordinairement aux autres moyens de revêtement et qui ne pose plus aucun problème si celui-ci est réalisé à partir de profilés aluminium bien étudiés et correctement pliés sur des machines à galets multiples, on peut ajouter l'exigence d'une excellente isolation thermique.

Dès lors, l'homme qui va travailler dans l'usine, la centrale électrique, l'entrepôt, revêtus de bardages isolants, sera protégé aussi bien des canicules que des grands froids. Le coefficient d'isolation thermique des bardages isolants Bardempal, de son lieu de travail, ne sera pas inférieur à celui de sa maison d'habitation. Il



La tour et le donjon central de la Maison de la Radio, à Paris; au fond, l'anneau extérieur donne les dimensions de l'édifice.

aura suffi de doubler le parement extérieur d'un parement intérieur très mince, 5/10 mm, éloigné de 3 à 5 cm du premier et d'interposer entre ces deux parements un matelas isolant de laine minérale ou de verre. Grâce au procédé Bardempal, ces réalisations ne présentent aucune difficulté. Les trois éléments sont simplement « empalés » avec des marteaux à panne en caoutchouc sur des goujons spéciaux posés préalablement aux écartements voulus, très rapidement, avec un pistolet spécial sur l'ossature secondaire de la charpente. Celle-ci est généralement composée de simples lisses horizontales en acier courant dont l'écartement est déterminé en fonction de l'inertie des profils de bardages choisis, des charges au vent à considérer et des coefficients de sécurité souhaités.

Voir, parmi tant d'exemples que l'on pourrait citer, un maître d'ouvrage aussi averti que l'E.d.F. pour tout ce qui concerne l'aluminium et ses alliages, en raison du très important emploi qu'il en fait comme conducteur sous forme de barres et de câbles, construire des centrales thermiques bardées d'aluminium, autorise les plus grands espoirs de développement.

Il faut compter sur un nouvel accroissement très important des tonnages de métal à consacrer à la production des profils de bardages dans les années à venir. N'en doutons pas, pour peu que les profils offerts aux utilisateurs soient régulièrement renouvelés.

LES CONSTRUCTIONS INDUSTRIALISÉES

C'est en 1957 que les deux sociétés L'Aluminium Français et la Compagnie de Saint-Gobain créent une association dans le but de promouvoir leurs matériaux respectifs dans la construction des bâtiments.

En ce qui concerne L'Aluminium Français, il s'agit principalement d'éléments de construction tels que murs-rideaux et menuiseries de fenêtres en A-GS anodisé, couverture, plafonds, radiateurs de chauffage, quincaillerie, etc., et, en ce qui concerne Saint-Gobain, de produits verriers évolués tels que verre isolant (Triver, Aterphone), glace émaillée (Émalit), laine de verre, etc.

Étant donné que ces produits sont moins bon marché que les matériaux traditionnels du bâtiment, mais qu'on leur demande en contre-partie une qualité, une durabilité et une pérennité d'aspect jamais exigées encore des matériaux habituels du bâtiment, et que leurs prix doivent rester inférieurs à des valeurs limites relativement basses, la construction ne pouvait réellement s'engager que dans la voie de la préfabrication, ou plutôt dans « l'industrialisation ».

LES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES

C'est par les constructions scolaires, où la demande est particulièrement forte, que L'Aluminium Français et Saint-Gobain commencent leur action. Ainsi qu'il sera indiqué plus loin, l'« opération école » peut être considérée comme une réussite. Les deux sociétés s'intéressent ensuite au problème du logement; il sera indiqué dans une deuxième partie comment cette question a été abordée et comment les premières réalisations voient le jour.

Il y a une dizaine d'années, les besoins en constructions scolaires étaient de dix mille classes par an. Il fallait, en effet, accueillir quatre cent mille élèves nouveaux qui, chaque année, dans la totalité des ordres de l'enseignement, venaient augmenter encore le nombre des enfants en cours de scolarisation.

Actuellement, le quatrième plan de modernisation et d'équipement pour les années 1962 à 1965 a évalué les besoins français en constructions scolaires à 1,2 milliard de francs, c'est-à-dire en augmentation de 78 % par rapport au plan précédent.

Il était donc naturel que, devant cette situation, L'Aluminium Français et Saint-Gobain apportent leur contribution.

Les études faites avec la collaboration d'une équipe d'architectes dynamiques, MM. Egger, Belmont et Silvy, en liaison constante avec les services techniques des constructions scolaires, commencent en 1958.

Elles sont concrétisées par la construction d'un premier groupe prototype de dix-huit classes à Chaville. Un deuxième groupe de quatorze classes est immédiatement lancé et réalisé en trois mois à Chambourcy. Depuis, les constructions se poursuivent à un rythme accéléré dans la région parisienne et en province.

L'Aluminium Français et la Compagnie de Saint-Gobain, qui sont des fabricants de matières premières, n'ont jamais eu l'intention de se substituer aux architectes et aux entrepreneurs. Elles ont confié à des entreprises le soin de réaliser ces constructions, sous la direction des architectes choisis par les communes. Ces entreprises sont les suivantes :

— Groupe d'Études et d'Entreprises Parisiennes - Chantiers Industrialisés de Construction (GEEP-CIC), agissant en entreprise générale dans les académies de Paris, Aix-Marseille, Besançon, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Nancy, Orléans, Strasbourg;

— Études et Entreprises (EEE), agissant en entreprise générale dans les académies de Bordeaux, Montpellier, Nantes, Poitiers, Rennes, Toulouse;

— Entreprises et Travaux (EET) à Bruxelles, qui est licenciée du procédé dans tout le Benelux.

Chacune de ces entreprises est organisée d'une façon indépendante. Elles s'associent à des entreprises locales qui sont chargées des travaux traditionnels ou de second œuvre, de façon à arriver au maximum de souplesse et d'efficacité.

Si L'Aluminium Français et Saint-Gobain cherchent à promouvoir dans ces écoles l'utilisation de l'aluminium et de produits verriers, c'est en quantité raisonnable et pour des utilisations justifiées. Cela ne veut pas dire que le reste soit négligé; au contraire, il s'agit ici d'ensembles homogènes de haute qualité, qui se distinguent par la richesse et la durabilité des matériaux, par la bonne isolation thermique et phonique, et par leur confort. Tout cela n'a pu être obtenu pour le même prix que grâce à la simplification apportée par les études et à la fabrication industrielle.

Le parti architectural. — Lorsque L'Aluminium Français et Saint-Gobain proposèrent à la Direction des Constructions Scolaires au Ministère de l'Éducation Nationale d'étudier une école, en collaboration avec une équipe d'architectes, les responsables de ce ministère recommandèrent de concevoir un bâtiment pouvant être adapté sans grande modification aux différents ordres

de l'enseignement, d'en réduire les prix et les délais par rapport à la construction habituelle, tout en assurant le maximum de confort, de durabilité et le minimum d'entretien.

La Direction des Constructions Scolaires orienta cette équipe vers des constructions à étages, trois niveaux au moins, quatre niveaux et jusqu'à cinq ou six car :

— Pour le primaire, on s'était en effet aperçu qu'il était nécessaire de réagir contre les constructions à simple rez-de-chaussée, coûtant cher en terrain et en aménagements, et qui ne pouvaient être valables que pour les classes maternelles ou les groupes peu importants;

— Les constructions à étages correspondaient également au projet de regroupement des élèves des classes isolées dans des centres plus importants;

— Le principe de ces bâtiments à étages pouvait également servir pour l'enseignement du second degré ainsi que pour l'enseignement technique et universitaire, toujours implantés dans les grands centres.

Le Ministère désirait que cette construction soit aussi préfabriquée que possible, l'idéal étant que des éléments puissent être stockés en usine à sa disposition pour pouvoir, suivant ses instructions, être utilisés partout où le besoin se faisait sentir.

En partant de ce programme, les principes suivants se dégagèrent rapidement :

1) Bâtiment à double orientation, disposition maintenant généralisée;

2) Structure métallique;

3) Respect absolu du module imposé par l'Éducation Nationale, qui est de 1,75 m;

4) Utilisation des éléments préfabriqués, mis au point à propos d'autres constructions préfabriquées, et qui ont été perfectionnés et utilisés séparément depuis;

5) La partie préfabriquée ne concerne que les bâtiments des classes qui s'élèvent sur une dalle de base. Les annexes, logements, cantine, etc., variables suivant les projets, sont en construction traditionnelle et disposées à part; toutefois, actuellement, certaines annexes telles que cantine et même logements sont parfois incorporées au bâtiment.

Compte tenu du fait que les classes sont distribuées sur chaque façade et desservies par un couloir central éclairé par les cloisons vitrées des classes, l'édifice ainsi composé comprend dans sa largeur deux classes de 6,40 m et un couloir de 2,90 m, soit au total 9 modules de 1,75 m en largeur. Ces dimensions constituent la charte de la construction; par contre, on a toute liberté de placer un nombre quelconque de classes sur la longueur. A Chaville par exemple, chaque façade comporte trois classes de 5 modules et un dégagement de 2 modules contenant l'escalier, soit 17 modules au total.

Ce principe de construction a été repris dans la plupart des bâtiments; le rez-de-chaussée est destiné aux aménagements divers, les classes n'interviennent en général qu'à partir du premier étage. Toutefois, dans certains cas, des classes spécialisées, celles de travaux pratiques de sciences par exemple, sont placées en rez-de-chaussée.

Une ossature en acier, préfabriquée en usine, est montée sur les fondations; elle est habillée, en façades, de murs-rideaux de la Société de Constructions Aéro-Navales de Port-Neuf (SCAN), composées de profilés en aluminium, de vitrages isolants Triver et d'allèges en verre trempé-émaillé Émalit. Les pignons sont revêtus de pan-

neaux sandwichs polystyrène-aluminium de la CIMT; ils peuvent être également constitués d'un simple bardage d'aluminium ou établis en matériaux traditionnels (écoles de Mont-de-Marsan, Noyon, Bourg-de-Péage, Tours, Grenoble, Villefranche-sur-Saône, etc.). La couverture est en bacs Triondal, isolés et insonorisés. Les cloisons sont en panneaux de plâtre ou en verre ondulé armé Verondulit; chauffage par panneaux radiants Radial (n° 269 - 1959).

Situation de ces constructions. — La construction du prototype (l'école de Chaville), réalisée avec l'accord bienveillant du Ministère de l'Éducation Nationale, est exécutée en six mois, mais il s'agit du prototype.

La deuxième école, celle de Chambourcy, en forêt de Saint-Germain, commencée au mois d'août 1959, est inaugurée le 13 novembre, soit quatre mois à peine après le début de la construction. Cela se passait il y a trois ans et demi.

Aujourd'hui, soixante-dix réalisations entièrement achevées totalisent douze cent cinquante classes ou équivalent. C'est ainsi qu'en France, cinquante groupes scolaires représentent plus de mille classes, les réalisations les plus spectaculaires étant l'Internat de Beauvais (350 lits), le lycée de Villefranche-sur-Saône (78 classes), l'École Nationale Professionnelle de Creil (70 classes), le Centre d'Enseignement Général d'Issy-les-Moulineaux (30 classes).

En Italie, le Lycée Français de la Chambre de Commerce est construit sur ce principe.

En Belgique, dix-sept groupes scolaires de ce type représentent deux cents classes, soit le tiers des besoins scolaires belges en 1962. Parmi ces réalisations, citons l'École Européenne, à Bruxelles.

Extension du procédé. — Ce système de construction est déjà utilisé à d'autres fins que celles des bâtiments scolaires; c'est ainsi que, sur ce même principe, ont été construits le Laboratoire de Physique Végétale de la Faculté des Sciences à Paris, les bureaux d'engineering de l'alumine de la Compagnie Pechiney, à Gardanne, les bureaux de la Manufacture Lyonnaise de Caoutchouc, à Villeurbanne, les bureaux et laboratoires de la Prévention Routière, à Montlhéry.

Mais ce système de construction est également utilisable pour des bâtiments tels que cliniques, hôpitaux, hôtels, etc.

Perspectives d'avenir. — Les constructions en cours ou à prévoir pendant le semestre 1963 sont, en France, de vingt-cinq groupes totalisant cinq cents classes. Celles de Belgique représenteront la moitié des besoins scolaires belges de 1963.

En perspective plus lointaine, il n'est pas invraisemblable de songer à construire selon ce principe de l'ordre de mille classes par an, ce qui, pour l'industrie de l'aluminium, représente 400 tonnes de métal environ.

D'autre part, l'expérience acquise a permis un perfectionnement continu de la construction et des équipements pour atteindre actuellement un niveau élevé de qualité de la prestation, et cela au-dessous des prix plafonds du Ministère de l'Éducation Nationale.

Dans le cas particulier de ces constructions scolaires déjà standardisées par les normes ministérielles, les industriels fournissent des éléments de grandes dimensions fabriqués en usine, mais les architectes, à partir des besoins exprimés par la commune, conçoivent le

plan de masse et intègrent dans cet ensemble les éléments industrialisés dont la modulation permet une grande souplesse de composition. Déjà un nombre important d'architectes ont étudié, à partir de ces éléments, des variantes très personnelles.

Pour réaliser donc le programme très ample que contient le quatrième plan de modernisation des équipements, il est nécessaire que les architectes et l'industrie resserrent encore leurs liens et cherchent à bien connaître leurs préoccupations mutuelles. L'architecte est indispensable à l'industrie qui, inversement, peut l'aider considérablement par sa technique et ses moyens, souvent puissants.

DES LOGEMENTS INDUSTRIALISÉS

Pour apporter une solution éprouvée par l'expérience à un problème parallèle à celui des constructions scolaires, L'Aluminium Français et Saint-Gobain ont entrepris, en 1960, l'étude de l'habitation industrialisée. Ce travail a été effectué sous l'autorité de M. Jacques Beufe, architecte DESA, avec le concours de bureaux d'études spécialisés.

Dans ce domaine, les besoins sont immenses, avec des impératifs de qualité, de durabilité, de bas prix de revient et, partant, d'industrialisation.

Alors qu'en 1959, il a été mis en chantier 310 000 logements, le quatrième plan prévoit les valeurs suivantes :

1962.....	340 000
1963.....	350 000
1964.....	360 000
1965.....	370 000

Dans ces chiffres, le nombre de logements de type économique (HLM, ILN et LOGECO) construits chaque année pourrait atteindre 215 000 en moyenne. Or, il semble que ce résultat sera difficilement atteint si l'on ne s'engage pas plus résolument dans la voie de l'industrialisation.

Les principes qui ont donné de si bons résultats pour les constructions scolaires ont été appliqués aux habitations en les transposant pour répondre aux conditions imposées dans ce type de bâtiment.

Ainsi, les charpentes métalliques porteuses devant être enrobées d'un isolant pour leur permettre de résister à la chaleur d'un incendie, il est apparu plus économique de réaliser cette ossature directement en béton, en formant, comme précédemment, des poutres transversales qui deviennent, dans ce cas, des murs de refend porteurs.

Ces éléments ayant une épaisseur de 14 cm et leur poids dépassant plusieurs tonnes, le problème du transport interdit la préfabrication en usine lointaine. Ils sont donc moulés au sol par une usine foraine, installée au centre du chantier.

C'est de la préfabrication lourde.

Ce procédé a été adopté en raison de sa rapidité de montage, de sa simplicité de réalisation, de la qualité de son isolation aux bruits et de son prix de revient réduit, les matériaux de base étant d'un faible prix, ce qui permet, pour la même dépense totale, d'augmenter la surface et d'améliorer les équipements.

Le parti architectural consiste dans la répétition en longueur et en hauteur d'une même unité de base mesurant, pour fixer les idées, 18 m de long sur 11 m de large, avec une cage d'escalier centrale entourée d'une dizaine

de pièces se divisant en deux logements de quatre pièces ou un de trois pièces et un de cinq pièces, etc.

Il y a cinq niveaux (rez-de-chaussée et quatre étages) et un sous-sol comportant une cave par logement, les locaux vide-ordures, les locaux techniques, des garages à bicyclettes, etc.

Chaque logement est à double orientation; les chambres, zone « repos », donnent sur la façade généralement orientée à l'est; la cuisine et le séjour, qui s'ouvrent sur l'entrée, forment la zone de vie diurne et comportent, sur la façade ouest, un coin repas extérieur de 2,70 x 2 m devant la cuisine, et un balcon-loggia sur toute la longueur du séjour. Cet ensemble extérieur représente une surface de 12 m².

La surface du logement de quatre pièces peut varier de 75 à 90 m² suivant la catégorie de logement. Par exemple, pour les HLM de la zone B, les surfaces des pièces sont :

séjour	18,63 m ²	
deux chambres	9,34 m ²	chacune
une chambre	12,60 m ²	
une cuisine	9 m ²	

ce qui donne une surface habitable de 75,75 m², à laquelle s'ajoutent la loggia et le coin repas comptés pour moitié, soit au total : 81,70 m², alors que les normes HLM n'imposent qu'une surface minimale de 61 m².

Les pièces de service (cuisine, W-C, salle d'eau) sont rassemblées autour d'une gaine technique verticale qui comprend toutes les canalisations d'alimentation et d'évacuation, soit : conduits de fumées, eau chaude et froide, gaz, électricité, chauffage, téléphone, télévision, vide-ordures, gaines de ventilation mécanique.

L'utilisation de portes escamotables en verre permet de réunir éventuellement en une seule pièce de réception de 40 m² environ la pièce de séjour, le vestibule-entrée et une chambre; de même entre les chambres d'enfants qui peuvent se transformer en salle de jeux.

Comme nous l'avons dit, la structure est du type à refends porteurs espacés de 2,90 m environ; les dalles en béton de 14 cm sont préfabriquées. Seules, les liaisons sont coulées en œuvre.

Les cloisons intérieures, également en béton, sont préfabriquées selon la même technique. Leur épaisseur est seulement de 8 cm.

Tous les éléments de béton verticaux exposés à l'extérieur, sur loggia et sur pignon, comportent une isolation thermique en polystyrène expansé.

La façade côté chambres est habillée d'un jeu de panneaux pleins et de panneaux vitrés. Les panneaux pleins sont du type sandwich non respirants avec parements extérieurs en tôle d'aluminium anodisé de 1,2 mm d'épaisseur, l'isolation thermique étant assurée par une âme de polyuréthane de 40 mm d'épaisseur. Le parement intérieur est en contreplaqué.

Le panneau vitré est formé d'une ossature dont l'intérieur est en bois et l'extérieur en profils d'aluminium de section oméga. Ces profils sont formés à partir de tôle d'aluminium de 1,2 mm d'épaisseur, prélaqué. Le panneau comporte des parties fixe et ouvrante vitrées en vitrage isolant Aterphone de Saint-Gobain encadré de profils filés en alliage Al-Mg-Si anodisé.

Les allèges, du type respirant, comportent de l'intérieur vers l'extérieur un parement en contreplaqué, une isolation en laine de verre de 40 mm d'épaisseur et un parement extérieur en Émalit. Les qualités de l'isolation

de cet ensemble permettent d'importantes économies de chauffage.

Sur la façade opposée, la pièce de séjour s'ouvre sous la loggia par une grande baie coulissante en menuiserie aluminium et vitrage Aterphone. La cuisine est équipée d'un panneau comparable à celui qui existe dans les chambres.

L'emploi d'éléments auto-lavables, à savoir menuiseries en aluminium et profilés anodisés ou laqués, et les allèges en Émalit, permet, en ramenant l'entretien à un simple lavage à l'eau, de conserver aux façades leur bel aspect. Tous ces panneaux sont construits par la Société de Construction Aéro-Navale du Port-Neuf à La Rochelle.

Les stores de protection solaire à enroulement, à lames d'aluminium agrafées, sont fabriqués par les Ateliers de Forest.

La couverture est en tôle d'aluminium Alutoit à double pente avec chéneau central, lequel peut être chauffé en hiver au moyen d'une résistance électrique pour éviter la formation de bouchons de glace dans les régions enneigées. Cette couverture est cachée par deux murs en acrotère.

L'isolation thermique est obtenue par la pose de matelas en laine de verre sur la face supérieure du plancher haut.

Le chauffage est réalisé au moyen de radiateurs en aluminium « Radial » accrochés sur le parement intérieur d'allège. L'air frais, qui pénètre à travers des orifices spécialement aménagés dans l'allège, vient se réchauffer sur les radiateurs, balaie les différentes pièces et est évacué par l'intermédiaire de grilles de ventilation dans la gaine technique au sommet de laquelle se trouve un groupe moto-ventilateur qui produit la dépression nécessaire. Les conduits et grilles de ventilation sont en aluminium.

L'aménagement intérieur comprend encore : des placards complètement équipés, une baignoire encastrée, un séchoir ventilé avec une résistance électrique de chauffage et, dans la cuisine, un meuble sous évier avec un plan de travail de 1,60 x 0,60 m.

La distribution électrique est faite en plinthe, ce qui permet de poser des prises de courant en n'importe quel point des pièces. L'équipement électrique est complété de câbles coaxiaux pour le téléphone et la télévision, avec prise individuelle.

Toute la quincaillerie des portes et des placards est en aluminium anodisé et coloré teinte maillechoir clair.

La construction est confiée à un groupe d'entreprises placé sous la direction de M. Jacques Beufe; il vient de se voir attribuer la construction de cinq cent quarante appartements à Mulhouse, Saint-Louis et Huningue, dans le cadre du logement des rapatriés d'Afrique du Nord. Le chantier en est à son début, mais les quarante premiers logements seront prêts en 1963. La région de Mulhouse est dite de zone B, où les prix plafonds sont inférieurs d'environ 10 % à ceux de la région parisienne où une autre opération vient d'être acquise; il sera alors possible de fournir une prestation nettement améliorée.

Le poids d'aluminium utilisé dans ce type d'habitation est d'environ 200 kg par logement. Le but lointain des promoteurs de cette opération est de produire 5 % des logements type économique prévus au plan, soit dix mille logements par an, ou 20 000 tonnes d'aluminium.

Ce système de construction suscite un vif intérêt parmi les organismes officiels et les sociétés promotrices, et on peut penser que la réussite de l'opération amènera un développement important de ce procédé.

LA MAISON INDIVIDUELLE

Il est bien certain que le lent développement de la maison individuelle, en France, ne correspond nullement au désir d'indépendance des Français.

Nous n'avons pas ici la possibilité d'en analyser les multiples causes. Des statistiques sérieuses ont établi que 80 % des Français souhaiteraient vivre dans des maisons individuelles. Or, à l'inverse de ce désir, les logements collectifs représentent 70 % de la construction dans notre pays.

La situation est toute différente aux États-Unis, et même dans des pays voisins. L'opinion des pouvoirs publics français, généralement assez défavorable à la maison individuelle, se trouve ainsi infirmée par les faits.

Il est donc certain que les perspectives de développement sont sérieuses, et que, dans le très proche avenir, il y aura lieu de reconsidérer le problème avec une optique nouvelle et en tenant compte des heureuses expériences faites à l'étranger.

Il a été dit (n° 305 - 1963) ce que les Américains ont fait dans ce domaine et dans quel esprit, c'est-à-dire, avant tout, la recherche d'un grand confort par l'industrialisation de fabrications valables pour cinquante ans au plus. Après quoi, la maison sera démolie et remplacée par une autre mieux adaptée aux nouveaux besoins.

Nous pensons que tous les arguments, études et solutions proposés à cette occasion, permettront de trouver un heureux compromis entre certaines « nécessités » de bâtir en logements collectifs et la grande possibilité parallèle de bâtir beaucoup plus de ces maisons individuelles auxquelles aspirent tant de familles.

Les aspects du problème sont nombreux : urbanisation, valeur des terrains, prix de revient comparés des constructions, etc.; mais il est certain qu'une maison individuelle, si elle est valable en Belgique ou en Allemagne fédérale, par exemple, ne l'est pas moins en France.

Dans un grand nombre de solutions actuellement proposées, tant à l'étranger qu'en France, l'aluminium a tendance à jouer un rôle grandissant dans la fabrication des éléments industrialisés. Dans la plupart des cas, les ossatures de ces maisons à rez-de-chaussée sont en bois. Si aucun matériau ne peut guère remplacer le bois pour réaliser au mieux ces ossatures, aucun matériau ne se marie aussi bien au bois que l'aluminium pour résoudre la plupart des problèmes : murs, cloisons, toitures, menuiseries, etc.

Les deux matériaux se complètent admirablement par leurs qualités respectives. Ils sont tous deux légers et permettent d'envisager des éléments si aisément manœuvrables qu'on peut songer à « monter » sans appareils de levage. Ils permettent néanmoins d'obtenir des moments d'inertie excellents et d'envisager des constructions qui, bien que légères, peuvent être considérées comme extrêmement résistantes.

Le confort peut également être très facilement atteint dans le domaine de l'isolation thermique par l'introduction des matériaux qui, bien que modernes — polystyrène expansé et laine minérale notamment — sont déjà, en quelques années, devenus des « classiques ».

Sur le plan phonique général, la solution est beaucoup plus simple pour des cellules isolées que pour des cellules juxtaposées.

L'isolation de ces cellules est le premier facteur de confort sur ce plan et, dans la maison individuelle, il est entièrement gratuit. Quant à l'isolation phonique des pièces entre elles, les nombreux types de cloisons préfabriquées représentent des parois de subdivision très supérieures aux parois traditionnelles en briques ou en béton.

Dans un article récent (n° 302 - 1962), nous avons présenté les récentes constructions en aluminium de l'usine d'Issoire (extension de la fonderie, maisons d'ingénieurs, bureaux de la société Forgeal). Ces mises au point mixtes bois-aluminium sont dues à M. R. Bourgeois, pour répondre à une demande du Service du Génie Civil de la Cégédur.

L'article très détaillé rappelle, en premier, d'autres applications antérieures, bardage de la sous-station du bâtiment des presses (n° 246 - 1956) et le Club de l'École des Dessinateurs de la Compagnie Pechiney (n° 258 - 1958) et signale au passage leur parfaite tenue à l'épreuve du temps.

Mais ici, puisqu'il s'agit de la maison individuelle, c'est surtout sur le chapitre « Les Maisons d'Ingénieurs » que nous reviendrons brièvement.

Pour établir ses plans, M. Bourgeois disposait déjà d'une expérience en la matière, puisque, sous sa signature (n° 253 - 1958), avait été présenté le « Club des dessinateurs de l'École d'Issoire ». Son nom réapparaissait comme constructeur d'un pavillon à Saint-Rémy-lès-Chevreuse (n° 279 - 1960).

Dans ces deux articles, l'évidence de l'heureux mariage bois-aluminium est telle qu'il n'y a pas lieu d'y revenir.

Ce qu'il convient sans doute de rappeler, à propos des maisons d'ingénieurs d'Issoire, c'est que l'aluminium, sous forme de bardage, toiture, plafonds perforés, carrelage d'aluminium, menuiseries aluminium (châssis coulissants) pour 108 m² couverts, entre pour près de 2 tonnes. Le prix de 100 000 F apparaît comme très raisonnable si l'on tient compte :

- 1) De la qualité de la construction;
- 2) De celle de ses aménagements (électricité, chauffage, sanitaire, peinture qui représentent à eux seuls 25 % du prix total);
- 3) Qu'il ne s'agissait que d'une série très courte et, par conséquent, que ce prix peut être très nettement abaissé par l'industrialisation du procédé.

Ces constatations, basées sur une expérience réelle, contrôlable en tous points, nous autorisent à affirmer : Face à la construction collective, lourde, haute, nécessitant de grandes fondations, n'apportant bien souvent qu'un confort très relatif et ne répondant pas, de toute façon, au désir des familles qui ne font que s'en contenter, faute d'autre chose, l'habitation individuelle a les plus grandes chances de s'opposer victorieusement, même sur le plan des prix de revient, dès l'instant où les programmes de fabrication seraient assez vastes pour justifier les investissements nécessaires à des réalisations suffisamment répétitives.

En effet, si elle nécessite un toit par famille, ses fondations peuvent être des plus réduites et les prix au mètre carré de divers postes peuvent être plus compétitifs que les mêmes éléments tels qu'il faut les prévoir sur des immeubles collectifs. Enfin, les éléments verticaux (murs) n'étant plus fortement porteurs, on peut envisager une construction moins onéreuse et d'un moindre poids qui jouera heureusement dans les manipulations, les transports et les frais de pose.

Sur le plan de la tenue, dans le temps, indépendamment de l'expérience étrangère, certaines réalisations françaises permettent d'être parfaitement confiants. Nous pensons notamment, en plus des preuves apportées par les constructions R. Bourgeois déjà citées, au chantier expérimental ouvert par le MRU à Meudon, en 1950, et portant sur la réalisation de douze pavillons par les Ateliers Jean Prouvé, suivant les plans de MM. Sive et H. Prouvé, architectes. Deux types de pavillons furent réalisés avec, chacun, deux variantes en plan; l'un avec structure entièrement métallique, l'autre avec des pignons maçonnerie, tous deux comportant une toiture aluminium et des panneaux de façade avec portes et fenêtres en alliage léger.

L'aspect des parties aluminium est toujours excellent après treize ans de service. Les parties peintes se sont également bien comportées. Si l'on tient compte des énormes progrès techniques accomplis depuis dans l'industrie des peintures, de nouvelles expériences avec les laques récentes ne pourraient qu'être encore plus convaincantes.

Plusieurs sociétés françaises s'intéressent à ce problème de l'habitation individuelle; l'étudiant depuis plusieurs années, elles ont, en la matière, une expérience non négligeable qui leur a permis de présenter, à diverses occasions, leurs fabrications, tant pour l'habitat métropolitain que tropical.

Poursuivant leurs efforts, elles ont déjà obtenu des résultats très intéressants mais doivent surtout en enregistrer de beaucoup plus spectaculaires dans les années à venir.

Toutes ces sociétés ont compris l'intérêt d'employer l'aluminium et ses alliages mariés à d'autres matériaux dans des fabrications industrialisées.

La maison individuelle est un rêve cher à beaucoup de Français. Souhaitons qu'il se concrétise demain par une orchestration harmonieuse de tous les efforts entrepris dans cette voie. D'ailleurs, pour être réellement efficace, cette orchestration devrait venir d'en haut et s'accompagner de mesures adéquates visant à favoriser le financement de telles opérations.

LES HABITATIONS TROPICALES ET SAHARIENNES

Dès la fin de la deuxième guerre mondiale, on a construit, un peu partout dans le monde, des bungalows en aluminium, démontables, pour servir de logements ou de bureaux aux sociétés minières, industrielles ou agricoles qui travaillaient outre-mer.

Premiers travaux. — Une exposition pour l'Équipement de l'Union Française, tenue sur les berges de la Seine, à Paris, en septembre 1949, fut consacrée à cette activité (n° 165 - 1949).

Studal y présenta les maisons préfabriquées de Jean Prouvé, légères et durables, avec une structure en tôle d'acier soudée, des façades en panneaux d'aluminium pleins ou vitrés, ou garnis de fenêtres, des toitures débordantes, des brise-soleil à lames horizontales orientables; un de ces bungalows a été édifié à Niamey; un autre à Brazzaville où il a servi de BRIA pendant longtemps.

L'Omnium de Préfabrication, d'Entreprise et de Construction (OPEC), à Houilles, montra un hangar fermé avec ossature, toiture et bardage en tôle d'aluminium ondulée.

La maison de la Société pour l'Expansion Urbaine et Rurale comportait un toit avec lanterneau d'aération et des panneaux de façade, nid d'abeilles, en métal léger.

A cette époque, différentes constructions furent faites au Congo belge par OPEC.

Apparition de la toiture en aluminium. — C'est alors que les bacs de couverture apparurent en France. Il s'agissait d'une application qui pouvait grandement intéresser les pays à fort ensoleillement.

L'aluminium poli possède une très haute réflectivité qui atteint 85 % dans le rayonnement lumineux et 95 % dans l'infrarouge; même lorsque le métal est complètement terni, cette réflectivité est encore de 50 %. D'autre part, l'aluminium a un faible pouvoir émissif; il en résulte qu'une toiture en aluminium absorbe peu de chaleur et en rayonne moins encore vers l'intérieur des locaux.

Le fait est bien connu expérimentalement : auparavant, on recherchait l'ombre des wharfs pour y dormir; maintenant, c'est sous une toiture en aluminium que les dockers des ports africains font la sieste.

Aux alentours de 1952, les Établissements Coquillard, spécialistes de la feuille mince, créèrent à Mohammedia la société Coquillard-Maroc qui commença à produire des éléments de toiture; elle installa également un traitement Alodine; et l'on vit apparaître l'Afribac, dérivé du bac Triondal en 0,6 mm d'épaisseur et les tôles ondulées Magrebal en grandes longueurs. Ailleurs, ce furent les tôles ondulées Africal.

Cette application se développant, on vit naître plus tard la société Ivoiral à Abidjan, Nigerial à Lagos, Socentral à Douala, équipées d'un matériel moderne, en particulier des machines à galets Spidem pour le formage de la tôle en longues bandes. On peut signaler que M. Arsac a été le promoteur des toitures en longues tôles cintrées.

Avec la couverture, on touchait un des besoins essentiels — et encore peu nombreux — des populations africaines.

Sous les tropiques, une habitation se compose d'une carcasse en branches légères que l'on garnit de potopoto banché; c'est dans ces murs que l'on insère la lucarne et la porte qui sont les seules pièces ouvrées de la construction; le toit est en feuilles de palmier ou de bananier, disposées longitudinalement. Si le propriétaire change de résidence, il démonte sa porte et sa fenêtre et recommence son installation dans un nouvel abatis.

Lorsque les caravanes des ramasseurs achetaient les récoltes des villages, ils payaient avec, entre autres, de la tôle d'aluminium ondulée très mince, connue sous le nom de tôle de traite. Ces tôles remplaçaient sur les toits les feuilles de bananier et leur solidité apparut bien suffisante pour le but poursuivi. Les attaques chimiques étaient nulles, et si un occupant passait malencontreusement à travers sa couverture, il en était quitte pour remplacer l'élément déchiré.

Création d'un marché public. — Le développement de l'agriculture, de l'industrie et du commerce dans ces régions amena un succès grandissant des industries locales de mise en forme de tôle d'aluminium qui venaient d'y être créées, d'autant plus que la décolonisation du continent noir avait provoqué une politique de soutien de la part des pays plus évolués.

Cette aide est effectuée sous la forme de la création de l'équipement indispensable à un développement économique planifié, donnant accès à une véritable liberté.

Cet important marché public est alimenté par différentes sources :

a) Le FEDOM ou groupement européen pour le développement de l'outre-mer;

b) Les prêts français du Fonds de l'Aide à la Coopération (FAC);

c) Des crédits des pays de l'Est, de l'Allemagne ou des États-Unis.

Les deux premiers postes sont les plus importants.

Les bâtiments sont conçus par les meilleurs architectes européens, contrôlés par les Commissions Techniques du FEDOM à Bruxelles. Il s'agit de réalisations très sérieuses, se réclamant de la garantie décennale et utilisant des produits agréés. Ces constructions, souvent de prestige, sont effectuées à l'échelle européenne et l'on peut dire, par exemple, que les usines Nestlé de traitement du cacao et de la banane sont sans rivales dans n'importe quelle autre partie du monde.

Un marché privé a suivi l'essor du marché public avec la création des habitations dans les cités industrielles, des hôtels, des magasins, des hangars. On commence à voir se développer des plans d'urbanisme à Dakar, Abidjan, Brazzaville. Dans ce domaine, les constructions sont vérifiées, au point de vue assurance, par les bureaux privés Veritas et Securitas installés maintenant dans les principales villes de la côte africaine.

Les écoles, enfin, constituent un très important chapitre; quinze cents classes industrialisées ont été dessinées pour le FEDOM par MM. Kalt et Pouradier-Duteil; elles sont en cours de construction au Niger, au Mali, en Haute-Volta, au Sénégal, au Cameroun.

L'action de la SETAP. — Les emplois de l'aluminium sous les tropiques se développent régulièrement : toiture d'abord, puis bardage; ils touchent maintenant les menuiseries, murs-rideaux et fenêtres, les plafonds. On utilise des éléments simples, d'un montage facile par une main-d'œuvre locale, fort adroite par ailleurs et avide de nouveauté. L'Aluminium Français a conçu, pour une utilisation africaine, une fenêtre à lamelles d'un bas prix de revient.

D'importants groupements d'architectes se sont intéressés à cette tâche qui prend de plus en plus d'ampleur. Nous citerons, parmi les précurseurs français, l'Atelier d'Architecture Guy Lagneau-Michel Weil-Jean Dimitrijevic qui construisit l'Hôtel de France à Conakry (n° 230 - 1956), des immeubles dans cette ville (n° 251 - 1958), la cité résidentielle d'Edéa (n° 246 - 1957) et la cité du Bilaleng, le garage CICA, à Abidjan, l'Hôtel Transat à Ouargla, etc.

Cet atelier a fondé la SETAP (Société pour l'Étude Technique d'Aménagements Planifiés) qui s'est spécialisée dans le problème de l'habitat en zone tropicale. L'élément initial de sa technique est un parapluie-parasol de grandes dimensions auquel on adjoint un bloc d'eau et l'appareillage d'hygiène, complété par des protections verticales sous forme de façades et de brise-soleil.

« L'aluminium, dit Guy Lagneau, répond complètement aux besoins de ces régions en raison de ses propriétés de protection thermique et de sa grande résistance à la corrosion; son poids est un argument important pour des pays démunis de matériaux locaux, où il faut presque

toujours tout apporter à pied d'œuvre par des routes qui ne sont, le plus souvent, que des pistes sommaires. »

Les qualités technologiques de l'aluminium permettent de simplifier les opérations exigées par l'emploi des matériaux traditionnels pour atteindre le stade d'industrialisation nécessaire. Dans ces conditions, l'aluminium est pleinement compétitif.

Le bungalow de Fria (n° 263 - 1959) est un exemple de préfabrication totale; étudié par le service architecture de L'Aluminium Français dirigé par M. Robert Gauvry assisté de M. J.P. Bouchet, ingénieur, avec comme conseillers l'Atelier d'Architecture Lagneau-Weil-Dimitrijevic et l'Omnium Technique de l'Habitation, il est caractérisé par le jointolement des panneaux exclusivement réalisés en profils plastiques filés s'adaptant sur les profils en aluminium. La SNIB, les ateliers Studal, la Société Industrielle du Vimeu, les Etablissements Fontaine et Brossette participèrent à cette création qui, après une période d'expérimentation étendue, doit être construite en série importante.

Les Palais d'Abidjan. — Comme réalisation de prestige en zone tropicale, nous citerons les Palais de la Présidence de la Côte-d'Ivoire, de MM. Pierre Dufau et J.M. Lafon, architectes, réalisés à Abidjan par Schwartz-Hautmont pour les ouvrages de menuiserie métallique, et la société Vernhes S.A. pour la décoration des soixante-dix pièces d'apparat (n° 301 - 1962).

On note également les importants travaux de MM. Potier et Tessier qui ont édifié l'immeuble de la Présidence de la République du Gabon, six ministères et le Club des Ministres; des hôtels et des banques à Libreville et à Yaoundé par M. Guillou, ainsi que de nombreuses constructions de MM. Calsat et Berthelot.

LES HABITATIONS SAHARIENNES

Les problèmes des habitations dans les régions désertiques sont différents de ceux des régions tropicales.

Le marabout CMS, dont la version « aluminium » a été étudiée et réalisée par le service architecture de L'Aluminium Français avec les Etablissements Camus, APCM-Studal et la SNIB, était destiné à la Direction Centrale du Génie qui, en 1956, désirait un bâtiment opérationnel pouvant être utilisé outre-mer. Il s'agissait d'une construction polygonale, avec toit conique, constituée de panneaux en tôles d'aluminium collées sur une âme en polystyrène expansé. Une centaine de marabouts furent construits par les Ateliers de Maxéville et la Société Nouvelle de l'Industrie du Bâtiment à Bonneuil (n° 253 - 1958).

La hutte SEPI, si elle répond du même dessin polygonal, est complètement différente comme conception: c'est uniquement un abri léger, composé d'une simple tôle d'aluminium; elle se signale par une absence totale d'infrastructure, une grande légèreté (280 kg pour 15 m² couverts), un montage et un démontage rapides (2 heures par deux hommes non spécialisés), de nombreuses possibilités d'aménagement et d'extension (n° 272 - 1960). La MIFERMA, à Fort-Gouraud, a utilisé plusieurs cen-

taines de ces abris, ainsi d'ailleurs que d'importantes quantités de bardage (Bardal n° I de Studal) pour le revêtement de ses installations industrielles, hangars et ateliers.

La Maison du Désert a été conçue par Jean Prouvé, réalisée sous l'égide de la SETAP avec des panneaux produits par la CIMT à Bordeaux, et présentée au Salon des Arts Ménagers de 1958. Il s'agissait de fournir des habitations permettant un bon repos aux équipes de forumeurs qui recherchaient le pétrole dans le Sahara (n° 255 - 1958).

Cette habitation des confins des oasis tenait compte de conditions climatiques extrêmes (60 à 80°C au soleil, 55°C à l'ombre, 0°C au cours de certaines nuits), de la quasi-inexistence de main-d'œuvre et de matériaux locaux, de la nécessité d'un transport facile, ce qui conduisit à des unités de volume réduit, d'un confort maximal avec climatisation et aménagements intérieurs particulièrement soignés de Charlotte Perriand; elle était disposée sous un parasol en forme de tente dont les roseaux fournissent une ombre aérée, analogue à celle des souks. « C'est une habitation, dit Jean Prouvé, construite avec des moyens industriels identiques à ceux qui permettent de réaliser tout l'important matériel mécanique d'exploitation des richesses du désert. »

La cabine saharienne Schwartz-Hautmont est entièrement construite dans les ateliers de Pinon et transportée toute montée. Ce peut être un logement, un bureau, une cuisine, une réserve, un restaurant, une blanchisserie, etc. Cette construction cubique comporte un large emploi d'aluminium en couverture pare-soleil (20 %), en revêtements muraux du sanitaire, de la cuisine, des réserves à vivre (40 %), en fenêtres et ouvertures (70 %) avec des profilés spéciaux d'étanchéité pour éviter l'infiltration du sable.

Outre ces cellules en bois et tôle d'aluminium montées sur skis, des constructions identiques ont été réalisées par Camusat et Gueguen, de Casablanca, pour la Compagnie Hôtelière du Sahara, à Hassi-Messaoud.

La SOMEL a produit d'importantes maisons à étages, avec toiture et revêtement en aluminium, qui ont servi aux militaires de Reggane; l'Hôtel d'Aoud-el-Hamra dont les parois extérieures sont en bacs traités Alodine et aussi pour le revêtement, à ce même endroit, du bâtiment qui contient les installations du départ de l'oléoduc d'Hassi-Messaoud. Ajoutons que la SOMEL a également utilisé beaucoup de tôles et de profilés en aluminium dans ses constructions sahariennes d'Edjelé, aux confins de la Lybie.

Hangars. — On peut signaler également les hangars de Sarrade et Galtier (n° 302 - 1962) qui, prévus pour des usages militaires, industriels et agricoles, ont trouvé de nombreuses autres applications. Tous les revêtements sur les longs pans, les pignons et en couverture sont en tôles d'A-G1 à double ondulation, montées sans perçage au moyen de crochets spéciaux. Il existe trois modèles de 6,60, 9,60 et 20,40 m d'ouverture qui ont été livrés en grand nombre en Algérie, au Sahara, en Afrique Noire et même en Nouvelle-Calédonie.

Enfin, il convient de signaler, au Maroc, de nombreuses écoles préfabriquées du bled, avec ossature en acier et toiture en tôles d'aluminium cintrées, les moyens locaux assurant le remplissage des façades et des pignons.

DÉCORATION ET MOBILIER

En ce qui concerne les grandes villes, il n'y apparaît pas de problèmes particuliers et, à Alger par exemple, on trouve des murs-rideaux comme dans les villes françaises; on peut ainsi citer la Maison de la Radio, des immeubles et des magasins, le bardage oxydé or de la centrale du port d'Alger, ainsi que le terminal de l'oléoduc à Bougie. La reconstruction d'Orléansville, après le tremblement de terre, a été l'occasion d'une application généralisée de bacs en aluminium.

Perfectionnement de la couverture. — C'est toujours dans le domaine de la couverture et du bardage que l'essor des constructions tropicales et sahariennes est le plus spectaculaire. Mais un problème s'est récemment posé : combattre la monotonie apportée par la tôle ondulée classique tout en améliorant ses caractéristiques mécaniques. On a étudié de nouveaux profils et une tôle à ondes trapézoïdales bien marquées, de 0,6 mm d'épaisseur, a été lancée par Ufalex. D'un meilleur aspect, livrées nues ou traitées Alodine, elles acceptent une plus grande portée; l'emballage est particulièrement soigné pour conserver le bel aspect à la livraison, car comme nous l'avons vu, les exigences outre-mer sont maintenant les mêmes que sur les chantiers français. Depuis la sortie de ce nouveau produit, deux importantes affaires de couverture ont été réalisées à Abidjan.

Terminons avec la Martinique, où 60 000 m² ont été couverts en aluminium l'an dernier, tant sur des maisons particulières que des habitations collectives construites avec l'aide financière de l'État français.

Aménagement des magasins. — Les vitrines et installations de magasins ont été l'application majeure. Dès après la guerre, la modernisation des lieux de vente est intervenue comme un argument commercial important. Les boutiques devaient être claires et les marchandises bien mises en évidence dans les devantures, d'où l'emploi de grands volumes de glaces formant une frontière aussi transparente que possible entre le public et le magasin. Grâce au verre trempé, les portes peuvent être considérées comme une partie de la façade vitrée.

Pour encadrer celle-ci, on a eu recours, avec de plus en plus de succès, aux larges profilés filés en alliage d'aluminium.

Cette formule se dégagea peu à peu; on utilisa d'abord des bandes d'aluminium étirées sur des profilés en bois, selon la technique des Établissements Bernard-Marie, utilisée en particulier pour établir des couvre-joints, des plinthes, des encadrements de glaces et de tableaux.

En 1952, la société Cuivre et Alliage sort le profil Vitral pour l'entourage des glaces. En même temps, les principaux lamineurs mettent en vente des tôles spéciales « décoration » portant des dessins différents (martelé, granité, etc.).

En 1954, un recensement fait apparaître en France 740 000 commerces sédentaires parmi lesquels 350 000



La dernière œuvre de Charles Pinson : la grande fresque, gravée sur aluminium, du Lycée d'Évreux.

magasins doivent être transformés ou équipés, ce qui représente un marché potentiel de plus de 500 milliards d'anciens francs. C'est à cette même époque que Faca lance sur le marché les profilés Glissa, d'inspiration suisse, de large section, d'une épaisseur suffisante pour ne pas avoir à redouter les chocs accidentels, et pouvant être combinés avec d'autres profils de la même série pour former des cadres riches et variés; enfin, d'une mise en œuvre facile.

Dans le même temps, la société Elmaduc s'équipe, à Gannat, pour pratiquer l'anodisation décorative et la coloration de pièces de 6 m de longueur; la société Procol avait déjà des baignoires de 5 m.

La première réalisation a été la « boutique du quincaillier » présentée à l'Exposition du Centenaire de l'Aluminium; ce fut une révélation pour beaucoup d'agences de magasins. Par la suite, l'éventail des possibilités s'accrut encore des profils créés par Alusic, Maier, Aluglace, Koller, Arfis...

Tous ces profils sont à fixation invisible sur un lambrissage en profilés d'acier ou en bois, le dernier élément de décoration formant parclose. Une fixation invisible est également obtenue par des clips en métal léger ou en rilsan, ou encore par un simple emboîtement. Ces matières premières sont, en général, utilisées anodisées, après un traitement mécanique consistant en un simple polissage ou un brossage. La coloration est faite dans des teintes solides à la lumière et aux intempéries, couvrant toute la gamme des ors et des bronzes, le noir et la teinte naturelle; d'autres couleurs sont également valables.

Cette nouvelle technique décorative a remporté un très large succès, car elle permet de créer des magasins luxueux, telles les boutiques Frigeo ou Frigeavia, ou de moderniser profondément des installations existantes comme les quincailleries de la Chaîne Caténa (n° 247 - 1957).

A ce domaine d'application, on peut rattacher les carreaux polis ou brossés de la Satma, les carreaux laqués de Caralu, Liège-Allu, Carreaux d'Annecy, Sanomica, vendus par éléments ou en bandes, les tôles et profils spéciaux pour les revêtements muraux et les plafonds, les grillages et les grilles du Métal Déployé, les lettres en relief, les profils pour armatures de meubles et de cloisons démontables, les tôles revêtues de plastique du type Skinplate, ainsi que les bandes étroites, en alliage d'aluminium écroui et laqué pour les stores vénitiens dont la production avoisine 100 tonnes/mois.

Le plus bel exemple que l'on puisse citer de décoration en aluminium, associée à une menuiserie métallique de haute qualité et à une architecture moderne et de bon goût, est certainement l'aérogare d'Orly que nous avons déjà longuement présentée (nos 287 et 288 - 1961).

Mobilier. — L'emploi de l'aluminium dans le mobilier progresse régulièrement sous forme de tôles et de tubes, soit filés, soit, surtout maintenant, roulés-soudés car ceux-ci sont plus économiques. Par ordre d'importance, on note les piétements des chaises, tables et guéridons pour terrasses de cafés qui doivent être faciles à manipuler et bien tenir aux intempéries; vient ensuite le mobilier tropical qui ajoute l'avantage de résister à l'action des termites, le mobilier de paquebot qui ne propage pas l'incendie, le mobilier chirurgical et le mobilier culinaire. Une industrie du meuble de bureau en aluminium et plastique commence à se développer.

L'aluminium intervient de plus en plus dans les grands ensembles décoratifs tels les paquebots ou les immeubles commerciaux. On emploie des tubes rétreints qui allègent la ligne des sièges; mais aucun créateur n'a encore produit le beau mobilier en aluminium ouvragé, c'est-à-dire enrichi par le travail, comme Boulle le fit pour l'étaim, le cuivre et l'écaillé, au XVII^e siècle. Il semble pourtant que les ressources conjuguées de la gravure, de la ciselure et des traitements de surface devraient rénover un genre qui semble avoir trouvé son aboutissement dans la juxtaposition d'éléments modulés.

L'exemple de l'aménagement du *France* montre qu'il est possible d'obtenir dans cette voie, à un prix abordable, des lits, des tables de chevet, des coiffeuses, des chaises et des fauteuils d'un dessin très agréable, et se mariant avec tous les styles d'ameublement (n° 299 - 1962).

Quincaillerie. — Les fabricants de quincaillerie de bâtiment ont compris, semble-t-il, que la période des béquilles et des poignées de portes en aluminium de récupération, d'origine inconnue, qui se détérioraient rapidement, était close, sous peine de perdre complètement ce marché, qui pourrait être important.

Maintenant, les nombreuses portes en glace trempée des boutiques, des immeubles et des bureaux sont dotées de poignées en profilés filés, coupés en ailerons, anodisées et colorées qui apparaissent de la même classe que les menuiseries modernes. Même constatation pour les plaques de propreté. On conseille d'ailleurs aux architectes et utilisateurs d'exiger la marque de qualité NF-SNFQ ou encore Alufan, qui ont pour but d'éviter l'emploi d'alliages ne convenant pas à ces applications et aussi d'éliminer les fabricants dont la technique laisse à désirer.

A ce domaine se rattachent la clouterie, la visserie et les éléments de fixation qu'il est nécessaire de produire en alliage d'aluminium convenable pour permettre de réaliser des assemblages homogènes et insensibles aux attaques chimiques.

Décoration artistique. — Les artistes ont de nombreux moyens pour décorer l'aluminium : gravure et ciselure, satinage et brossage, gravure chimique, traitements de conversion, dépôts de métaux différents, brillantage, anodisation, coloration, peinture, laquage, vernissage, émaillage, gainage (n° 299 - 1962).

A l'exposition du Centenaire de la découverte de Sainte-Claire Deville, Pansard a présenté une aluchromie symbolisant les activités de Pechiney : on peut citer, dans cette voie, les travaux de la Dam, de Procol, de la Compagnie Industrielle de Gravure Chimique, et d'actives et intéressantes écoles belge et française.

Bien des artistes ont travaillé l'aluminium en feuilles : Gabriel Lacroix, René Papa, premier ouvrier de France, le sculpteur Saupique, professeur aux Beaux-Arts, qui a fait des rondes-bosses à partir de tôles; Collamarini, également professeur aux Beaux-Arts, auteur du Prométhée de la Cité Studieuse d'Amiens (n° 213 - 1954), Auricoste; on cite également les sculptures abstraites de Melle, Gonse et de Mme Martha Pan; les fresques du collège technique du Havre de Reynold Arnoux; les laques sur aluminium de Mme Willemetz et de MM. Noël Deliveyne et Pierre Bobot; enfin, les gravures du regretté C. Pinson : la légende de Cérès dans le salon du Commandant du *M.V. Charles-L.D.* (n° 153 - 1949), le chemin de croix de la Réunion, la galerie marchande du *France*, la fresque du Lycée d'Évreux...