

Quelques applications importantes des plastiques : construction - emballages - plasticulture - fournitures industrielles

Autor(en): **Dubois, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique franco-suisse**

Band (Jahr): **51 (1971)**

Heft 1: **Les plastiques**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-887639>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

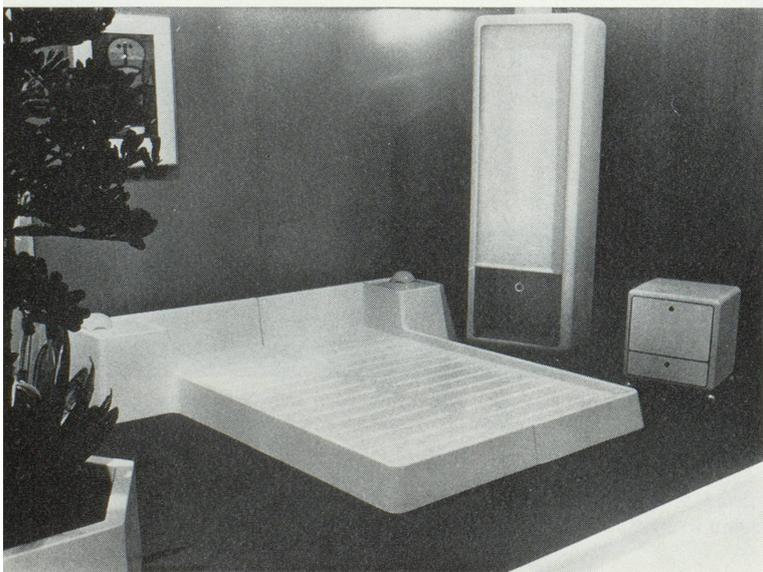
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

QUELQUES APPLICATIONS IMPORTANTES DES PLASTIQUES :

CONSTRUCTION - EMBALLAGES - PLASTICULTURE
FOURNITURES INDUSTRIELLES

par P. DUBOIS

Lit en polyester stratifié blanc



GÉNÉRALITÉS

Les domaines d'application des plastiques couvrent, au moins partiellement, ceux des principales activités humaines : dans l'électronique, le bâtiment, l'habillement, les transports, le génie chimique et agricole, l'emballage, les sports, les jouets, la chirurgie, la vie domestique... et même les pièces de monnaie (Iles Cocos, Australie). Depuis le celluloïd, apparu vers 1870, les plastiques ont envahi progressivement les secteurs industriels et domestiques les plus variés. Considérés d'abord comme « ersatz » pendant la première guerre mondiale, ils ont en effet remplacé complètement ou en partie, d'autres matériaux traditionnels dans des emplois importants.

La laine, la soie, le coton sont fortement concurrencés par les textiles artificiels, comme la rayonne, ou synthétiques, tels que : le Crylor (polyacrylonitrile), les Nylons, les Perlons, le Rilsan (polyamide), le Rhovyl (polychlorure de vinyle), PCV ou PVC, le Tergal (polyester). Le PVC (Afcovyl, Lacqvyl, Solvic, Rhodopas) et les polyuréthanes remplacent de plus en plus le cuir dans la confection de la chaussure, des sacs, des cartables (par exemple le Skai...) Le mobilier en plastiques de différentes natures fait son apparition surtout pour les sièges, les tables et les armoires de cuisine en stratifiés décoratifs dont la surface est en papier mélaminé résistant à la chaleur et parfois à l'épreuve de la cigarette en ignition.

Ces développements des plastiques sont évidemment liés à leurs qualités spécifiques, mais ils sont freinés par certains de leurs défauts. Parmi ces derniers, leur combustibilité relative a tout récemment porté l'attention sur des sinis-

tres importants et fait oublier d'autres catastrophes mémorables, telles que l'incendie du Bazar de la Charité, le 4 Mai 1897 ou périrent plus de 150 personnes victimes de la combustibilité du bois, du papier et des textiles traditionnels. Il est à noter d'ailleurs que cette combustibilité est plus ou moins accusée chez les plastiques qui comprennent des matériaux à peu près ininflammables, comme le PCV, et des matériaux très combustibles tels que le celluloid. Néanmoins, l'incorporation dans leur masse de charges minérales, surtout l'oxyde d'antimoine, ou de produits organiques chlorés (paraffines, diphényles...) permet de corriger efficacement la grande combustibilité :

- du polyéthylène (Manolène, Plastylène, Lacqtene);
- du polystyrène (Afcolène, Gédélène, Lustrex, Styvarène, Lacqrene);

- du polyméthylméthacrylate (P.M.M.) — Altuglas, Plexiglas, de l'acétate de cellulose (Rhodoïd).

Certains des matériaux précités fondent plus ou moins facilement et donnent des gouttes enflammées fort dangereuses, comme dans le cas des polyuréthanes, des polyamides : fusions franches du Rilsan vers 175°, du Nylon vers 250°; fusions pâteuses du PVC, du PMM au-delà de 200°.

Ce sont des *thermoplastiques*

D'autres au contraire, comme les phénoplastes (Bakélite, Gédélite, Progilite) ou les aminoplastes (Formo-urée, Mélapas, Formo-méla mine, Ervamine) présentent seulement, quand on les chauffe, une température de fléchissement sous charge, d'autant plus basse que cette charge est plus élevée (125° environ avec une charge de 0,5 kgf/mm² pour les phénoplastes contenant environ 50 % de farine de bois).

Les résines correspondantes sont des *thermodurcissables* qui fournissent des objets *thermorigides* infusibles et insolubles.

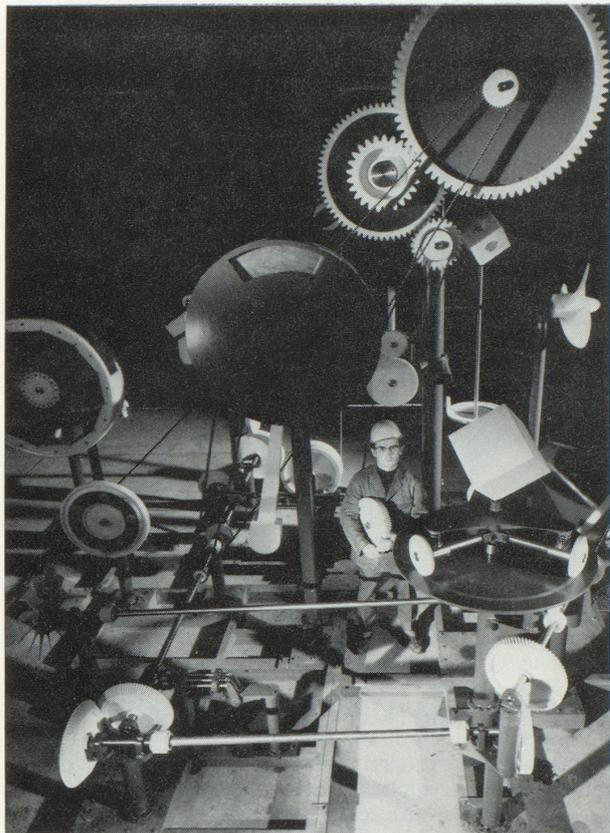
Les thermoplastiques rigides à froid, mais ramollissables à chaud peuvent alors être débités à des températures convenables (environ 200° pour le PCV), à l'aide d'extrudeuses en profilés divers : cornières, lames de volets, tubes, plaques, feuilles.

Il convient de signaler ici, tout particulièrement, les profilés en plastique allégé, à peau densifiée (PS, PE, PVC) réalisés par le *procédé Celuka* d'Ugine-Kuhlmann.

Les thermoplastiques peuvent aussi, comme les thermodurcissables, être moulés par injection ou compression dans des moules métalliques, parfois très onéreux, qui permettent la production d'énormes séries. C'est ainsi que l'on fait par l'injection des polyamides, des engrenages d'horloge bon marché, pesant quelques grammes mais aussi, par la coulée, des engrenages de plusieurs centaines de kilogrammes pour les machines.

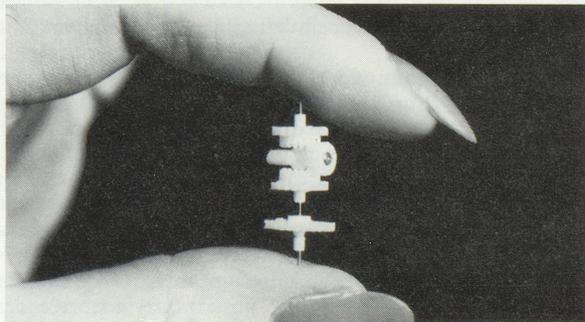
Toutefois, ce n'est que depuis quelques dizaines d'années que l'on a su faire d'autres pièces géantes en chaudronnerie plastique. On utilise surtout le soudage de plaques en PCV et le PE dans les cuves du génie chimique ou le moulage de stratifiés en fibres de verre et résine polyénester (styro maléate phtalate d'éthylène) pour les citernes montées sur camion et les réservoirs pour hydrocarbures de grande capacité, les plus divers.

Ainsi, malgré le prix parfois élevé de la matière, le plus souvent au-dessus de 2 F le kilogramme (mais au-dessus de 35 F pour le polytétrafluoréthylène PTFE) la construction plastique prend un développement accéléré en raison des économies de main-d'œuvre permises par les grandes séries et aussi pour d'autres raisons telles que la légèreté, la résistance au choc, à la corrosion, etc.



Au premier regard cette machine extraordinaire n'a aucun sens. Elle veut simplement démontrer la multiplicité de l'emploi de l'« Ultramid » (polyamide de la BASF) pour les éléments mécaniques : roues dentées, engrenages droits, planétaires, coniques et hélicoïdaux, embrayages, éléments de paliers, cames de commande, leviers basculants, disque, courbes de très grandes dimensions, etc.

L'un des plus petits différentiels en polyamide pour un appareil de mesure





Mise en place d'une citerne sphérique de 5 700 litres en plastique armé, à côté de deux citernes cylindriques de 38 000 litres, lors de la construction d'une nouvelle station d'essence

LES PLASTIQUES DANS LA CONSTRUCTION

La construction comprend des industries très diverses qui seront sommairement examinées ci-après :

L'aéronautique utilise des matériaux ablatifs, surtout des phénoplastes chargés, dont la surface se consume progressivement et joue en même temps un rôle isolant pour empêcher la fusion de la carcasse métallique de la fusée pendant la traversée de l'atmosphère. Cette industrie utilise aussi des fibres thermostables, d'alumine par exemple, pour charger des polyènesters ou des polyépoxydes, (Araldite) hautement résistants thermiquement et mécaniquement (80 kgf/mm²). La résine Kinel de Rhône-Poulenc permet d'envisager des températures de service de l'ordre de 300 °C (Prix au kg environ 90 F).

Le cas de l'*Aéronautique* peut être rapproché de celui de l'automobile, mais avec une plus grande application du collage dans les structures d'avion (Nid d'abeilles en toile métallique- Sud-Aviation - Bréguet).

TRANSPORTS

Les autres industries des transports consomment des masses de plus en plus importantes de plastiques.

C'est ainsi que les méthaniers transportent d'Algérie en France le méthane liquéfié à - 160° C dans des réservoirs dont les doubles parois en polyènester armé sont isolées par une âme en plastique cellulaire, telle que le polystyrène expansé (Styropor).

Parmi les bateaux de plaisance, il faut compter les maisons-bateaux qui peuvent constituer des résidences secondaires. Ils se font aussi en polyènester - fibre de verre qui remplace de plus en plus le bois, comme ailleurs, dans la confection des parois de wagons. La SNCF est également un grand consommateur de PVC plastifié pour les sièges. Elle utilise en outre, en raison de son bon glissement, un matériau très onéreux, le polytétrafluoréthylène (PTFE, Téflon, Soréflon) pour les boggies. Les Ponts et Chaussées l'emploient aussi pour la portée des

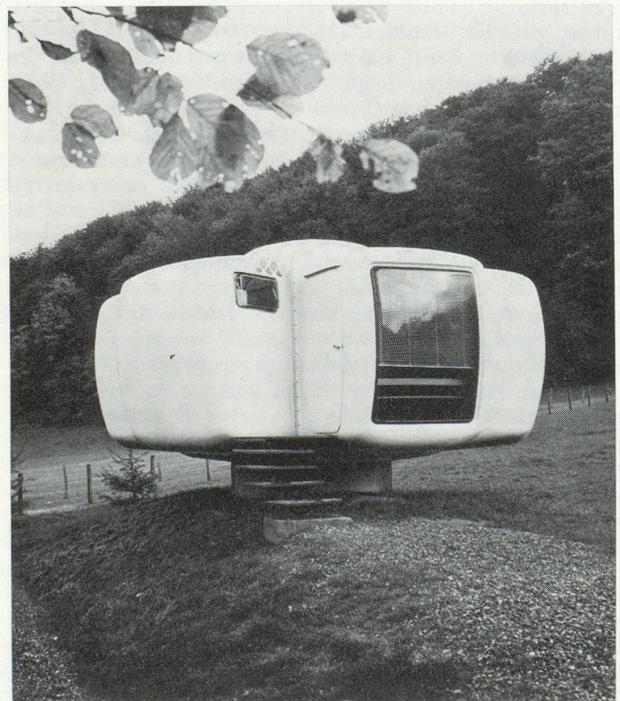
ponts. L'automobile consomme dans les meilleurs cas, plus de 20 kilogrammes de plastique par véhicule dont une grande partie sous forme d'alvéolaires dans les coussins et les filtres à air. Les tableaux de bord se font de plus en plus en ABS (alliage ternaire Acrylonitrile, Butadiène, Styrene), les filtres à air des dépoussiéreurs en PVC, les toitures en polyènester, les tuyauteries à essence en Rilsan, les réservoirs à essence en hPE. Les amortisseurs de choc sont en caoutchouc comme évidemment les pneumatiques. Signalons le triomphe des caoutchoucs artificiels tels que le Buna et le GRS (environ 75 % de Butadiène et 25 % de Styrene) qui ont remplacé pendant la guerre le caoutchouc naturel (Polyisoprène), comme aussi le retour au polyisoprène, mais de synthèse : Usine Michelin-Goodrich en création au Havre.

L'automobile monobloc est sans doute la surprise la plus actuelle. Sa réalisation semi-industrielle est faite avec des panneaux en plastiques entre lesquels on insuffle des polyuréthanes alvéolaires. Son grand intérêt est dans la faible densité, l'insonorisation, la remarquable résistance mécanique, la cadence élevée de la production en série (Film de Progil-Bayer-Ugine : construction d'éléments de carrosserie automobile en mousse de polyuréthane).

BATIMENT

Le bâtiment semble être pour les plastiques le grand débouché de l'avenir. Cependant, les matériaux traditionnels : le béton, l'Al, le bois ont le privilège de leurs prix relativement bas et de leurs résistances mécaniques élevées. La maison en plastique nécessitera encore longtemps, sinon toujours, une superstructure en béton ou en alliage léger, soutenue par une assise en béton.

La bulle orientable six coques en plastique armé de Dubigeon-Normandie (architecte : Jean Manneval)



Certes les plastiques se sont déjà imposés pour les toitures translucides en polyesters armés de fibre de verre ou transparentes en PMM, parfois allié au PVC. Les sols en carrelages de PVC chargés d'amiante, ont remplacé les planchers en bois. Les cloisons, comme les murs-rideaux se font aussi en polyesters armés, en ABS, en PCV. Parfois deux parois sont alors réunies par du PCV alvéolaire réticulé à l'aide d'un polyuréthane afin d'éviter le ramollissement thermique au soleil.

La décoration intérieure est fréquemment assurée par des feuilles décoratives en PCV facilement collables (Vinylia) ou des cloisons transparentes en PS ou en PMM. L'isolation hygrométrique peut se faire par un film de PE disposé sous le béton des fondations. On empêche ainsi, éventuellement, le grimpement d'une masse parfois considérable d'eau dans les murs. L'isolation thermique du toit est généralement assurée en y clouant des plaques de polystyrène (Styropor) de quelques centimètres d'épaisseur. Ce matériau est d'ailleurs trop léger pour l'isolation phonique. Cette dernière est plutôt améliorée par des tentures ou par des peintures rugueuses ou des cavités formant pièges à bruit dans des plaques d'Isorel (bois agglomérés) comme on en voit dans les postes téléphoniques. A propos des peintures à l'eau (acétate de polyvinyle), signalons qu'elles ont presque détrôné les peintures à l'huile en raison de leur bas prix et surtout de la facilité d'application par des non-professionnels.

PLOMBERIE

Les tuyaux en PE et surtout en PCV vont chasser le plomb et l'acier du domaine de la distribution de l'eau et le PCV de celui des canalisations à gaz. On peut arbitrairement rattacher à ce domaine les canalisations pour l'essence et les liquides alimentaires : lait, bière, vin etc.

CUISINE

Les meubles et les armoires diverses sont en plaques de polystyrène choc ou de PCV mais les tables se font plutôt en stratifié bois à surface décorée par des feuilles à la mélamine, comme il a déjà été dit.

Remarque. — Si la maison en plastique tend partout à se multiplier, c'est dans beaucoup de cas au titre de résidence secondaire. Il en est de même pour la maison-bateau (house-boat) qui permet de grands déplacements principalement sur les rivières flottables.

GÉNIE CHIMIQUE

Le matériel du génie chimique doit suivre les cas résister à 3 types de corrosion éventuelle par les liquides :

— liquides organiques non électrolytes tels que les hydrocarbures, les alcools qui n'ont pas d'action notable sur les plastiques, ni sur les alliages ferreux;

— liquides électrolytes. Leurs vapeurs, comme leurs liquides, n'ont pas d'action notable sur les plastiques, tels que le PCV, le PE. C'est pourquoi on emploie des bouteilles en PE pour l'acide chlorhydrique, l'eau de Javel;

— liquides oxydants, généralement électrolytes. Quelques rares plastiques peuvent leur résister. Citons par exemple, le Polytetrafluoréthylène (PTFE, Téflon, Soréflon), le Polyéthylène Chloro sulfoné (Hypalon), le Polyfluoroprène Vinylidène (Viton).

La protection interne des récipients métalliques en bois ou en ciment peut être envisagée par le doublage à l'aide d'un sac, en PE ou en PVC par exemple, ou des revêtements complexes adhérents au support.

EMBALLAGE

L'emballage est un secteur fort important dans l'utilisation des plastiques. C'est ainsi qu'en Grande-Bretagne, on en a utilisé plus de 350 000 t en 1970 dans la confection des casiers, boîtes, bouteilles, films — à partir du bPE (18 %), hPE (41 %), Polypropylène (10 %), PCV (7 %).

En France, le 19^e Salon de l'Emballage organisé par l'Institut Français de l'Emballage et du Conditionnement (IFEC) vient de montrer des progrès considérables en relation avec les 182 000 t de plastiques utilisés en 1969, non compris 42 000 t de celluloses en regard de 43 000 t de feuilles d'Al, 2,5 millions de tonnes de papier et carton, 1,35 million de tonnes de verre, 965 000 tonnes de bois.

On vient de signaler ci-dessus un emballage à l'aide d'un sac formé par un film dont l'épaisseur est inférieure ou de l'ordre d'un millimètre. Le cas le plus simple est évidemment celui où le sac est rempli directement d'un solide granulaire ou d'un liquide : lait livré en cylindre souple de bPE dont l'ouverture est ligaturée par une ficelle. Des sacs de grandes contenances en PCV ou en PE sont utilisés pour les engrais, pour les ordures (sac-poubelle).

Les emballages assurent plusieurs fonctions : celle d'un conteneur et celle d'un matériau barrière. A ce titre, ils limitent plus ou moins la contamination par les microbes, l'évaporation dans le cas des légumes et des fruits et cela, en fonction de leur perméabilité gazeuse dans l'ordre décroissant suivant : PCV, polyéthylène de basse densité (bPE), de haute densité (hPE), polyéthylène téréphthalate (PET).

On utilise surtout le PCV pour les bouteilles d'huile, de vin et d'eaux minérales plates, mais la conservation ne doit pas excéder quelques mois pour le vin, en raison de faibles pertes en alcool et d'une oxydation possible. Le PE est surtout employé pour le lait et l'huile. Le PCV est aussi envisagé pour les conserves alimentaires.

Emballages physiologiques

Un cas typique est celui des emballages dits « physiologiques » qui permettent de gouverner les échanges gazeux, CO₂, O₂, H₂O vap. en utilisant la perméabilité différentielle du bPE pour ces gaz. Le CO₂ dégagé par la respiration des pommes placées dans une gaine en bPE, soudée à l'ouverture, traverse les parois plus rapidement que l'oxygène (O₂) de l'air extérieur. Aussi le sac se plaque-t-il assez rapidement sur les fruits dont la respiration est ralentie par manque de O₂. Quand on décide la vente, la paroi est percée à l'aide d'une épingle et la maturation s'achève en quelques jours, comme en témoigne l'aspect doré que prennent les fruits.

Les denrées sèches peuvent être conservées dans une gaine où l'on a logé une quantité calculée de desséchant pour absorber la vapeur d'eau qui traverse la paroi pendant le stockage.

Des stratifications de matériaux sont réalisées dans certains emballages tels que celui du café. Une première enveloppe est faite avec une feuille d'Al qu'il est très difficile de souder. La 2^e feuille est en acétate de polyvinyle dont les bords se collent facilement. Une 3^e feuille en papier décoré donne du « corps » à l'ensemble.

Emballages pelables

D'autres cas d'emballages sont assez particuliers comme dans celui d'emballages pelables. C'est ainsi que l'on peut immerger des pièces de précision en acier dans de l'acéto-butyrat de cellulose ou de l'éthyl cellulose fondu pour les recouvrir d'une mince pellicule qui protégera des chocs et s'enlèvera ensuite facilement par traction.

Emballages rétractables

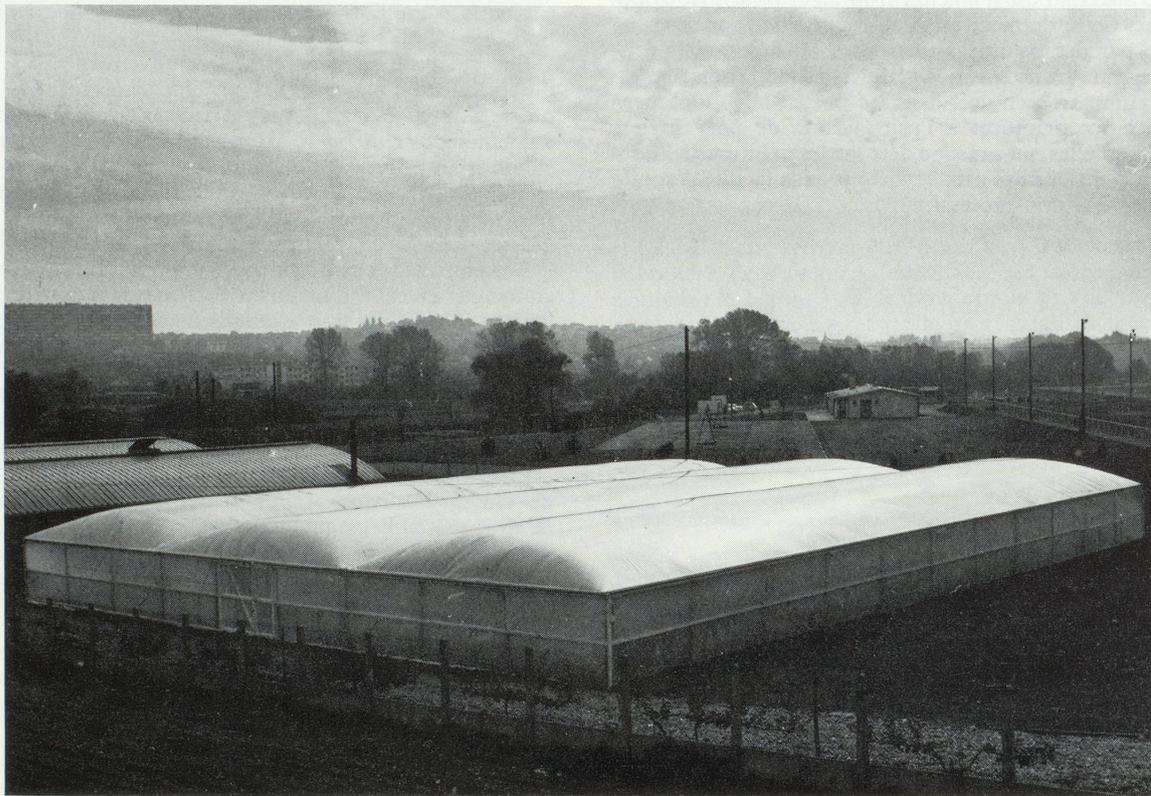
Différents thermoplastiques, PE, PCV, Polychlorure de vinyle permettent l'orientation des molécules filiformes en étirant le film pendant la fabrication. Si on serre fortement avec l'un de ces films orientés un objet et que l'on chauffe ensuite l'ensemble, les molécules orientées

Joints et suspensions

Sous forme d'une rondelle pressée sur le goulot de la bouteille par le sertissage d'une autre rondelle de fer, les plastiques (bPE par exemple) assurent l'étanchéité. Il est cependant recommandé de rendre la rondelle en plastique prisonnière dans celle en métal pour limiter le fluage.

L'amortissement des chocs est bien assuré par les matériaux alvéolaires. Le PS préexpansé (Styropor) expansé ensuite intentionnellement autour d'un objet tel qu'une machine à écrire, par un chauffage à la vapeur, l'enveloppe exactement et le protège ensuite pendant le transport.

L'amortissement peut aussi être réalisé en faisant reposer l'objet sur des ballonnets en bPE partiellement gonflés.



Serre gonflable Péchiney-Saint-Gobain

se rétractent et réalisent un serrage supplémentaire très énergique. Des dispositifs de mise en place et d'étuvage sont couramment employés dans les entreprises d'emballage, où se développe la palettisation qui consiste à fixer sur un support, palette en bois par exemple, des objets divers en vue de la manipulation ou de l'exposition.

Enduction

Parmi les revêtements divers, on peut citer l'encollage du papier, de la Cellophane... Une émulsion de polychlorure de vinyle (Ixan) par exemple donne une imperméabilisation aux gaz et aux vapeurs.

PLASTICULTURE

La plasticulture, comme ce vocable l'indique, est la culture réalisée à l'aide des plastiques.

Ses avantages peuvent se résumer ainsi :

- Précocité des récoltes grâce aux abris divers et aux serres.
- Protection contre les intempéries.
- Économie d'eau d'arrosage.
- Rendement amélioré.

Les problèmes de l'emballage des récoltes et des engrais rejoignent ce qui a été dit ci-dessus. On peut toutefois signaler l'apport des plastiques dans le : paillage, le drainage, l'arrosage, les lacs collinaires, l'habitat des animaux, ce

qui absorbe environ chaque année en France 35 000 T dont 78 % en PE, 14 % en PCV, 8 % en divers contre 50 000 T aux emballages d'engrais et pesticides, 30 000 T aux produits agricoles bruts, 7 000 T aux citernes et appareils de pulvérisation.

FOURNITURES INDUSTRIELLES ET DIVERS

Les fournitures industrielles concernent les industries précitées : transports, bâtiment, besoins domestiques comme en particulier l'électro-ménager.

Souvent, les grandes sociétés, automobile par exemple, sous-traitent des fournitures relatives aux accessoires : éclairage, sièges, compteurs, essuie-glace...

Structures gonflables

Les structures gonflables intéressent différents domaines : les halls, les tentes édifiables par gonflage, les piscines et les fauteuils de jardin, les campements, le stockage... Un exemple d'application relativement récent est celui de la serre gonflable où une pression faible entretenue par un ventilateur la maintient en position de service. Une réalisation remarquable a été brevetée récemment par la Société des Produits Chimiques PECHINEY-SAINT-GOBAIN. Elle permet un travail facile, à l'aide de machines de grandes dimensions et l'escamotage du toit si les conditions extérieures le permettent.

Électro-ménager

C'est un secteur d'application électrotechnique fort important où les normes doivent viser à écarter les dangers d'incendie et l'électrocution des personnes manipulant les appareils.

Ces derniers peuvent se diviser comme suit :

a) appareils à haute température de fonctionnement (ne dépassant pas 150 °C à l'endroit des appareils : cuisinières, réchauds, friteuses, tournebroche, grilloirs ; bien que les fours atteignent 300°). Ils sont en principe construits à l'aide de résines thermodurcissables bien que certains thermoplastiques soient utilisés, mais souvent avec une charge minérale (amiante, verre...);

b) appareils à basse température de fonctionnement, inférieure à 100°, en général à moteur électrique : machines à laver, aspirateurs, mixers, radiateurs soufflants, réfrigérateurs.

On consultera avec intérêt, au CEMP, la thèse d'Ingénieur CNAM de A. GRAMMAGNAC, dont des extraits ont été donnés ailleurs (*Plast. Mod. et Elast.* Septembre 1968, page 145).

Adhésifs

Ce sont essentiellement des polymères tels que les Polyépoxydes (Araldite Ciba). Ils doivent être thermostables dans les avions supersoniques dont la surface peut être portée à 300° environ (Polybenzimidazoles, Polyimides-Kinel).

Semi-produits

Ce sont des films et les profilés déjà cités. Une mention spéciale est à faire à propos des produits alvéolaires de plus en plus employés dans l'isolation thermique Styropor et même électrique (enrobage des câbles), l'emballage, le cuir artificiel (Skai), la construction.

MARQUE DE QUALITÉ

La méconnaissance des propriétés intrinsèques des plastiques, attribuable pour une part à la jeunesse relative de ces matériaux et des entreprises transformatrices, explique partiellement les mécomptes signalés par certains utilisateurs de plastiques.

Aussi bien le **Centre d'Étude des Matières Plastiques** (21, rue Pinel, PARIS), Organisme Professionnel des Producteurs, des Transformateurs et des Usagers, a-t-il créé un service de documentation qui publie mensuellement un *Bulletin de Documentation* (abonnement annuel 320 F).

Avec le concours des Administrations de l'État, il a aussi mis sur pied une *Marque Nationale de Qualité* (P.F.) (Plastiques Français) reconnue par ce dernier.

Elle intéresse principalement :

— les matières thermodurcissables (Phénoplastes, Aminoplastes) à usages mécaniques, thermiques, électriques,

— les tubes en PCV en bPE et en hPE, ainsi que les raccords en PCV,

— les films à usages agricoles (PE, PCV).

La Suisse a aussi mis sur pied, depuis longtemps, une *Marque Nationale de Qualité* des plastiques.

D'autre part, la Commission internationale pour l'équipement tend à uniformiser les normes relatives aux appareils électro-ménagers dans le cadre de la CEE. Une contribution fort importante a été apportée par la Suisse à la Commission électrotechnique internationale par la publication *Encyclopédie des isolants électriques*.

D'autres domaines, Polyesters (pour les citernes), objets ménagers, sont à l'étude.

Il est à signaler particulièrement le *Code de construction des matériels industriels en plastique*, préparé sous les auspices du CEMP qui vient de paraître, prix : 85 F au Centre.

MATÉRIEL

Nous ne ferons que signaler l'importance du matériel mis au jeu par l'industrie de la production des plastiques (**Plastochimie**) qui livre les résines et des plastofluides, émulsions, peintures, colles... Il en est de même pour les industries de la transformation (**Plasturgie**) avec : les moules, les machines à former, à couler, les extrudeuses, les presses à injection et compression, les plastifieuses, etc. qui projettent les solutions ou les émulsions de polyesters ; en particulier, de polyuréthanes souple ou rigide.

CONCLUSION

Les exemples qui précèdent laissent d'ailleurs un peu de côté d'autres applications fort importantes comme celles qui, dans l'électronique et l'électrotechnique (machines électriques) représentent par les isolants, un tonnage considérable. Avec l'énergie atomique et l'informatique, la production des plastiques se classe parmi les grands événements du siècle. Ces plastiques permettent de réaliser des matériaux souvent sans équivalent dans la nature ; matériaux ayant, presque à la demande, des propriétés désirées. A ce titre, le plasticien et le plasturgiste sont de véritables architectes des grosses molécules : filiformes (jusqu'à 1 micron en extension) ou de grosses molécules sphéroïdes qu'ils réalisent à partir de molécules aussi

petites que celles de l'eau. Ces dernières, dont les dimensions ont quelques angströms, sont environ 10 000 fois plus petites que les grosses molécules qui sont parfois assouplies par l'insertion des molécules moyennes des plastifiants.

L'invasion de nombreux secteurs industriels par les plastiques est un fait actuel. Dans le cas de l'emballage, par exemple, il y a néanmoins un problème de pollution quand le matériau n'est pas directement auto-dégradable ou quand sa combustion dégage des produits fortement corrosifs, comme l'acide chlorhydrique s'il s'agit du PCV. C'est pourquoi on met au point actuellement, surtout pour « l'emballage perdu », des formules qui permettent l'auto-désagrégation des films pour qu'ils tombent, après le service, en poussières, elles-mêmes digérées par les microbes.

Sur un plan plus général, on peut noter que la consommation des plastiques dans les pays industriels, double environ tous les 5 ans. Par habitant, elle est actuellement de l'ordre de 37 kilogrammes par an en Allemagne, 35 kilogrammes en Belgique, Suède, USA, 30 kilogrammes en Suisse, 27 kilogrammes au Japon, 23 kilogrammes en Italie, Autriche, Grande-Bretagne, France, 17 kilogrammes aux Pays-Bas et au Canada. On trouvera ci-après l'indication du produit national brut dans la plupart de ces pays.

Un diagramme de ces consommations, en fonction de ce produit national brut, a été donné dans un article récent (F. P. JACQUES, *Plast. Mod. Elast.*, décembre 1970, page 103).

Dans ce domaine de la production, les USA viennent en tête, comme le montre le tableau suivant. Ils sont suivis par le Japon, l'Allemagne, l'URSS, etc.

	CONSUMATION PAR HABITANT	PRODUIT NATIONAL BRUT PAR HABITANT	PRODUCTION DE PLASTIQUES EN 1969. (en tonnes métriques)
	(kg)	(\$)	
USA	31,6	4 380	8 314 000
JAPON	27,3	1 400	4 132 000
ALLEMAGNE	38,5	1 550	3 900 000
URSS	6,6		1 452 000
ITALIE	21	1 390	1 350 000
ROYAUME-UNI	21,9	1 850	1 345 000
FRANCE	21,6	2 530	1 320 000
CANADA	17,3	3 010	350 000
ESPAGNE	11	770	330 000
AUSTRALIE	24	—	250 000
SUÈDE	33,1	3 230	190 000
SUISSE	30	2 790	60 000

Certes, le tonnage annuel des plastiques, environ 26 millions de tonnes, produits dans le monde est faible, comparativement à celui des grands matériaux qui se situaient approximativement ainsi en 1964 (en millions de tonnes) : bois 900, ciment 400, acier 390, fonte 290, textiles naturels 15, textiles synthétiques 5, plastiques 10, alliages légers 5,5, Caoutchouc 5.

Les plastiques ne représentent donc que quelques pourcent de la production annuelle de l'acier, mais la rapidité des accroissements respectifs des tonnages dans les années successives est de beaucoup le plus accélérée pour les plastiques. Aussi bien, certains ont-ils prévu qu'en volume, vers 1990, on aurait les mêmes ordres de grandeur pour les plastiques et l'acier, les tonnages étant bien sûr sensiblement dans le rapport de 1 à 8.

Comme on l'a dit, on trouvera de plus en plus les plastiques dans les secteurs les plus inattendus : dans le mobilier de style, réalisé par exemple avec du PS allégé et, d'autre part, sous la forme de protéines végétales pour l'alimentation du bétail à partir des chlorelles poussées sur du pétrole.

Quant aux matières de base de ces plastiques, on ne prévoit guère de difficultés puisque leur origine est de plus en plus le pétrole et que la quantité de ce dernier nécessaire à leur production est très faible eu égard au tonnage qui est brûlé dans les foyers et les moteurs.

Les plastiques se manifesteront de plus en plus dans les résidences secondaires (maisons orientables, maisons-bateaux (house-boat), dans les carrosseries monobloc, les remorques et les caravanes, la construction (chaudronnerie, pipelines), les chaussures, dans les vêtements en non-tissés, et les accessoires de la vie domestique tels que dans le sanitaire, les jouets (poupées), l'électro-acoustique, disques, bandes magnétiques, composants électroniques; ces derniers étant aussi employés dans les ordinateurs. Ces matériaux aggravent donc le danger de pollution parallèle à l'explosion démographique qui est en cours.

Ainsi, après les âges divers que l'humanité a vécus, celui des plastiques est sans doute proche, sinon actuel, conjointement avec celui de l'atome.

P.S. — Les illustrations de cet article sont dues à la Revue: Plastiques Modernes et Elastomères sauf la photographie de la serre gonflable de Pécbiney-Saint-Gobain. Que ces Sociétés trouvent ici nos remerciements.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Plastophysicochimie*, par P. DUBOIS, Masson éd., 1968.
Plasturgie, par P. DUBOIS, Masson éd.
Encyclopédie des isolants. — Ass. Suisse des Électriciens, 301 Seefeldstrasse, ZÜRICH 8.
Emballages, Revue mensuelle, 40, rue du Colisée, PARIS-8^e.
Plastiques Modernes et Elastomères, Revue mensuelle, 40, rue du Colisée, PARIS-8^e.
Bulletin de Documentation du CEMP, Revue mensuelle CEMP, 21, rue Pinel, PARIS-13^e.
Plasticulture, Revue trimestrielle, CEMP, 21, rue Pinel, PARIS-13^e.