

TABLE DES MATIÈRES

Lexique des termes liés à cet ouvrage	6	3.8. Réalisations des trous	55
1. Les matières plastiques	9	3.9. Tolérances dimensionnelles.....	57
1.1. Rappels de chimie organique.....	9	4. Techniques d'assemblages	58
1.2. Structure de base des matières plastiques	9	4.1. Inserts métalliques.....	58
1.3. Structure des matières plastiques	10	4.2. Rivetage	60
1.4. Présentation des matières plastiques.....	12	4.3. Encliquetage	60
1.5. Obtention des matières plastiques	12	4.4. Soudage.....	61
1.6. Schéma récapitulatif des matières de base et des principaux intermédiaires.....	16	4.5. Assemblages vissés.....	65
1.7. Identification rapide par le feu des principales matières plastiques.....	17	4.6. Charnières.....	65
1.8. Principales matières plastiques.....	18	4.7. Collage	66
1.9. Classification – Appellations.....	20	5. Moules d'injection pour thermo- plastiques	67
1.10. Caractéristiques.....	22	6. Moules d'injection pour thermo- durcissables	69
1.11. Concurrence matériaux – matières plastiques.....	27	7. Liaison presse-moule	70
1.12. Propriétés mécaniques.....	28	7.1. Types de presse	71
1.13. Préparation des granulés	29	7.2. Paramètres compatibles avec la presse	72
1.14. Coloration des matières plastiques	30	7.3. Capacités des presses Billion	73
2. Mise en forme des matières plastiques	31	7.4. Mise en place d'un outillage sur une presse	74
2.1. Injection des thermoplastiques	31	8. Efforts d'injection	75
2.2. Extrusion des thermoplastiques.....	32	8.1. Détermination de la pression réelle de la matière plastique.....	75
2.3. Calandrage.....	33	8.2. Pression dans le moule.....	75
2.4. Expansion	34	8.3. Détermination de la force de verrouillage minimale	76
2.5. Gaines soufflées.....	35	8.4. Pression et force de verrouillage réelles....	76
2.6. Thermoformage des thermoplastiques	36	8.5. Types de verrouillages	77
2.7. Soufflage.....	37	8.6. Verrouillage DK-CODIM – cycle	78
2.8. Compression des thermdurcissables.....	38	9. Conception des moules	79
2.9. Moulage des thermdurcissables	39	9.1. Matériaux pour la fabrication des moules	79
2.10. Injection des thermdurcissables	41	9.2. Éléments standard pour moules	81
2.11. Rotomoulage	42	9.3. Blocs modulaires – plaques.....	81
2.12. Composites.....	43	9.4. Moules d'injection pour thermoplastiques.....	83
2.13. Composites : utilisations et développement	46	9.5. Moules d'injection pour thermdurcissables	86
3. Conception des pièces	48	9.6. Moules de compression pour thermodurcissables	88
3.1. Réalisation des parois	48		
3.2. Réalisation des bords	50		
3.3. Réalisation des surfaces planes	51		
3.4. Réalisation des nervures.....	52		
3.5. Réalisation des bossages.....	53		
3.6. Rayons de raccordement	54		
3.7. Réalisation des dépouilles	55		

10. Alimentation des moules	89	18.6. Système de dévissage Hasco	130
10.1. Définition du point d'injection	89	18.7. Système de dévissage DME	131
10.2. Circulation de la matière	90	19. Systèmes d'ouverture des moules	132
10.3. Seuils d'injection	92	19.1. Systèmes STRACH	132
10.4. Canaux d'alimentation	95	19.2. Systèmes HASCO	132
10.5. Événements	97	19.3. Système DME	134
10.6. Buses de presse	97	20. Moulage sans déchets	135
10.7. Buses de moule	98	20.1. Buses	135
11. Refroidissement des moules	100	20.2. Canaux chauds	137
11.1. Notions de thermique	100	20.3. Mise en place des canaux chauds	138
11.2. Échanges de chaleur	101	20.4. Circuits d'alimentation	139
11.3. Régulation thermique	101	20.5. Canaux chauds – Blocs froids	139
11.4. Conduits de refroidissement	102	21. Lexique trilingue	141
11.5. Circulation du fluide	105	21.1. Presse à injecter	141
11.6. Conservation des calories	107	21.2. Étapes de l'injection	142
11.7. Équipements standard pour refroidissement	107	21.3. Éléments standard d'un moule	143
12. Éjection des pièces	108	21.4. Moule d'injection	144
12.1. Types d'éjection	108	21.5. Outil de compression	145
12.2. Choix des éjecteurs	109	21.6. Moule pour contre-dépouille	146
12.3. Éjection des carottes	110	21.7. Seuils et canaux	147
12.4. Éléments standard	111	21.8. Outillage d'injection Hasco	148
13. Guidage des plaques	116	22. Valorisation des matières plastiques - Recyclage	150
14. Centrage des plaques	117	22.1. Procédés de recyclage	150
15. Réalisation des contre-dépouilles	118	22.2. Identification des matières – symboles	155
16. Mise en œuvre des tiroirs	119	22.3. Identification des matières plastiques – outillage	156
16.1. Types de tiroir	119	Index	157
16.2. Verrouillage des tiroirs	119	Adresses des fabricants	159
16.3. Commande des tiroirs	120		
16.4. Retenue de coulisseau	121		
16.5. Guidage des tiroirs	121		
17. Démoulage des contre-dépouilles	123		
17.1. Doigt de démoulage	123		
17.2. Cales mobiles	123		
17.3. Poussoirs	125		
17.4. Colonnes et ressorts	126		
18. Réalisation des filetages	127		
18.1. Arrachement des filets	127		
18.2. Démoulages	127		
18.3. Démoulage par noyau éclipseable	127		
18.4. Démoulage dévissable	128		
18.5. Systèmes de dévissage	128		

1. LES MATIÈRES PLASTIQUES

HISTORIQUE

Les matières plastiques sont récentes, cette grande aventure industrielle commence au XIX^e siècle.

1869 : Le **celluloïd** remplace l'ivoire pour les boules de billard.

1880 : Apparition du **polychlorure de vinyle** et des premières fibres textiles.

1907 : Apparition de la **bakélite**.

1917 : Apparition de la **cellophane**.

1930 : Apparition du **polystyrène**.

1933 : Apparition du **polyéthylène** et du **polyuréthane**.

1940 : Premières pièces mécaniques remplacées par des **résines armées composites** pour les avions.

1947 : Apparition de l'**époxyde**.

1953 : Apparition du **polypropylène** et du **polycarbonate**.

Ces quelques dates montrent l'évolution rapide de cette industrie. Les exigences actuelles (aéronautique, espace) accélèrent le processus.

1.1. RAPPELS DE CHIMIE ORGANIQUE

La **chimie organique** est la chimie des composés du carbone, les matières plastiques sont toutes des dérivés du carbone, elles sont classées dans les composés organiques.

LA MATIÈRE

- **Les molécules** : La matière est composée d'éléments de base appelés – **Molécules**.
La molécule est définie comme étant la plus petite partie du corps, c'est-à-dire la quantité minimale de matière présentant des propriétés physiques et chimiques de ce corps.
- **Les atomes** : Une molécule peut être décomposée en éléments plus petits appelés – **Atomes**.
Cette décomposition entraîne un changement des propriétés. L'atome est la plus petite partie d'un corps pur électriquement neutres.
- **Les particules** : L'atome peut lui-même être décomposé en particules électriquement chargées ou neutres.
Ces particules sont indivisibles.
Le **proton** : particule élémentaire chargée positivement.
Le **neutron** : particule élémentaire électriquement neutre.
L'**électron** : particule élémentaire chargée négativement.

1.2. STRUCTURES DE BASE DES MATIÈRES PLASTIQUES

COMPOSANTS

Les atomes rencontrés dans les matières plastiques sont au nombre de huit.
Certains atomes sont ceux que l'on retrouve dans la constitution du corps humain (C–H–O–N).

H = Hydrogène

C = Carbone

N = Azote

O = Oxygène

F = Fluor

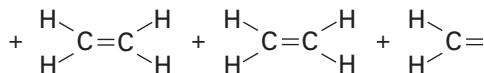
Si = Silicium

S = Soufre

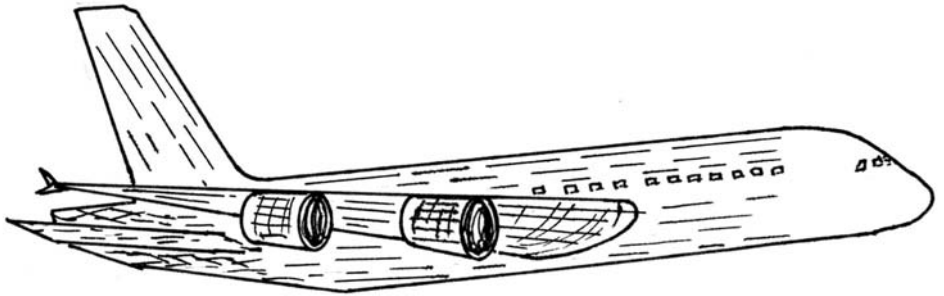
Cl = Chlore

COMPOSITION D'UNE MOLÉCULE

La matière plastique se forme par un regroupement d'éléments identiques ou analogues, assemblés les uns aux autres pour former une liaison chimique.
Exemple : l'éthylène est obtenue par synthèse d'un hydrocarbure.



Silhouette d'un Airbus



**INDUSTRIE
AÉRONAUTIQUE**

Pour l'industrie aéronautique, le poids est considéré comme un élément négatif. La réduction du poids des avions permet un gain important d'autonomie en vol. Les avions, les hélicoptères, les avions militaires ont été les premiers à intégrer dans leur construction des éléments composites. Le gain de poids pouvant atteindre jusqu'à 50 %, les constructeurs restent très discrets à ce sujet sur le pourcentage réel.

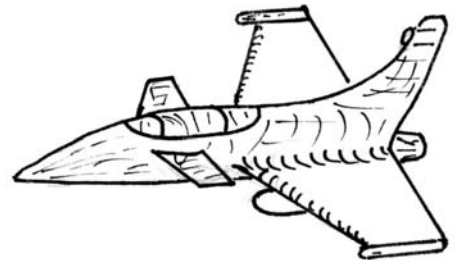
Les éléments composites sont sur un avion de ligne de type Airbus :

- pointe du radar, capots des réacteurs, protection du train d'atterrissage, dérive, volets de profondeur, ailerons ;
- structures internes des ailes, planchers, cloisons, portes ;
- habillage et aménagements intérieurs.

L'évolution des composites pour cette industrie est un thème de travail important au niveau des services de recherche et développement.

Dans la conception d'un avion militaire du type Rafale, les composites sont très nombreux, ils remplacent les éléments en alliage d'aluminium des générations d'avions précédents. Les composites sont avant tout des fibres de carbone. Les avions sans pilotes - drones - profitent également de ces nouvelles technologies.

Silhouette du Rafale



**LOISIRS
QUOTIDIENS**

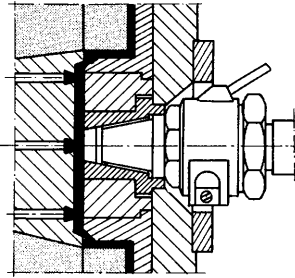
Les composites par leurs grands avantages de légèreté et résistance aux intempéries ont remplacé le métal et le bois dans les équipements de loisirs et même fait naître de nouveaux équipements. Des équipements spécifiques pour les handicapés permettent à ceux-ci de faire du sport.

Domaines d'application :

- coques de bateaux légers ;
- skis de fond ou alpins, luges ;
- cadres et roues de vélo pour le cyclo-tourisme, vélocross ;
- planeurs, deltaplanes ;
- casques de vélos et motos ;
- cannes à pêche.

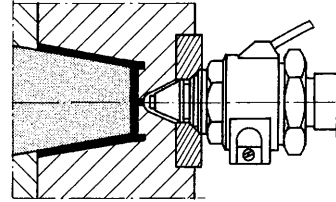
BUSES
(suite)

• Buse plongeante



Suppression de la carotte.
Pas de déchets.

• Buse plongeante - 40



Moulage sous cadences élevées.
Point d'injection capillaire.

LIAISON
PRESSE-MOULE

L'injection de la matière demande que la liaison entre la presse et le moule soit la plus étanche possible.

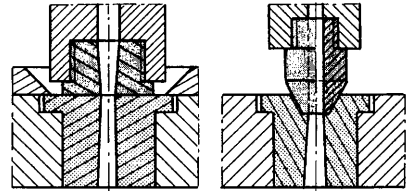
La forme de la buse est fonction de l'équipement du nez de presse.

Critères de choix :

- facilité de réalisation des surfaces de contact,
- dimensions de la buse de presse,
- protection du personnel contre les risques de fuites et projections de matière chaude.

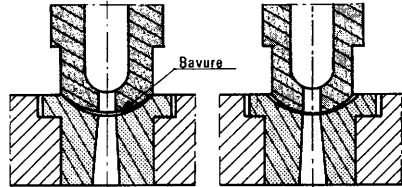
• Contact plan

• Contact conique



• Contact goutte de suif

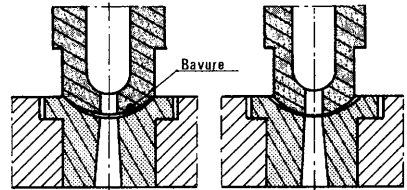
• Contact sphérique



Le contact entre la buse du nez de presse et la buse du moule doit être correct pour éviter la formation d'une bavure qui provoque une impossibilité d'extraction de la carotte.

À éviter

Conseillé



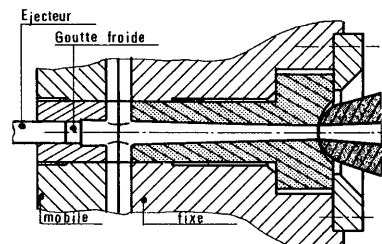
10.7. BUSES DE MOULE

PRINCIPE

Le canal d'entrée du moule qui reçoit le passage permanent de la matière plastique chaude travaille dans de mauvaises conditions (chocs thermiques).

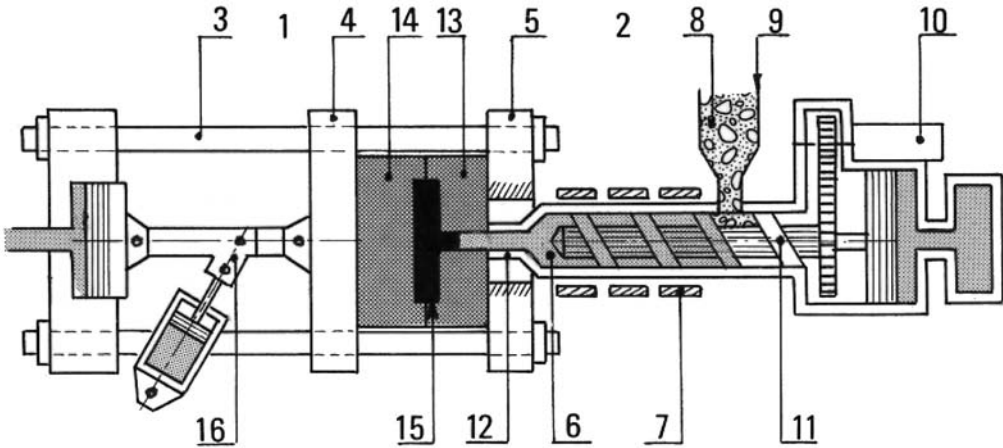
La buse du moule est munie d'un canal qui conduit la matière jusqu'au plan de joint.

Le conduit a une forme tronconique de section croissante (1 à 2°).



21. LEXIQUE TRILINGUE

21.1. PRESSE À INJECTER



1	Unité de fermeture	Schließeinheit	Clamping unit
2	Unité d'injection	Spritzeinheit	Injection unit
3	Colonne	Säule	Tie bar
4	Plateau mobile	Aufspannplatte beweglich	Moving platen
5	Plateau fixe	Aufspannplatte fest	Fixed platen
6	Pression d'injection	Einspritzdruck	Injection pressure
7	Collier chauffant	Heizband	Heater band
8	Trémie d'alimentation	Einfülltrichter	Feed hopper
9	Granulés	Granulat	Granulate
10	Commande vitesse de vis	Antrieb der Schnecke	Screw speed drive
11	Vis	Schnecke	Screw
12	Buse machine	Düse	Nozzle
13	Partie fixe du moule	Festsehende Formhälfte	Fixed half
14	Partie mobile du moule	Bewegliche Formhälfte	Moving half
15	Pièce	Spritzgußteil	Part moulding
16	Genouillère	Kniehebel	Toggle