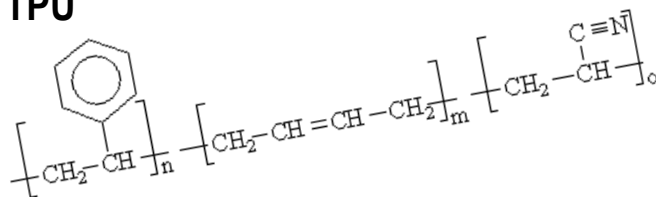
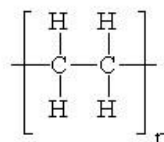
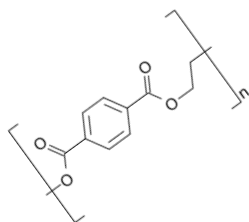


Tests de combustion de matières plastiques

Identification de 12 matières thermoplastiques
à l'aide d'
un briquet et de nos 5 sens

- polyéthylène **LDPE**
- polyéthylène **HDPE**
- polypropylène **PP**
- polystyrène **PS**
- polyoxyméthylène **POM**
- acrylonitrile-butadiène-styrène **ABS**
- polyméthylméthacrylat **PMMA**
- chlorure de polyvinyle **PVC**
- polyamide **PA**
- polyester **PET**
- polycarbonate **PC**
- polyuréthane **TPU**



Magic Science
Urs Gfeller
Thunstrasse 80
CH-3400 Burgdorf

079 315 40 45
www.magicscience.ch
info@magicscience.ch

En collaboration avec:



Prof. Dr. Kramer
Leiter MAS Kunststofftechnik

Partenaire de développement:



Partenaire de production:



Avec la participation de:

- Aareplast AG
- Bützer AG
- Eastman AG
- Fischer Söhne AG
- Jansen AG
- Lambrecht AG
- Pfister Werkzeugbau AG
- Röhm Schweiz AG
- Säntis Packaging AG
- Semadeni AG
- Wild & Küpfer AG

3ème édition / Mai / 2018

Contenu

1	Qu'est-ce que les matières plastiques ?	1
2	Structures	2
3	Additifs	3
4	Propriétés	4
5	Procédé de traitement	5
6	Low Density Polyéthylène LDPE	8
7	High Density Polyéthylène HDPE	9
8	Polypropylène PP	10
9	Polystyrène PS	11
10	Copolymère acrylonitrile-butadiène-styrène ABS	12
11	Polyoxyméthylène POM	13
12	Polyméthacrylate de méthyle PMMA, Plexiglas®	14
13	Polyvinylchlorid PVC	15
14	Polyamide PA	16
15	Polyester PET	17
16	Polycarbonate PC	18
17	Polyuréthane TPU	19
18	Résumé des utilisations	20
19	Autres matières importantes	21
20	Test de combustion	22

1 Qu'est-ce que les matières plastiques ?

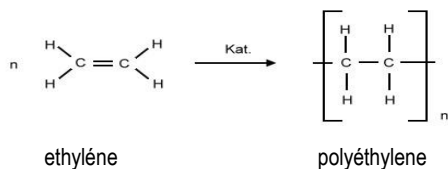
Les matières plastiques sont, au sens large, des matériaux composés de macromolécules et formés par transformation de produits naturels ou par synthèse de matières premières venant du pétrole, du gaz naturel ou du charbon.

En tant que matières organiques, les matières plastiques sont composées majoritairement des éléments carbone C et hydrogène H. Elles contiennent souvent également les éléments azote N, chlore Cl, fluor F ou du soufre S. Un certain groupe, les silicones, construisent leur squelette moléculaire à partir de l'élément silicium Si, à la place du carbone.

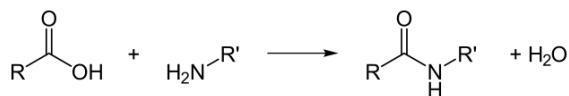
En tant que macromolécules, les matières plastiques sont composées de très grosses molécules dans lesquelles plusieurs centaines d'atomes sont reliés entre eux par des liaisons covalentes. Elles contiennent souvent les mêmes ou le même type de molécules de base, des monomères (mono = même, mero = partie) qui sont répétés plusieurs fois (degré de polymérisation) et groupés pour former des macromolécules appelées polymères (poly = plusieurs).

Les polymères utilisés comme matières plastiques ont en général un degré de polymérisation de plusieurs milliers de monomères. On obtient des polymères synthétiques par trois procédés :

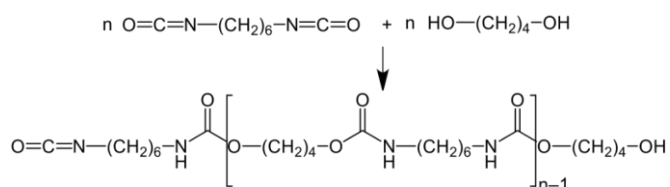
- la **polymérisation**, ex. : polyéthylène, polystyrène, chlorure de polyvinyle



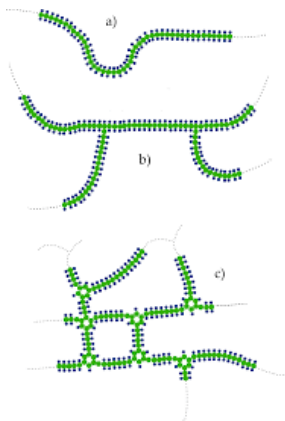
- la **polycondensation**, ex. : polyester, polyamide



- la **polyaddition**, ex. : polyuréthane



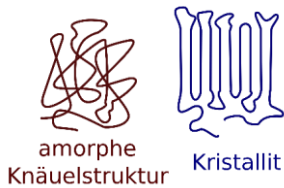
2 Structures



Les macromolécules peuvent présenter différentes structures. On trouve souvent des variantes des formes suivantes :

- a) forme **linéaire**
- b) forme **ramifiée**
- c) forme **imbriquée** (reliée) bi- ou tridimensionnelle

Parmi les formes linéaires, les macromolécules peuvent être disposées de différentes manières les unes sur les autres.



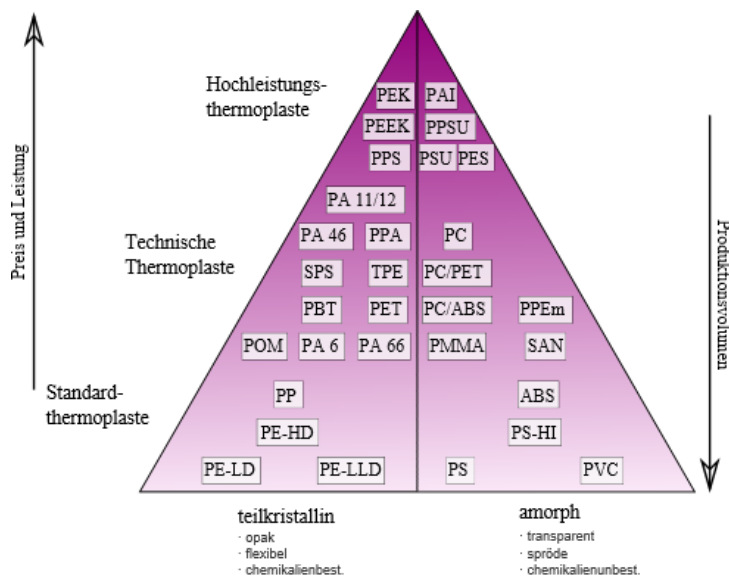
- a) En parfait désordre comme un morceau de coton. Cette disposition est appelée **amorphe**.
- b) Si les chaînes de molécules sont, par endroits, disposées parallèles les unes aux autres, on appelle cette disposition **semi-cristalline**. Dans ce cas, des phases ordonnées et désordonnées s'alternent.

Les matières plastiques semi-cristallines ne sont en général pas clairement transparentes mais opaques car la lumière se réfracte sur les zones cristallines. Elles sont par contre plus résistantes à la chaleur que les matières plastiques purement amorphes.

Les matières plastiques composées de macromolécules non liées, linéaires ou ramifiées, sont plastiquement déformables. Lorsqu'elles sont chauffées, elles peuvent être déformées à l'état plastique. On les appelle thermoplastiques.

Les matières plastiques composées de macromolécules reliées dans l'espace ne sont pas plastiquement déformables. Elles forment un réseau rigide indissociable et sont une molécule énorme. Lorsqu'elles sont chauffées, elles conservent leur état jusqu'à être irréversiblement décomposées. C'est pourquoi on les appelle plastiques thermodurcissables.

Si les macromolécules ne sont que lâchement reliées, on parle d'élastomères. Dans ce cas, les molécules sont déplaçables sous l'action de la force (élastique) mais se comportent comme des thermodurcissables lorsqu'elles sont chauffées.



Kommentiert [SDE1]: Das Schema sollte auch übersetzt werden.

3 Additifs

Les matières plastiques ne peuvent souvent pas remplir les fonctions souhaitées sous leur forme de base. Leurs propriétés peuvent être adaptées en les mélangeant à des additifs.

Pour assouplir un PVC dur, on lui ajoute souvent un plastifiant. Les phtalates sont un des groupes de produits utilisés pour ceci, comme par exemple le phtalate de diéthylhexyle (DEHP). Comme ce produit peut avoir un impact négatif sur l'Homme et l'environnement, de plus en plus de plastifiants à base d'ester d'acide citrique sont utilisés de nos jours.

Pour améliorer les propriétés de glissement des films de PE ou de PP, on ajoute du lubrifiant à la matière à mouler lors de la préparation. Cela peut être des matières minérales, comme le carbonate de calcium (la chaux) ou l'oxyde de silicium, ou des amides d'acide gras, comme l'oléamide ou l'érucamide.

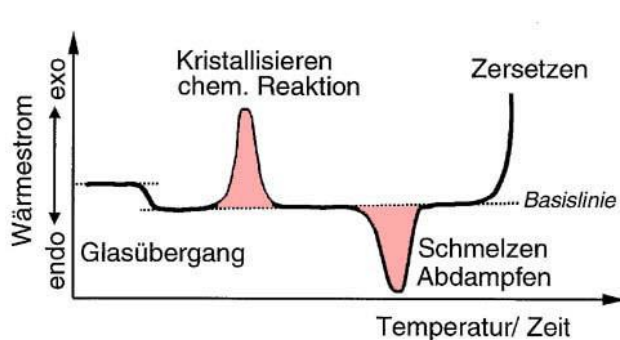
Pour améliorer les propriétés techniques des matières plastiques, on leur ajoute des matières de renforcement, telles que la fibre de verre, les billes de verre, le talc, et autres.

Pour que les matières plastiques restent stables pendant leur préparation ou qu'elles ne soient pas décomposées, plus tard lors de l'utilisation, par la chaleur, la lumière, des produits chimiques ou des champignons, on peut les mélanger à des stabilisants.

Evidemment, la plupart des matières plastiques peuvent également être colorées avec les colorants adéquats. Souvent, on utilise pour cela un concentré de couleur – un matériau de base qui contient une plus haute concentration du colorant.

4 Propriétés

Les macromolécules, assemblées à partir des éléments de base (monomères) en de longues chaînes de molécules par polymérisation, polycondensation ou polyaddition, ont différentes tailles. Chaque chaîne peut contenir des milliers, voire des centaines de milliers d'éléments de base. Le poids moléculaire est légèrement différent d'une molécule à l'autre, contrairement aux sels anorganiques. C'est pourquoi le comportement physique des matières plastiques ne présente pas de point de fusion net lorsque ces dernières sont chauffées.



Kommentiert [SDE2]: Dieses Schema sollte auch übersetzt werden.

Le diagramme ci-dessus montre un déroulement typique de gain ou de dégagement d'énergie d'une matière plastique lorsqu'elle est continuellement chauffée.

A la température de transition vitreuse, les liaisons entre chaînes de molécules sont dissoutes à tel point que la matière plastique devient caoutchouteuse (thermoélastique). Pour cela, il faut de l'énergie, en d'autres termes, c'est un processus endothermique.

Si l'on continue à chauffer l'échantillon, les molécules acquièrent tant de liberté dans leur mouvement que des zones semi-cristallines se forment. Lors de ce processus, de l'énergie est libérée. C'est un processus exothermique.

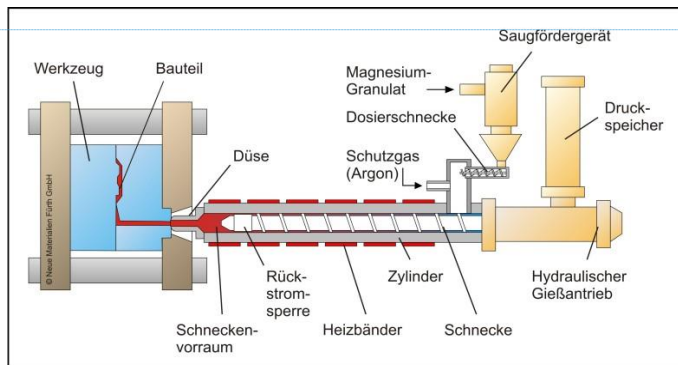
A plus haute température, les structures cristallines et les liaisons intermoléculaires des chaînes de molécules sont dissoutes. La matière plastique (thermoplastique) se transforme en matière fondue, prêt à être moulée. Ceci est un processus endothermique. Si la température est assez haute, la matière plastique en elle-même commence à se décomposer. Les chaînes de molécules se désintègrent en de plus court morceaux.

- Le polystyrène PS ou le polyester amorphe PETG ne présentent aucun pic pour la cristallisation.
- Le PET cristallin, par contre, présente un comportement net de cristallisation lorsqu'il est chauffé.
- Les thermodurcissables ne présentent ni un comportement de cristallisation, ni un comportement de fonte. Leurs macromolécules sont liées dans l'espace par de fortes liaisons de covalence. A haute température, celles-ci se décomposent directement.

5 Procédé de traitement

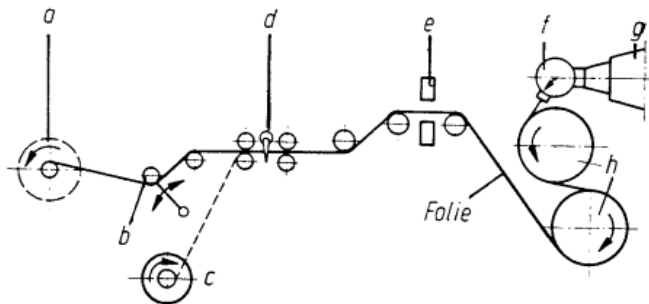
Thermoplastiques

Les procédés de déformation les plus importants pour les thermoplastiques (LDPE, HDPE, PP, PA, PMMA, PS, PC, POM, usw.) sont le moulage par injection, l'extrusion, l'extrusion-gonflage et l'injection-soufflage.



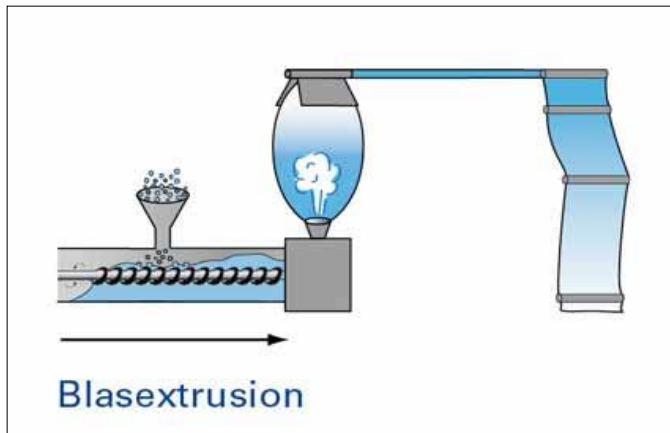
Kommentiert [SDE3]: Übersetzung

Lors du moulage par injection, la matière à mouler est fondue dans une unité de plastification (vis), extraite par intermittence et injectée dans le moule.

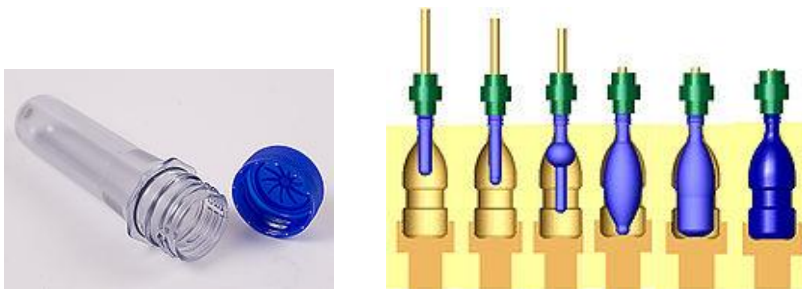


- a) rouleau de film, b) rouleau de tension, c) rouleau de chutes, d) découpage des bords,
e) mesure de l'épaisseur, f) filière plate, g) extrudeuse, h) rouleau de refroidissement

Lors de l'extrusion de films plats (procédé chill roll), la matière à mouler fondue dans une extrudeuse est versée régulièrement, par une filière plate, sur un rouleau en acier refroidi.



Lors de l'extrusion-gonflage, la matière à mouler est fondue dans une extrudeuse et injectée dans une filière annulaire. La gaine est gonflée, aplatie en haut, continuellement étirée et enroulée sur deux rouleaux.



Lors de l'injection-soufflage (par ex. des bouteilles), des pièces dites brutes, produites selon un procédé de moulage par injection, sont mises en forme en étant gonflées sous la pression et la chaleur.

Thermodurcissables

Les matières à mouler durcissables sont versées dans des pièces en deux parties, sous forme non réticulée. Après la fermeture du moule, la matière à mouler est durcie sous l'apport de chaleur. Ce processus de mise en forme est nommé moulage et peut être mené selon plusieurs techniques (moulage par compression, moulage par transfert, moulage par stratification). Les thermodurcissables sont de plus en plus mis en forme par le procédé de moulage par transfert.

Autres procédés de mise en forme

Pliage 1 :

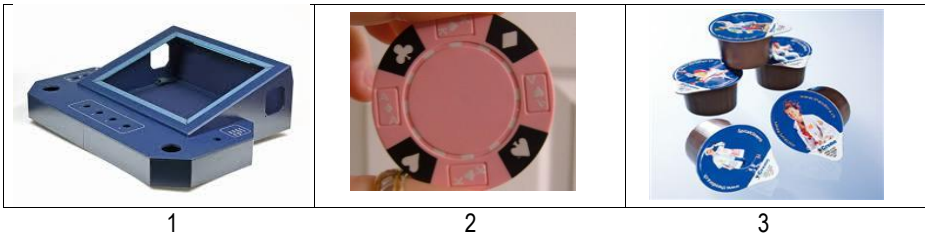
En chanfreinant et en pliant les matières plastiques, les formes de ces dernières sont changées. Souvent utilisé lors de la fabrication de boîtiers en plastique.

Impression 2 :

Des images peuvent être imprimées sur les pièces et films en plastique à l'aide d'une presse, sous l'effet de la chaleur et de la pression.

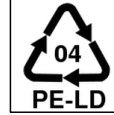
Traction-compression 3 :

Lors de l'emboutissage, les films sont chauffés et mis en forme à l'aide de la pression, du vide et en partie des conséquences mécaniques de l'emboutissage.



Le procédé d'assemblage consiste à lier les matières plastiques en les soudant (chaleur) ou en les collant. Les techniques de collage sont de nos jours particulièrement avancées. Ainsi, dans les constructions d'avions et véhicules (par ex. Boing 787), les liaisons par colles sont souvent privilégiées (poids, résistance)

6 Polyéthylène basse densité LDPE



Matière thermoplastique (polymérisation)

Densité: LDPE¹⁾ 0.92 - 0.94 g/cm³, low density, fortement ramifié
LLDPE²⁾ 0.87 - 0.94 g/cm³, linear low density, courtes chaînes latérales
1) Procédé haute pression 2) Procédé basse pression

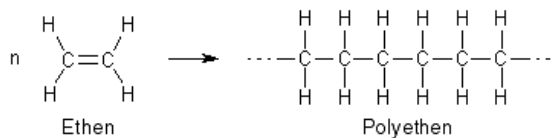
Caractéristiques extérieures : transparent (semi-cristallin) aux endroits fins des parois (films), mou, sensation cireuse dans la main, est rayé par l'ongle, empreintes dentaires bien visibles, pliable à froid, utilisation sans charge jusqu'à 70°C.

Autres essais : stable avec pratiquement tous les solvants à température ambiante (à l'exception des hydrocarbures halogénés et aromatiques), résistant aux solutions alcalines, acides non oxydants et à l'huile, soudable.

Test de combustion : flamme jaune, claire, bleue en son centre, s'égoutte en brûlant, continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, des fils peuvent être tirés de la masse fondue, après avoir éteint la flamme, la fumée sent la cire de bougie (paraffine).

Procédé de traitement : extrusion de profilés et de tuyaux, moulage par injection, extrusion-gonflage, frittage, moussage, enrobage.

Exemple d'utilisation : Seaux, bols, sacs, films alimentaires, films composites, films d'emballage, films de protection.



7 Polyéthylène haute densité HDPE



Matière thermoplastique (Polymerisation)

Densité : HDPE¹⁾ 0.94 - 0.97 g/cm³, high density, faiblement ramifiés, courtes chaînes latérales. (Procédé basse pression)

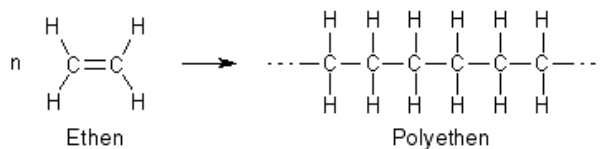
Caractéristiques extérieures : opaque (semi-cristallin), sensation cireuse dans la main, plus dur et plus rigide que LDPE, pliable à froid, utilisation sans charge jusqu'à 90°C.

Autres essais : stable à température ambiante avec la plupart des solvants, résistant aux solutions alcalines, acides non oxydants et à l'huile, soudable.

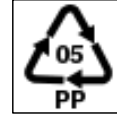
Test de combustion : Comme le LDPE, flamme claire, bleue en son centre, s'égoutte en brûlant, continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, des fils peuvent être tirés de la masse fondue, après avoir éteint la flamme, la fumée sent la paraffine (bougie).

Procédé de traitement : extrusion de profilés et de tuyaux, extrusion-gonflage, étirage-soufflage, moulage par injection, frittage, moussage, enrobage.

Exemples d'utilisation : bouteilles de produits détergents, sacs en plastique, revêtements de ski, plastique de protection pour les peintres, bidons, poubelles, tuyaux, boîtes à bouteilles.



8 Polypropylène PP



Matière thermoplastique (polymérisation)

Densité : 0.90 - 0.91 g/cm³

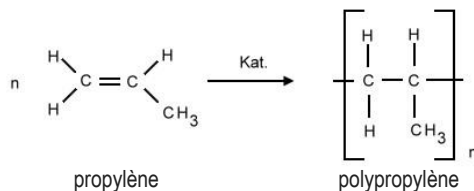
Caractéristiques extérieures : translucide voire transparent (selon la structure du PP), sensation cireuse dans la main, plus dur et plus rigide que le HDPE (homopolymère), pliable à froid, utilisation sans charge jusqu'à 100°C.

Autres essais : n'est dissout par aucun solvant à température ambiante, résistant aux solutions alcalines, acides non oxydants et à l'huile, soudable.

Test de combustion : comme le LDPE et HDPE, flamme claire, bleue en son centre, s'égoutte en brûlant, continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, des fils peuvent être tirés de la masse fondue, après avoir éteint la flamme, la fumée sent la paraffine (bougie).

Procédé de traitement : extrusion de profilés et de tuyaux, filage de fibres, extrusion-gonflage, étirage-soufflage, moulage par injection, frittage, moussage.

Exemples d'utilisation : fines feuilles à orientation biaxiale (en partie mousse opaque) pour l'emballage d'aliments, valises, tuyaux, PP modifié pour beaucoup de pièces en construction automobile, tissus de tapis, cordes, fibres techniques.



9 Polystyrène PS



Matériau thermoplastique (polymérisation)

Densité : 1.04 – 1.05 g/m³

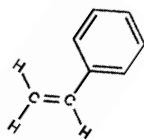
Caractéristiques extérieures : brillant et transparent (amorphe), bruit métallique en tombant, se casse lorsqu'il est plié, utilisation sans charge jusqu'à 70°C.

Test de combustion : flamme jaune/orange, lumineuse et vacillante, très fuligineuse, continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, masse fondue carbonisée, après avoir éteint la flamme, la fumée a une odeur sucrée (de styrène, pot de yaourt).

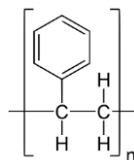
Autres essais : rapidement dissout par l'essence, l'acétone et autres solvants, résistant aux solutions alcalines, acides et à l'huile, peut être collé.

Procédé de traitement : principalement moulage par injection, extrusion de films, profilés et plaques, thermoformage possible.

Exemples d'utilisation : vaisselle jetable, gobelets, pinces à linge, films pour emboutissage d'emballages, plaques d'isolation.



styrène



polystyrène

10 Acrylonitrile-butadiène-styrène ABS



Matière thermoplastique (copolymérisation)

Densité : 1.06 – 1.12 g/m³

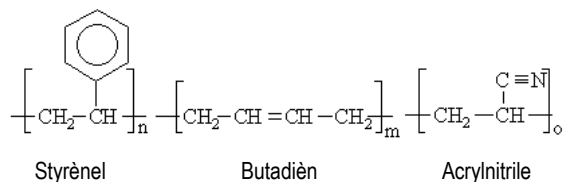
Caractéristiques extérieures : transparent à opaque, grande résistance aux chocs, bruit sourd en tombant, cassure blanche en étant plié, ne se brise pas, dur-élastique, utilisation sans charge jusqu'à 80°C.

Test de combustion : comme le PS, flamme vacillante, lumineuse, jaune, continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, très fuligineuse, masse fondue goutte à peine et est carbonisée, , après avoir éteint la flamme, la fumée a une odeur sucrée de styrène.

Autres essais : comme le PS, rapidement dissout par l'essence, l'acétone et autres solvants, résistant aux solutions alcalines, acides et à l'huile, peut être collé.

Procédé de traitement : calandrage, extrusion, moulage par injection, extrusion-gonflage.

Exemples d'utilisation : boîtier de radio, TV et téléphones, casques de protection, panneaux d'emboutissage et thermoformage de pièces de carrosserie et de vaisselle.



11 Polyoxyméthylène POM



Matière thermoplastique (polymérisation)

Densité : 1.39 – 1.42 g/m³

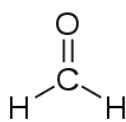
Caractéristiques extérieures : grande solidité, rigidité, dureté, résistance à l'abrasion et stabilité de forme à chaud, bien glissant, stable sous une chaleur allant jusqu'à 130°C, haute cristallinité et donc blanc opaque.

Test de combustion : brûle sans fumée, flamme pure bleue et calme (à peine visible), continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, la masse fondue s'égoutte en brûlant et se carbonise, après avoir éteint la flamme, la fumée a une odeur agressive et irritante de formol.

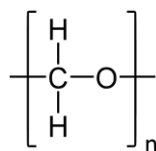
Autres essais : ne peut être que partiellement collé sans traitement de surface avec une flamme ou de l'acide phosphorique.

Procédé de traitement : principalement moulage par injection et extrusion. Peut être travaillé par enlèvement de copeaux.

Exemples d'utilisation : roues crantées, boîtiers de pompes, fermetures éclair, vis, boîtiers de machines, ferrures, charnières, patins coulissant de tringle à rideaux

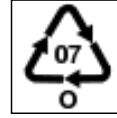


Formol



Polyoximéthylène

12 Polyméthacrylate de méthyle PMMA, Plexiglas®



Matière thermoplastique (polymérisation)

Densité : 1.18 – 1.23 g/m³

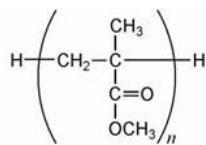
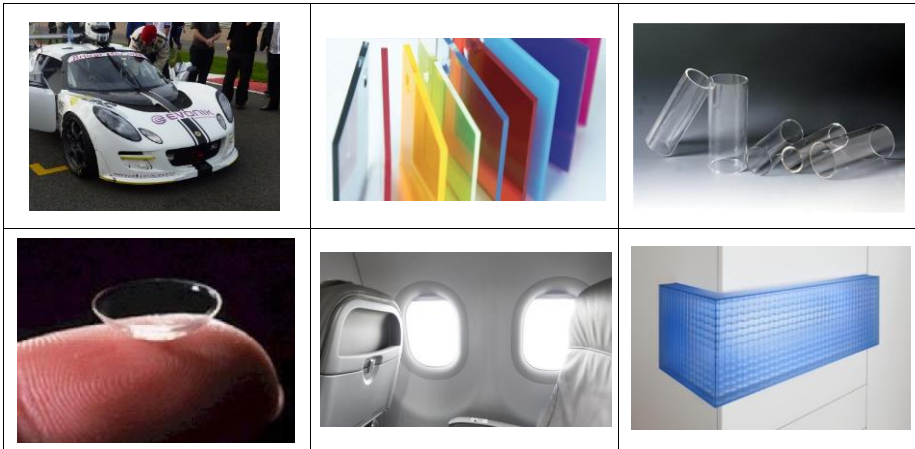
Caractéristiques extérieures : verre acrylique (également connu sous le nom de marque « Plexiglas ») avec une surface fortement brillante, offre une vue en transparence non biaisée, dur et rigide, utilisation sans charge jusqu'à 100°C.

Test de combustion : brûle en vacillant, flamme jaune lumineuse, continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, , après avoir éteint la flamme la fumée, a une odeur sucrée et fruitée.

Autres essais : stable avec les graisses et faibles solutions alcalines, peut être collé avec de la colle spéciale. Susceptible de se fissurer sous contrainte.

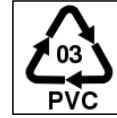
Procédé de traitement : extrusion, moulage par injection, thermoformage.

Exemples d'utilisation : baignoires thermoformées à partir de planches, luminaires, vitrage automobile, verre blindé, vitres de montres, lentilles, phares arrière.



Polyméthacrylate

13 Polychlorure de vinyle PVC



Matière thermoplastique (polymérisation)

Densité : 1.38 – 1.40 g/m³

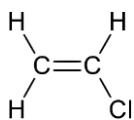
Caractéristiques extérieures : le PVC pur est clairement transparent, dur et rigide, cassant au froid, en le pliant, un trait blanc apparait (cassure blanche), son dur mais pas métallique en tombant, souvent allié à des additifs (PVC souple avec des phtalates ou, de plus en plus, avec des acides citriques), utilisation sans charge jusqu'à 65°C.

Test de combustion : flamme jaune, fuligineuse, s'éteint après avoir été éloigné de la source de feu, , après avoir éteint la flamme, la fumée a une odeur âcre d'acide chlorhydrique. ATTENTION : les vapeurs sont toxiques.

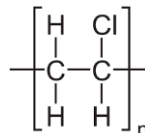
Autres essais : le PVC se dissout dans, par exemple, le tétrahydrofurane, l'acétone et les esters dissolvent le PVC, stable avec les solutions alcalines, les acides, l'huile et l'essence, soudable, peut être collé.

Procédé de traitement : calandrage, extrusion, moulage par injection, extrusion-soufflage.

Exemples d'utilisation : tuyaux, gaines de fils, profilés (par exemple, cadres de fenêtres), stores, films calandrés pour l'emboutissage, pochettes de perfusion (avec un plastifiant).



Clorure de vinyle



Clorure de polyvinyle

14 Polyamide PA



Matière thermoplastique (polycondensation)

Densité : 1.04 – 1.15 g/m³

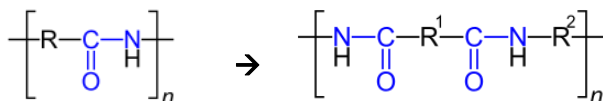
Caractéristiques extérieures : blanc laiteux à jaune, dur-élastique, incassable, il y a plusieurs types de PA (PA6, PA 6,6, PA11, PA12, entre autres) selon le monomère, les polyamides peuvent absorber jusqu'à 10% d'eau.

Test de combustion : flamme bleutée à bord jaune, masse fondue moussante, s'égoutte en crépitant, fait des fils, continue de brûler après avoir été éloigné de la source de feu, , après avoir éteint la flamme, la fumée sent la corne brûlée.

Autres essais : se dissout dans l'acide formique, stable avec l'huile, l'essence, les esters, les cétones, ne résiste pas aux acides, peut être collé.

Procédé de traitement : moulage par injection, extrusion, frittage, filage de fibres.

Exemples d'utilisation : roulements, roues crantées, vis, conduites de carburant, réservoirs, lignes de pêche, tapis, matériel de suture chirurgical, revêtements, fibres textiles et techniques, robes.



R=C₅ = PA 6
R=C₁₀ = PA 11

R¹ = C₄, R² = C₆ = PA 6.6
R¹ = C₈, R² = C₆ = PA 6.10

15 Polytéréphtalate d'éthylène PET



Matière thermoplastique (polycondensation)

Densité : PETC: 1.38 – 1.40 g/cm³ (PET cristallin)
PETA: 1.33 – 1.35 g/cm³ (PET amorphe)

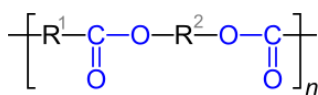
Caractéristiques extérieures : le PETA est hautement transparent, le PETC blanc et cassant.

Test de combustion : brûle légèrement, flamme jaune, masse fondue s'égoutte en brûlant et en vacillant, la flamme produit une fumée blanche, , après avoir éteint la flamme, la fumée a une odeur sucrée aromatisée.

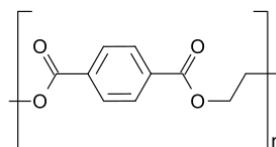
Autres essais : instable avec les acides forts, forte solidité en tant que fibre.

Procédé de traitement : extrusion de films plats et à bulles (lors du procédé de coextrusion, les couches extérieures peuvent contenir des copolyesters soudables et amorphes), moulage par injection, filage de fibres.

Exemples d'utilisation : fibres textiles, films extrudés pour l'emboutissage, films orientés biaxiaux pour films composites d'emballage, feuilles métallisées, bouteilles, gobelets, feuilles pour condensateurs, pellicules de photo, PETC pour bols de plats industriels pouvant être chauffés.

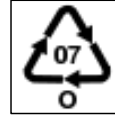


Formule général



Glycol éthylénique et acide téréphtalique

16 Polycarbonate PC



Matière thermoplastique (polycondensation)

Densité : 1.20 – 1.24 g/cm³

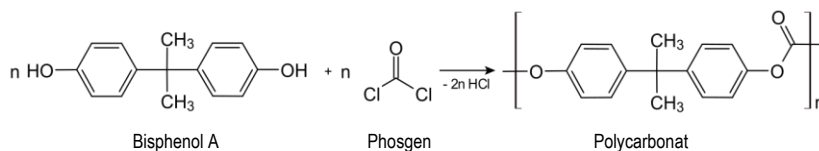
Caractéristiques extérieures : transparent (amorphe), dur et résistant, très bonne résistance aux chocs, fait un bruit de ferraille, utilisation de -140°C à +135°C.

Test de combustion : flamme jaune-orange vacillante, s'éteint de manière hésitante après avoir été éloigné de la source de feu, légèrement fuligineuse, , après avoir éteint la flamme, la fumée sent le phénol, la masse fondue se carbonise.

Autres essais : relativement bonne résistance aux produits chimiques, mauvaise résistance aux UV, peut être collé, soudable à l'US, susceptible de se fissurer.

Procédé de traitement : moulage par injection, extrusion.

Exemples d'utilisation : CDs, verres de lunettes, visières, boîtiers sous-marins pour appareils photo, vitrages, vaisselle de camping, boîtiers d'instruments médicaux (ex. pompe à insuline)



17 Polyuréthane TPU



Matière thermoplastique (polyaddition d'isocyanate et de diols (ex : hexanediol) ou de polyols (ex : polyester et polyéthylène)

Densité : 1.15 – 1.25 g/cm³

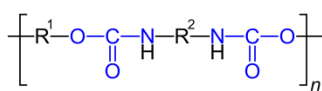
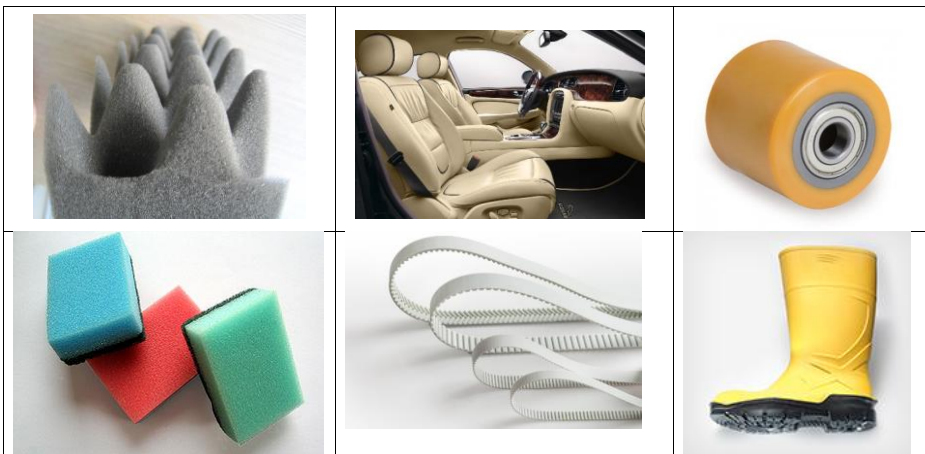
Caractéristiques extérieures : opaque, élastique, caoutchouteux, très bonne flexibilité, pas de plastifiant, utilisation de -30°C bis +80°C.

Test de combustion : difficilement inflammable, flamme lumineuse, s'égoutte, , après avoir éteint la flamme, la fumée sent l'isocyanate, la masse fondue mousse.

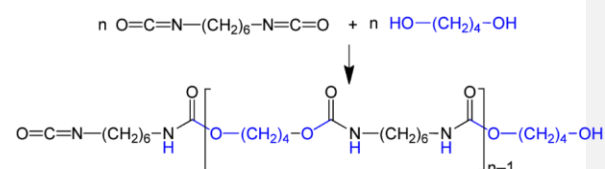
Autres essais : bonne résistance aux intempéries, résiste à l'abrasion, relativement bonne résistance à l'huile et aux graisses, instable avec l'eau chaude (vapeur), les acides et les solutions alcalines, peut être collé, soudable.

Procédé de traitement : moulage par injection, extrusion, calandrage, frittage.

Exemples d'utilisation : feuilles adhésives thermofusibles (ex : industrie automobile), housses de téléphones, bobines, joints, mousses (ex : matelas), matériaux isolants, fibres textiles, chaussures de ski, préservatifs, semelles de chaussures



Formule générale



1,6-diisocyanats d'hexaméthylène avec 1,4-Butandiol (n ≈ 40)

18 Résumé des utilisations

Sigle	Nom	Utilisation
LDPE	Polyéthylène basse densité	Sacs poubelle, film rétractable, film étirable, films recouvrants.
HDPE	Polyéthylène haute densité	Bidons, tuyaux, tonneaux, films fins (sacs craquants)
PP	Polypropylène	Feuilles orientées biaxiales pour l'emballage, tuyaux, cordes, tapis.
PS	Polystyrène	Moussé, comme matière isolante, feuilles embouties comme emballage, par ex. Pot de yaourt, vaisselle jetable.
ABS	Acrylonitrile-butadiène-styrène	Pieces de Lego, casques de protection, phares de voiture, boîtiers d'appareils électriques, becs de saxophone.
POM	Polyoximéthylène	Roues crantées, valves, vis, patins coulissants de tringle à rideaux, fiche de raccordement, charnières, bobines, fermetures éclair.
PMMA	Polyméthylméthacrylat	Verres de clignotants, vitrage, par exemple Plexiglas , ciment osseux, verres de montres.
PVC	Polychlorure de vinyle	Tubes électriques, cadres de fenêtres, isolation de fils, similibricuir, plaques en mousse. Avec un plastifiant, pochettes de perfusion.
PA	Polyamide	Fibres, par exemple le Nylon , habits, parachutes, cordes, fil de pêche, serre-câbles, chevilles, brosses à dents.
PET	Polyéthylène-téréphtalate,	Bouteilles, fibres, films, pellicules, papiers adhésifs.
PC	Polycarbonate	CDs, verres de lunettes, vitrage d'avions, panneaux solaires, visières de casques.
TPU	Polyuréthane	Mousse pour matelas et rembourrages, matériaux d'étanchéité, fibres élastiques, par exemple le Lycra , colles, laques, films

Kommentiert [SDE4]: Knistersäcke ??

19 Autres matières importantes

Abréviation.	Name	Anwendungen
ASA	Acrylonitrile-styrène-acrylate	Resiste aux utilisations à haute temperature, machines à cafe, micro-ondes, planches de surf
BR	Polybutadiène	Vulcanise avec du soufre, dans les pneus
CA	Acétate de cellulose	Viscose , robes, filtres de cigarettes
CR	Néoprène	Connu sous forme de mousse en tant que Néoprène
EP, Epoxy	Résine époxyde	Colles, résine de coulée pour bateaux et modélisme, circuits imprimés
PAN	Polyacrylonitrile	Fibres textiles
PEEK	Polyétheréthercétone	Très haute résistance a la chaleur, équipement médical, construction d'équipements, cordages de tennis
PF	Résine phénolique	Connu sous le nom de bakélit , construction d'appareils
PI	Polyimide	Très haute résistance a la chaleur, filtres à air chaud, électrotechnique
PTFE	Polytétrafluoroéthylène	Connu sous le nom de téflon , résistance extrêmement bonne aux produits chimiques, construction d'équipements chimiques, revêtements, faible coefficient de friction
PVA	Alcool polyvinylique	Substances adhésives solubles dans l'eau dans les laques a cheveux et colles, bonnes barrières à oxygène dans les feuilles et bouteilles co extrudées, feuilles d'emballage solubles dans l'eau
SI	Silicone	Huile et graisse de silicone, élastomères de silicone hautement résistants à la chaleur (ex: moules de cuisson, moules à glaçons), joints en silicone, bonne biocompatibilité, implants mammaires

20 Test de combustion

Le test de combustion est un contrôle de matériaux destructif. Il consiste à chauffer un petit échantillon de matière plastique à l'aide d'une petite flamme (ex : briquet). Cela coupe les longues chaînes de polymères et engendre des produits de décomposition jusqu'aux éléments de base des matières plastiques, les monomères.

Les critères les plus importants à observer sont :

- La matière plastique peut-elle être enflammée ?
- La flamme continue-t-elle de brûler ou s'éteint-elle ?
- Quelle couleur a la flamme ?
(de presque incolore à orange, en passant par bleu et jaune)
- Quelles sont les caractéristiques de la flamme ?
(calme, vacillante, crépitante)
- Quel aspect a la masse fondue ?
(transparente, fuligineuse, mousseuse, qui goutte)
- Quel aspect a la fumée ?
(à peine existante, blanche, fuligineuse)
- Après avoir éteint la flamme, quelle est l'odeur de la fumée ?
(acide, agressive, fruitée, de bougie, de styrène, de formol, de cheveux brûlés)

Mesures de sécurité :



Porter des lunettes de protection



Une feuille d'aluminium ou un journal mouillé en tant que sous-main protège des gouttes brûlantes de matière plastique.



Travailler sous une hotte ou dans une pièce bien aérée.

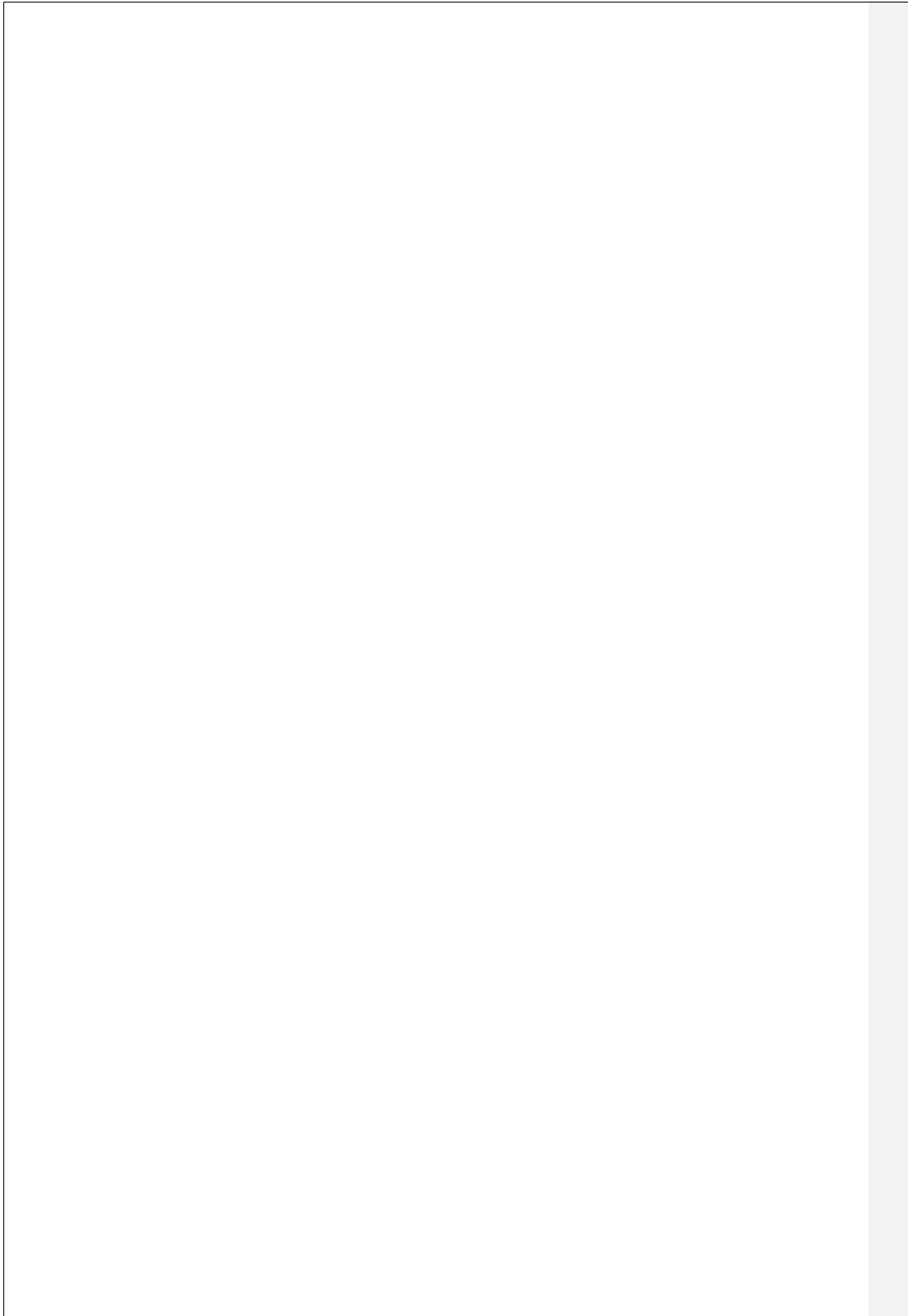
Attention:

Ne pas inspirer directement les vapeurs. Toujours éventer avec la main vers le nez

Le **PVC** et le **POM** émettent des vapeurs toxiques de chlorure d'hydrogène et de formol en brûlant.

Sigle de la matière plastique	POM	ABS	PS	PP	HDPE	LDPE
Densité [g/cm ³]	1.40	1.09	1.04	0.90	0.95	0.93
Resistance à la chaleur [°C]	130	80	70	100	90	70
Visuellement Tactilement Acoustiquement	cristallin, binc opaque, duar, bien glissant	transparent, dur-élastique, bruit sourd, cassure blanche en étant plié, ne se casse pas	transparent, bruit métallique, se casse en étant plié	translucide, un peu plus rigide et solide que le HDPE	opaque, blanchâtre, traces de dents légèrement visibles	transparent, souple, rayé par les ongles, empreintes dentaires
Flamme Masse fondue (S = source de feu)	Flamme bleue faible et calme, s'égoutte en brûlant, continue de bruler sans S	Comme le PS	jaune/orange, légèrement vacillante, continue de bruler sans S, s'égoutte a peine, masse	Comme le LDPE	Comme le LDPE	Jaune et bleue en son centre, continue de bruler sans S, s'égoutte en brûlant, masse fondue claire,
Fumée en brûlant	Pas de fumée	Fortement fuligineuse	Fortement fuligineuse	Pas de fumée	Pas de fumée	Pas de fumée
Odeur après extinction	reizend, Formaldehyd GIFTIG!	Comme le PS	sucree, styrene, pot de vaourt	Paraffine, bougie	Paraffine, bougie	Paraffine, bougie

Sigle de la matière plastique	PC	PET	PA	PVC	PMMA	TPU
Densité [g/cm ³]	1.22	1.35	1.08	1.39	1.20	1.20
Resistance a la chaleur [°C]	135	70	90	65	100	80
Visuellement Tactilement Acoustiquement	transparent, dur, rigide, bonne résistance aux chocs, bruit de ferraille, ne casse pas en étant plié	PETA= amorphe, transparent, PETC=cristallin, opaque	laiteux, dur-élastique, incassable,	transparent, dur, rigide, cassant au froid, cassure blanche, le PVC souple contient un plastifiant	transparent, dur, rigide, très brillant, sans altération, cassure blanche en étant plié, <u>ne casse pas</u>	Transparent a opaque, élastique, caoutchouteux
Flamme Masse fondue (S = source de feu)	jaune, vacillante, s'éteint de manière hésitante sans S, masse fondue carbonise	Brûle légèrement d'une Flamme jaune vacillante, masse fondue goutte en brûlant et se carbonise.	Flamme bleue a bord jaune, continue de brûler sans S, masse fondue mousse, s'égoutte en crépitant fait	jaune, fuligineuse, s'éteint sans source de feu	jaune, vacillante, continue de brûler sans S, masse fondue mousse et se carbonise	Difficilement inflammable, brûle de manière lumineuse, masse fondue mousse, goutte
Fumée en brûlant	Légèrement fuligineuse	blanche	Peu de fumée blanche	Fortement fuligineuse	Pas de fumée	
Odeur après extinction	Odeur éde phénol	sucrée, aromatique	Corne, cheveux brûlés	acre d'acide chlorhydrique, toxique!	sucrée, fruitée	désagréable, Isocyanate





www.magicscience.ch