

Études des matières plastiques en L.E.P.

Bien que l'étude des matières plastiques reste complexe et fort longue même pour de bons élèves de chimie, nous pouvons fort bien l'aborder en L.E.P. Le but pédagogique, dans ce cas est, en effet, moins la connaissance des mécanismes réactionnels que la compréhension dans la fabrication, dans l'utilité et dans les propriétés des matières plastiques. Il faudra de toute manière être vigilant sur le contenu de la leçon et ne pas se perdre dans l'univers de la technologie, mais bien traiter une étude purement du domaine de la chimie.

Une chance s'offre à nous enseignants. Tous nos élèves connaissent les matières plastiques, elles font partie de leur environnement. Aussi pouvons-nous partir de ce fait pour leur faire découvrir en classe laboratoire par exemple la plupart de leurs propriétés.

Ce genre de leçons peut s'aborder de diverses manières :

- *Aspect synthétique* : fabrication d'une matière plastique.
- *Aspect analytique* : analyse élémentaire d'une matière plastique.
- *Aspect physique* : étude des propriétés physiques des matières plastiques.

PLAN DE LEÇON SUIVANT LES CAS :

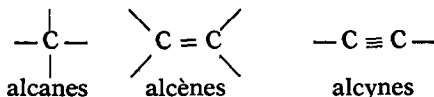
ASPECT SYNTHETIQUE

Plan n° 1 :

Aspect synthétique, on part des éléments de base (C.N.O.Cl...).

1. Rappels :

Liaisons covalentes :

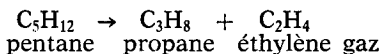


2. Fabrication d'un monomère :

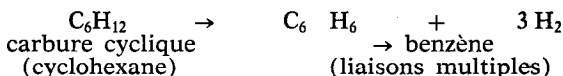
- a) analyse immédiate du pétrole :
 raffinage → alcanes (solide)
 (gazeux)
 (liquide)

b) Monomères-carbures non saturés → existence de liaisons multiples (plus légers) :

— obtenu par cracking (craquage).



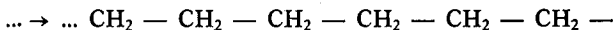
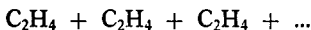
— *obtention par reforming* (reformage) :



Donc 2 procédés de fabrication de monomères.

3) **Fabrication du polymère** (polymérisation ou polycondensation) :

Monomère → polymère (macromolécules)
Gaz en général solide en général



polyéthylène, polystyrène, polyamide, etc.).

Remarque :

Exemples de polymères - polypropylène, polystyrène, polyamide, etc.

On utilise pour le :

1-2-3-4 soit les modèles atomiques,
soit du légo ou tout autre montage (voir annexe).

4. **Etude expérimentale :**

— Fabrication du polystyrène
du nylon
du phénoplaste → voir documents ci-joints (annexe)

— colle peroxy → araldite bois, synthétiques, etc.

5. **Propriétés :**

Thermodurs → réseaux
Thermoplastiques → chaînes.

ASPECT ANALYTIQUE

Plan n° 2 :

Aspect analytique : la démarche est inverse, on part de plusieurs échantillons de matières plastiques pour en découvrir leurs composants.

1. Observation des échantillons :

1. On distingue 2 sortes de matières plastiques SOUPLE et RIGIDE.
2. Couleurs différentes → mélanges homogènes en général.
3. Comportement à la chaleur (voir feuille annexe).
→ Thermodurcissables - Thermoplastiques.

2. Analyse élémentaire :

Recherche des éléments.

1. Combustion :

- a) fumée noire, présence de carbone,
- b) condensation de vapeur d'eau → (H et O),
- c) couleur de flamme verte, présence de chlore (pH orange),
- d) pH bleu, présence de N.

2. *Conclusion* : Les éléments de base sont en général C, H, O, N, Cl, quelquefois (F, P ou S) :

- analogie avec la plupart des corps organiques (on brûle du sucre) (ou du bois par exemple),
- la fabrication des matières plastiques demande un apport de matières naturelles comme eau, cellulose, lait, urée, etc.

3. Les macromolécules :

Elles seront extraites des matières naturelles ou dérivées du pétrole :

- voir (liaison covalente) isolants, donc présence de milliers d'atomes.
- *thermodurcissables* : réseau,
- *thermoplastiques* : chaînes linéaires.

4. Conclusions :

1) Les matières plastiques sont composées d'éléments C, O, N, Cl, H et S ou P.

2) Il y en a deux sortes : T.D.,
T.P.

3) Elles sont de différentes couleurs en présence de colorants qui peuvent servir de réactifs (vieillessement de la matière plastique ou remplacer les peintures esthétiques).

4) Elles peuvent être rigides ----> présence de plastifiant et de durcisseur.

bois synthétique
colle epoxy

5) Elles se moulent facilement ----> T.P. et T.D.

Elles se travaillent facilement ----> acier doux.

ASPECT PHYSIQUE

Plan n° 3 :

On va aborder cette leçon à partir de l'observation d'échantillons de diverses matières plastiques et essayer d'en déduire le maximum de renseignements pour aboutir suivant le niveau de la classe à l'élaboration de matières plastiques.

I. OBSERVATIONS.

1) PROPRIÉTÉS ORGANOLEPTIQUES :

- a) les matières plastiques sont inodores,
 - b) certaines sont incolores, d'autres colorées.
- > Pourquoi ? (colorants).

2) COMMENT SONT FABRIQUÉS LA PLUPART DES OBJETS EN MATIÈRES PLASTIQUES :

bouteille, film, sac, peinture...

Conclusion : on peut les mouler ou les modeler.

3) USAGES DES MATIÈRES PLASTIQUES :

On regarde les divers usages et on pousse la réflexion jusqu'à la déduction maximale.

bouteille seringue récipients divers pot de yaourt	— récipients alimentaires → imputrescibles - résistent à l'oxydation, — récipients de produits chimiques - résistent aux attaques des agents chimiques violents (acides et base), — seringue - ne modifie pas l'origine des substances à injection (remplace le verre),
---	---

tube de PVC matériels électriques polystyrène lunette	— plomberie → évacuation des eaux usées (plus de plomb, plus de soudure), — électricité → les matières plastiques sont des isolants électriques (liaisons covalentes), — boîte isotherme → polystyrène, conservation du froid ou du chaud (isolation thermique), — lunette → propriété optique,
tableau de bord de voiture - coque de voilier - skate board	— les matières plastiques peuvent être très dures et remplacer les aciers ou d'autres métaux.

4) CONCLUSION :

a) La plupart des matières plastiques sont des produits de remplacement de produits naturels (verre - cuir - caoutchouc - métaux, etc.).

b) *Pourquoi l'extension des matières plastiques*

- coût de revient (0,5 centime pour un pot de yaourt),
- usage unique (seringue).

c) Elles sont imputrescibles → non débiogradables → problème de pollution.

II. COMPORTEMENT A LA CHALEUR.

De 2 sortes → fusion : thermoplastiques,

→ combustion : thermodurcissables.

Donc, suivant l'usage, on choisira une matière plastique (thermoplastique ou thermodurcissable).

Exemples :

colle, peinture, vernis → thermodurcissable

sac, emballage, film → thermoplastique.

III. COMPORTEMENT DES MATIERES PLASTIQUES.

1) Essai de densité : immersion dans l'eau, la matière plastique flotte ou coule, donc les matières plastiques sont plus denses ou moins denses que l'eau (coque de bateau ou casier de pêche). Voir T.P. Annexe ;

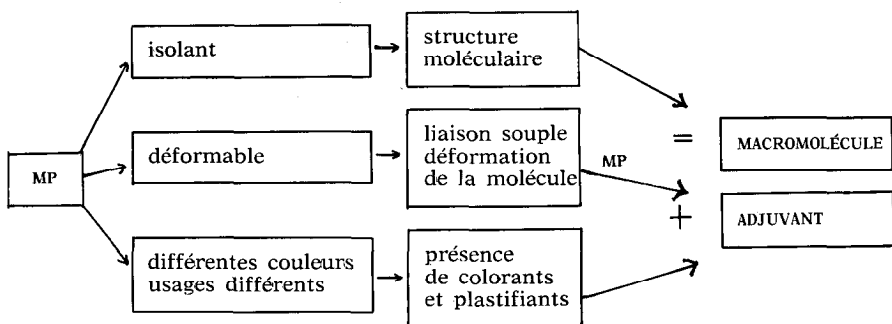
s'il surnage : groupe des polyoléfines.

2) Essai au solvant (benzène ou trichloréthylène) :

- attaque $\longrightarrow$ styrénique (verniss)
- pas d'attaque $\longrightarrow$ vinylique.

3) *Attention* donc aux utilisations des matières plastiques.

Exemple : vêtements en textile synthétique peuvent être attaqués lors d'un nettoyage en teinturerie ou d'un lavage sans précaution de température ou de détergent.

IV. EXPLOITATION DES OBSERVATIONS.

— les macromolécules (voir autres études).

V. CONCLUSION.

Les matières plastiques sont des produits de synthèse obtenus à partir du pétrole ou de certaines macromolécules naturelles.

En conclusion : je voudrais dire que la réflexion que je vous propose n'est pas exhaustive, et peut évidemment être remaniée et modifiée suivant les impératifs souhaités et la motivation des élèves. Mais quels que soient les métiers préparés en L.E.P., je pense que l'on peut inclure une ou deux leçons (de préférence sous forme de classe laboratoire) concernant les matières plastiques. J'ai personnellement expérimenté ce genre de leçons avec mes élèves et je peux dire que j'ai été très surpris de la connaissance de vos soi-disant « classes difficiles » face aux matières plastiques et, honnêtement, je pense en avoir appris autant qu'eux.

BOURDON,
(L.E.P. Louis-Blériot - Etampes).

BIBLIOGRAPHIE

- *Les Matières plastiques*, collection « MOUCHE ». Édition Joël Bodin Vuibert.
 - *Les Matières plastiques*. Document réservé au corps enseignant par Rhône Poulenc.
 - *Notes de l'E.N.N.A.* Paris-Sud.
-

ANNEXE 1

VISUALISATION DE LA POLYMERISATION
ET DE LA CONDENSATION**Matériel.**

Modèle atomique ou jeux de LEGO, jeux de construction ou bouchons et allumettes, etc.

a) POLYMÉRISATION : il suffit de prendre des blocs de même couleur (chaque bloc : monomère).

(Voir figure 1).

b) COPOLYMÉRISATION : il suffit de prendre des blocs de couleur différente.

c) POLYCONDENSATION : on visualise par assemblage de blocs de couleur différente.

(Voir figure 2).

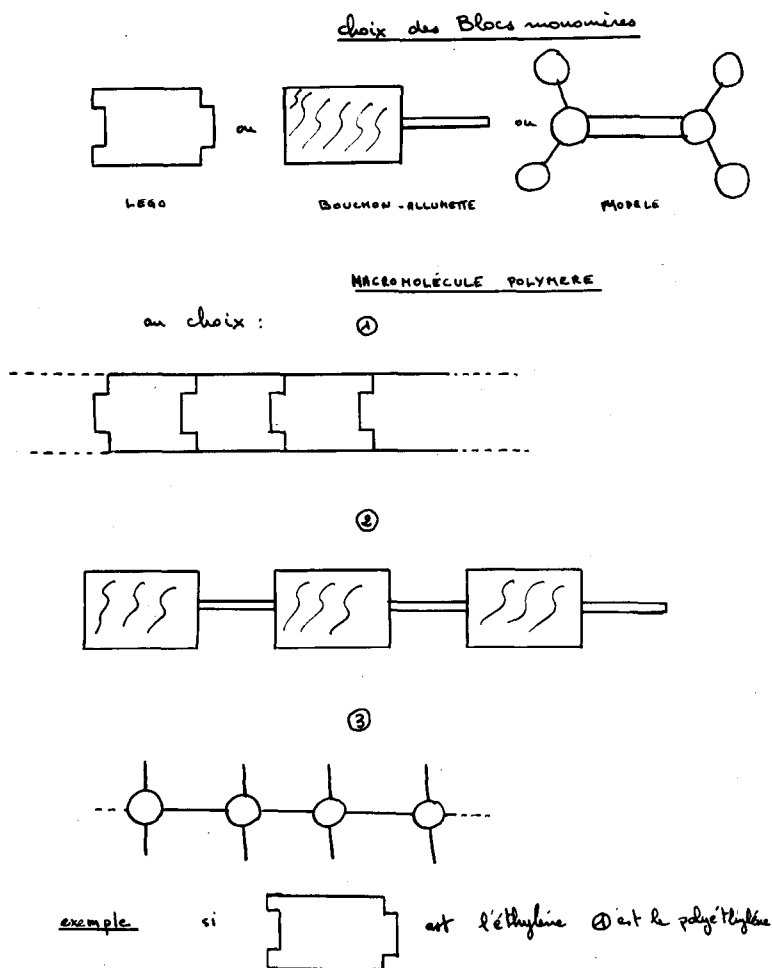
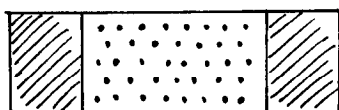
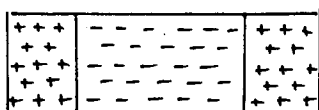


Fig. 1. — Choix des blocs monomères.

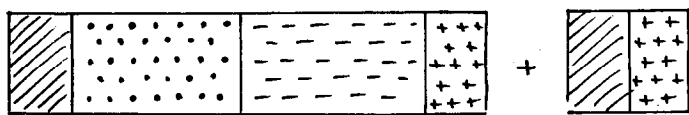


Monomère 2

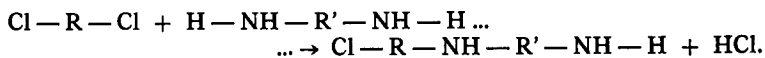


Monomère 1

L'action des deux monomères donne :



Exemple :



Synthèse du nylon.

Polymères.

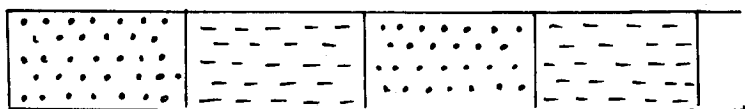


Fig. 2. — On prend des « legos » comme blocs de base :

ANNEXE 2

ACTION DE LA CHALEUR

Matériel.

Plusieurs échantillons de plastique de toutes sortes et de toutes couleurs.

Bec bunsen, bougie ou lampe à alcool.

a)

échantillons	comportement
P V C	
Mélamine	
Plexiglas	
Polystyrène	
Bakélite	

b) Avec un tube à essai (inconvenient : difficile à nettoyer après usage).

Conclusion.

- Il se ramollit et fond : thermoplastique.
- Il résiste à la chaleur et se carbonise : thermodurcissable.
- Attention : certaines vapeurs peuvent être nocives : présence de C et N (cyanures).

c) Si on veut montrer l'importance des catalyseurs et des durcisseurs, on peut tout simplement préparer de la colle à base de résine EPOXY (araldite ou autre) ou du bois synthétique ou de la soudure synthétique (SOUDOBOIS ou SYNTHOFER).

ANNEXE 3

RECHERCHE DES ELEMENTS DE BASE

1. Combustion.

Fumée noire → présence de carbone (voir fig. 4).

2. Condensation sur une paroi froide.

Présence de vapeur d'eau → (atome d'hydrogène, atome d'oxygène) (voir fig. 5).

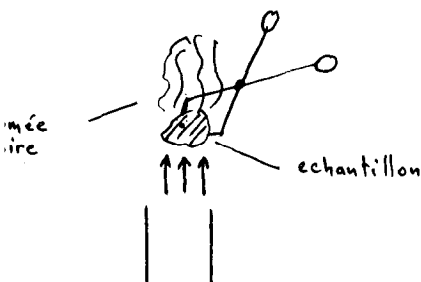


Fig. 4

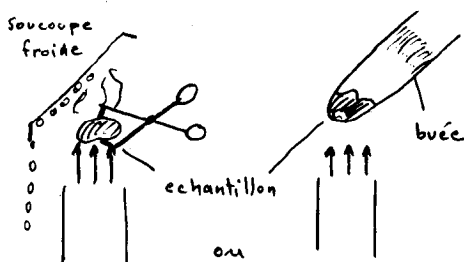


Fig. 5

3. Recherche du chlore.

Essai de BELSTEIN ou essai au papier pH universel :

- a) *Essai de Belstein* : on observe la couleur de la flamme (voir fig. 6); si la flamme se colore en vert → présence de chlore.



Fig. 6 a

On prélève un peu de l'échantillon par fusion en le touchant à l'aide d'un fil chauffé (cuivre).

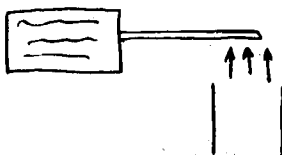


Fig. 6 b

On plonge le fil dans la flamme d'un bec Bunsen. Si elle se colore en vert $\rightarrow$ chlore.

Fig. 6. — Essai Belstein.

- b) *Papier pH universel* : le papier pH universel vire à l'orange en présence de chlore (ce virage ne se produit qu'en milieu acide : HCl , ce qui est le cas le plus général).

4. Recherche de l'azote.

Le papier pH vire au bleu en présence d'azote.

ANNEXE 4

PREPARATION DE QUELQUES MATIERES PLASTIQUES

A. Polycondensations

1. **Préparation de la bakélite** : $\rightarrow$ phénoplastes (dérivés phénolés) (voir fig. 7).

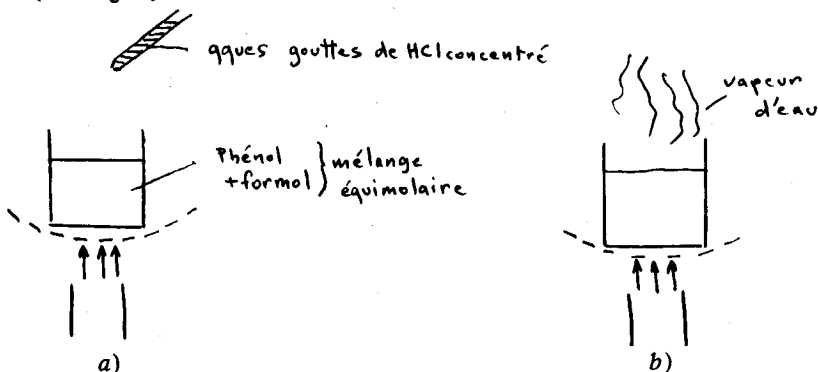


Fig. 7

— Ajouter HCl au bout d'un moment si on veut voir son rôle de catalyseur.

— On peut ensuite enrouler la solution visqueuse sur un agitateur.

2. Préparation d'aminoplastes (même expérience que précédemment).

Il suffit de remplacer le phénol par l'urée et HCl par H_2SO_4 .

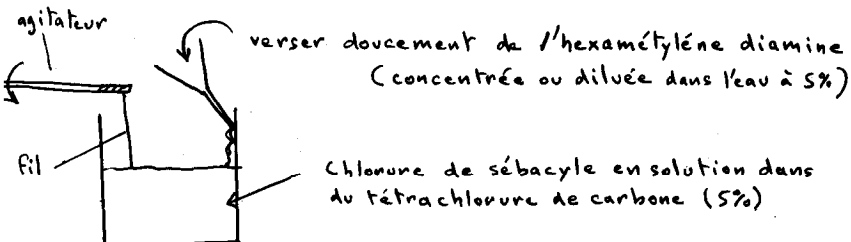
Urée + Formol

(30 g) (100 cm³ à 30 %)

Il faut tiédir légèrement pour dissoudre l'urée et ajouter 2,5 g de sulfate d'ammonium (catalyseur) [on peut verser dans un récipient à mouler et chauffer pour la prise (5 mn)].

3. Préparation de polyamides (voir fig. 8).

On utilise des produits dilués ou concentrés.



Un voile se forme en surface → on prélève avec une pince ou une pointe fine et l'on « file » le nylon sur un agitateur.

Fig. 8

B. Polymérisations**1. Préparation du plexiglas :**

Polyméthacrylate de méthyle (voir fig. 9).

2. Inclusion sous plastique.

Il existe des produits tout préparés pour « inclure » sous plastique : c'est encore un exemple de polymérisation avec catalyseur (voir fig. 3).

(On peut aussi trouver ces produits aux Etablissements ADAM, boulevard E.-Quinet - Paris 14^{me}).

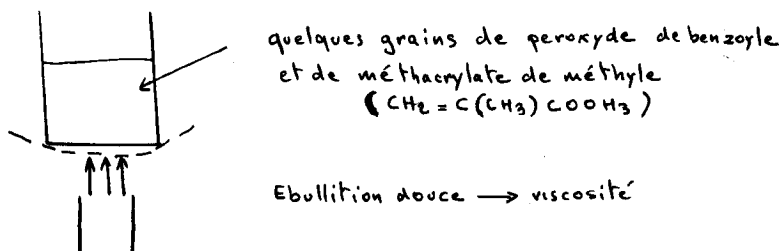


Fig. 9

— Arrêter le chauffage dès que les bulles ne peuvent plus se dégager (genre sirop de confiture).

— Refroidir sous un courant d'eau froide.

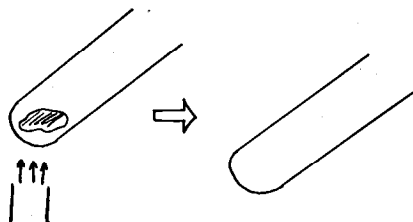
ANNEXE 5

EXEMPLE DE T.P.

A. Observation de l'échantillon

FILM	SOUPLE	RIGIDE
↓	↓	↓
se découpe au ciseau	se découpe au couteau	se casse ou se découpe à la scie
Conclusion : THERMOPLASTIQUES		on ne peut conclure

B. Essai à la flamme : chauffage (rigide uniquement)



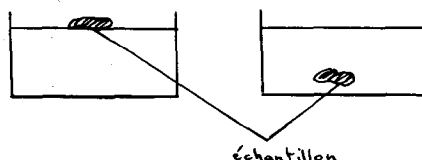
Résultats.

— S'il se ramollit et fond : c'est un THERMOPLASTIQUE.

— S'il résiste à la chaleur et se carbonise sans ramollir : c'est un THERMODURCISSABLE.

C. Distinction des thermoplastiques (ordre à respecter)

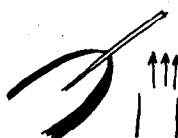
1. Essai de densité :



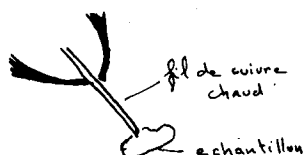
2 cas possibles :

- S'il coule (on passe à l'essai suivant).
- S'il surnage : c'est une POLYOLÉFINE (polyéthylène ou polypropylène).

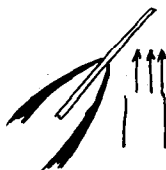
2. Essai de Belstein.



a) On chauffe un fil de cuivre.



b) On prélève une petite quantité de matière par fusion.



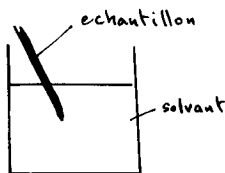
c) On réintroduit le fil de cuivre dans la flamme.

d) Conclusion :

- couleur de la flamme VERTE : l'échantillon est un POLYVINYLIQUE (P.V.C.).
- Couleur de la flamme inchangée : on passe à l'essai suivant.

3. Test au solvant (trichloréthylène ou benzène).

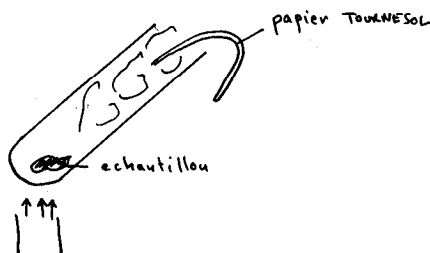
Attention aux vapeurs.



Observation (10 mn après) :

- a) l'échantillon reste intact : on passe à l'essai suivant.
- b) L'échantillon est attaqué ou dissous : c'est un STYRÉNIQUE (polystyrène).

4. Essai au tournesol (analyse des vapeurs).

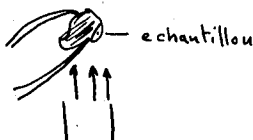


Observation du papier :

- Il devient bleu ou violet : l'échantillon est un POLY-AMIDE.
- Il devient rose ou ne change pas : on passe à l'essai suivant.

5. Essai de combustion.

On enflamme l'échantillon : on observe les fumées :



- Il s'enflamme difficilement en dégageant une fumée BLANCHE $\Rightarrow$ l'échantillon est un POLYURÉTHANE.
- Il s'enflamme facilement et dégage une fumée NOIRE $\Rightarrow$ c'est un ACÉTATE DE CELLULOSE.
- S'il n'y a pas de fumée $\Rightarrow$ c'est un POLYACRYLIQUE (plexiglas).