

Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	

**Physique-chimie**

## Synthétiser et identifier les matières plastiques recyclables

Cette ressource propose des activités expérimentales associées au module spécifique « Synthétiser et identifier les matières plastiques recyclables » issu des nouveaux programmes de terminale bac professionnel en physique-chimie. Elle propose la construction d'un organigramme permettant d'identifier des plastiques au travers de différents tests, la synthèse du nylon et d'un bioplastique, la pierre de lait.

### Mots-clés

Matières plastiques, recyclable, biodégradable, bioplastiques, polymère, polyaddition, polycondensation.

### Références au programme

**Chimie** : Comment analyser, transformer ou exploiter les matériaux dans le respect de l'environnement ?

**Groupement 5** et notions complémentaires du **groupement 4**.

**Module** : Synthétiser et identifier les matières plastiques recyclables

### Connaissances :

- Connaître les matières plastiques recyclables les plus courantes (exemples : PET, PVC...).
- Savoir qu'un polymère est une macromolécule issue d'un assemblage répété de monomères.
- Savoir qu'une matière plastique est composée de plusieurs polymères (les réactions de polymérisation ne sont pas exigibles).

### Capacités :

- Identifier des matières plastiques recyclables à l'aide de tests spécifiques.
- Synthétiser expérimentalement un polymère.
- Synthétiser expérimentalement une matière plastique biodégradable.

## Activité 1 : Identification des matières plastiques

### Objectif pédagogique

L'objectif de l'expérimentation est de déterminer à partir de tests d'identification la nature des échantillons plastiques. Dans la suite de la ressource, la réalisation de ces tests ainsi qu'une analyse des observations qui en découlent seront illustrées. Les résultats des tests sont consignés dans le tableau récapitulatif des observations et ces derniers sont comparés à l'organigramme des essais (en annexe). Parmi les échantillons soumis aux différents tests sont présents le PET (Poly(téréphtalate d'éthylène)), le PE

(Polyéthylène), le PP (Polypropylène), le PVC (Polychlorure de vinyle) et le PS (Polystyrène).

## Structuration de l'activité

On dispose de plusieurs échantillons d'objets en plastique numérotés comme suit :

- Bouteille en plastique (n°1)
- Emballage alimentaire (n°2)
- Emballage produit ménager (n°3)
- Barquette alimentaire (n°4)
- Tuyau de plomberie (n°5)



## Problématique

À quel type de matière plastique correspond chacun des échantillons ?

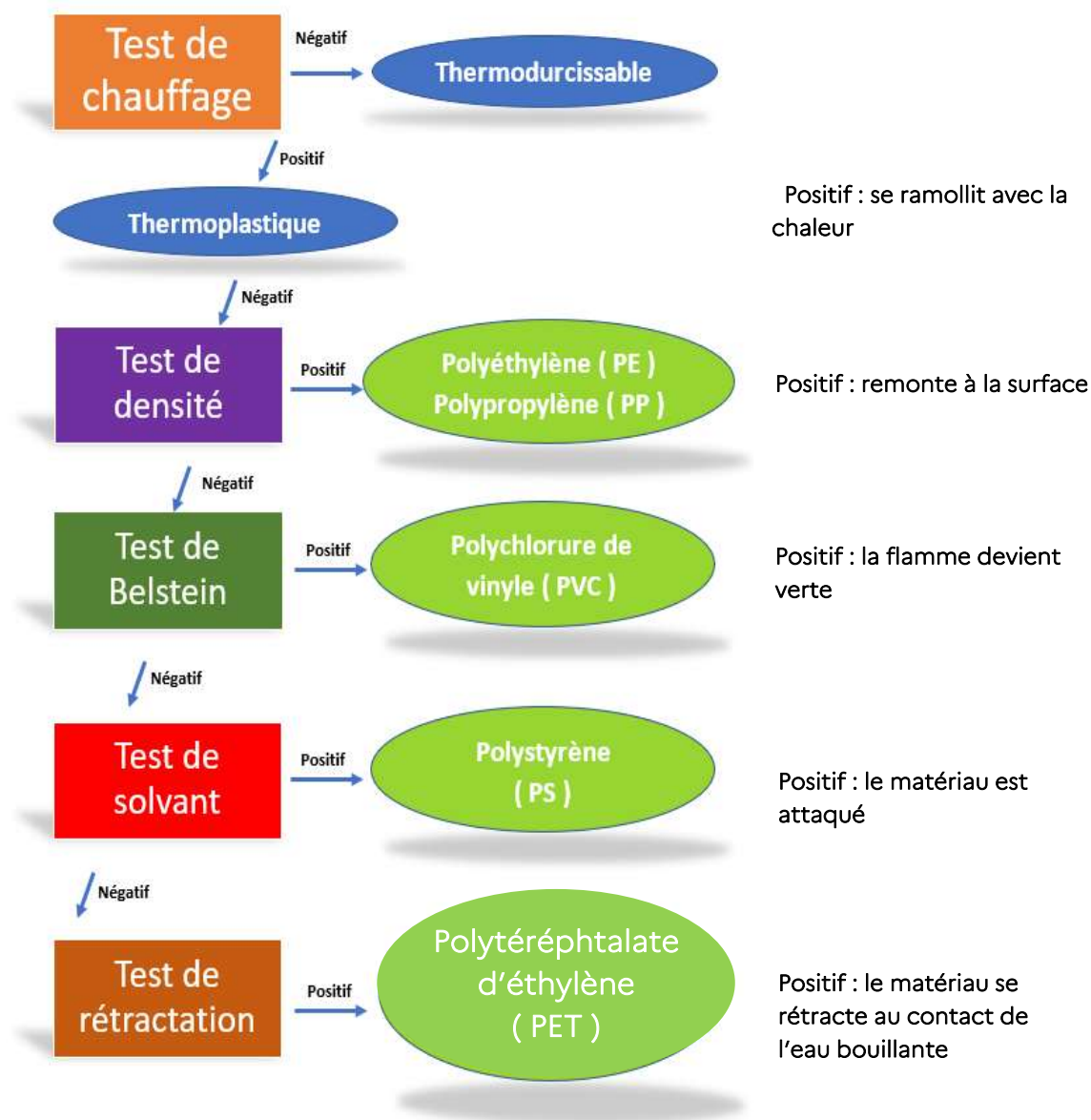
## Matériel et ressource disponibles

### Matériel disponible

- 1 agitateur en verre
- 1 bécher de 250 mL
- 4 coupelles
- 4 fils de cuivre
- 1 dispositif de chauffage
- 1 pince en bois
- 4 tubes à essai avec bouchon sur portoir
- Acétone
- Eau distillée

Pour la suite de l'activité, l'élève pourra s'appuyer sur l'organigramme des essais et les protocoles expérimentaux de chacun des tests présentés ci-dessous. Les tests produisant des émanations gazeuses pouvant être très toxiques doivent être effectués sous hotte aspirante.

## Organigramme des essais



Remarques : lorsqu'un test est positif, il n'est pas nécessaire de réaliser le test suivant. La chronologie des opérations et les consignes de sécurité sont à respecter.

## Présentation et réalisation des différents tests

### Test de chauffage (sous hotte)

Disposer l'échantillon sur une coupelle. Chauffer l'agitateur dans la flamme puis le poser sur l'échantillon.

Observations (illustrations pour quelques échantillons)

Sous l'effet de la chaleur, tous les échantillons se ramollissent. Ce sont donc des thermoplastiques.

**Test de densité**

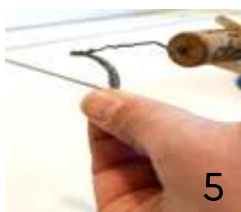
Verser 200 mL d'eau dans un bécher. Plonger et immerger un échantillon pendant une dizaine de secondes puis le libérer.

Observations (illustrations pour quelques échantillons)

Les échantillons 2 et 3 remontent à la surface, les autres restent immergés. Les échantillons 2 et 3 sont des polypropylènes ou de polyéthylènes.

**Test de Belstein (sous hotte)**

Chauffer au rouge le fil de cuivre tenu à l'aide d'une pince en bois dans la flamme. Prélever le plastique en posant le fil de cuivre sur un échantillon, puis replacer le fil de cuivre dans la flamme.

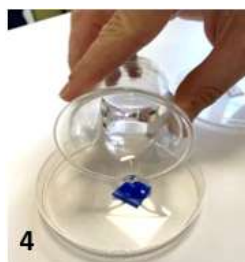
Observations (pour l'échantillon n°5)

L'échantillon 5 engendre une flamme de couleur verte caractéristique de la présence de chlore dans le plastique. Il s'agit de polychlorure de vinyle. Pour les autres échantillons, la flamme est orange.

### Test du solvant (à l'écart de toute flamme)

Verser quelques millilitres d'acétone sur un échantillon dans une coupelle et laisser agir quelques minutes.

Observations (pour l'échantillon n°4)



L'échantillon n°4 se solubilise dans la solution d'acétone. On remarque une dégradation de l'état de surface du polymère. Il s'agit de polystyrène.

### Test de rétractabilité dans l'eau chaude

Immerger l'échantillon dans l'eau bouillante pendant quelques minutes et observer s'il se rétracte.

Observations (pour l'échantillon n°1)



L'échantillon n°1 se rétracte sous l'effet de l'eau ébouillante. Il s'agit de PET (polytéréphtalate d'éthylène).

## Réponse à la problématique

Tableau récapitulatif des observations

	échantillon 1	échantillon 2	échantillon 3	échantillon 4	échantillon 5
Test de chauffage	positif	positif	positif	positif	positif
Test de densité	négatif	positif	positif	négatif	négatif
Test de Belstein	négatif	négatif	négatif	négatif	positif
Test du solvant	négatif	négatif	négatif	positif	négatif

Test de rétractabilité	positif	négatif	négatif	négatif	négatif
Nature de l'échantillon	PET	PE ou PP	PE ou PP	PS	PVC

### Remarque

Il se peut que le polystyrène soit positif au teste de densité s'il présente de l'air ou du gaz dans sa composition (polystyrène expansé). Dans ce cas, le test de densité est caduc.

## Activité 2 : Synthétiser les matières plastiques recyclables

### Synthèse d'un polymère : le nylon

Le nylon est un polymère synthétique qui a été découvert par une équipe de chercheurs dirigée par Wallace H. Carothers chez DuPont, une entreprise de produits chimiques américaine, en 1935. Le nylon a été présenté pour la première fois au public en 1938 lors de l'exposition universelle de New York. L'une des premières applications commerciales du nylon a été la fabrication de brosses à dents en 1938, mais il est surtout connu pour son utilisation dans la production de bas pour femmes, communément appelés "bas nylon", qui ont été introduits sur le marché en 1939. Ces bas étaient plus durables et moins chers que ceux fabriqués en soie, ce qui a contribué à leur popularité. Pendant la seconde guerre mondiale, la production de nylon a été largement réorientée vers l'effort de guerre, où il a été utilisé pour fabriquer des parachutes, des cordes, des toiles de tente et des pneus. Après la guerre, le nylon a continué à être utilisé dans de nombreux produits, notamment les vêtements, les tapis, les cordes et les pièces d'automobiles.

### Objectif pédagogique

Il s'agit de présenter la synthèse du nylon par polycondensation. Les réactifs utilisés sont l'hexaméthylène diamine dissout dans une solution de soude et le sébacoyl dichlorure (IUPAC : decanedioyl dichloride, il s'agit d'un diacide carboxylique). À partir de ces réactifs, la synthèse du nylon 6-10 peut être réalisée et le plastique obtenu peut être observé directement.

### Protocole expérimental

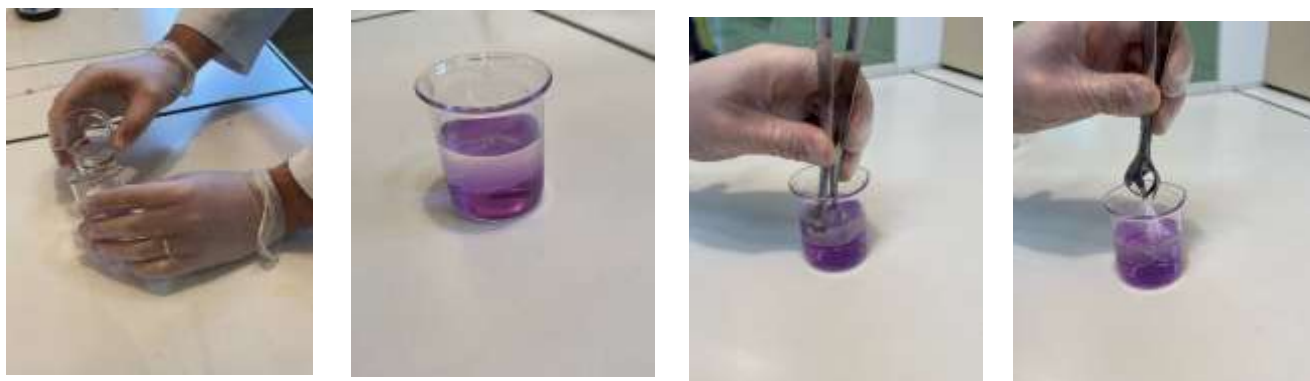
- Verser dans un bécher, 50 mL de solution d'hexaméthylène diamine (phase aqueuse) puis verser lentement et régulièrement un volume égal de la solution de sébacoyl dichlorure (phase organique) en inclinant les béchers afin d'éviter les remous et le mélange des deux liquides. La réaction se produit entre les deux solutions et un mince voile de Nylon 6-10 se forme à l'interface.
- Tirer le voile avec une pince ou un crochet et enrouler le fil de nylon sur un agitateur en verre. Le fil peut être ensuite déroulé et manipulé avec des gants (le fil étant imbibé des substances toxiques). La réaction se termine lorsqu'un

des réactifs se retrouve en défaut par rapport à l'autre. L'ajout d'un colorant à la phase aqueuse permet de visualiser parfaitement l'interface.

### Précautions pour la manipulation

- Garder les flacons des réactifs bien fermés.
- Manipuler sous hotte aspirante.
- Utiliser des gants, lunettes et blouse de protection.

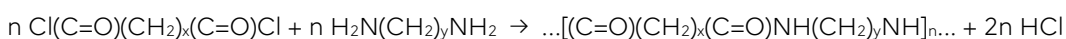
### Illustration de l'expérience (colorant violet utilisé)



Des kits sont disponibles chez les fournisseurs traditionnels.

### Interprétations

Le produit de la réaction de polycondensation est un polyamide.



Au cours de cette réaction, les fonctions amine et chlorure d'acyle réagissent ensemble, très rapidement à température ambiante, pour former les fonctions amides. L'acide chlorhydrique libéré est rapidement neutralisé par la soude présente en solution afin d'éviter la perte d'amine.

Dans notre cas,  $x = 8$  et  $y = 6$ . Il s'agit donc bien de la synthèse du nylon 10,6.

Le chlorure d'adipoyle peut être utilisé à la place du chlorure de sébacoyle. On obtiendra dans ce cas du nylon 6,6 ( $x = 4$  et  $y = 6$ ).

### Synthèse d'un plastique biodégradable : la pierre de lait

La galalithe ou pierre de lait, fut inventée en 1897 par deux scientifiques allemands. Par la suite, elle fut commercialisée et on peut y voir l'ancêtre des plastiques dérivés du pétrole. Le matériau est fabriqué à partir de la caséine extraite du lait écrémé puis séchée et mélangée à du formol pour durcir.

### Objectif pédagogique

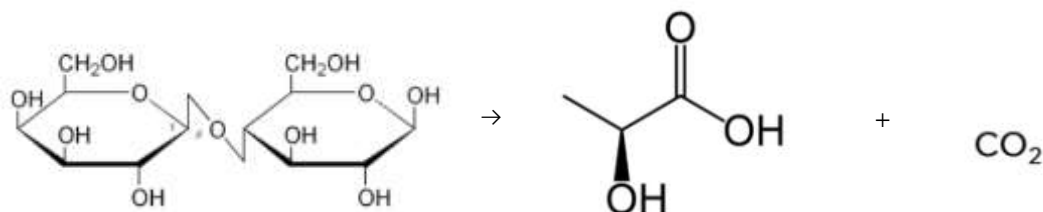
Il s'agit de présenter la synthèse d'un polymère biodégradable : le polylactate (PLA) à partir de produits alimentaires : le lait écrémé et le vinaigre blanc.

## Protocole expérimental

- Faire chauffer 150 mL de lait écrémé jusqu'à ébullition dans un bécher, puis ajouter 15 mL de vinaigre blanc et remuer. Laisser cailler.
- Filtrer le contenu du bécher et égoutter au maximum.
- Laisser sécher quelques heures.

## Explications de la polymérisation de la pierre de lait

À la suite du chauffage et de l'ajout du vinaigre blanc, le lactose contenu dans le lait se transforme, par fermentation, en acide lactique.

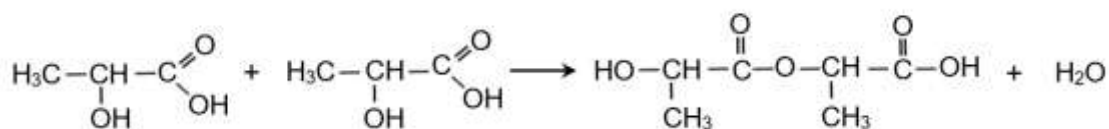


Lactose

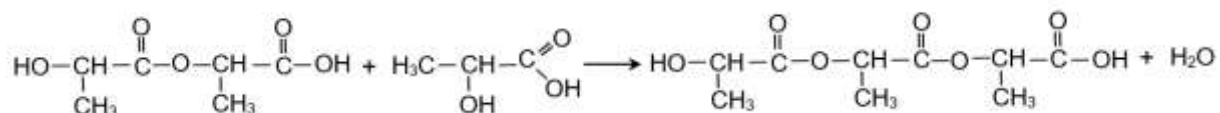
Acide lactique

Dioxyde  
de  
carbone

Deux molécules d'acide lactique réagissent ensemble pour former une nouvelle molécule suivant l'équation :

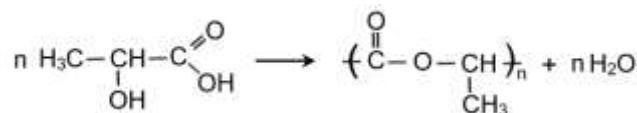


La molécule obtenue peut à son tour réagir avec une autre molécule d'acide lactique pour donner une molécule encore plus longue :



Ainsi on obtient une molécule constituée d'un très grand nombre d'atomes (macromolécule) dans laquelle on observe la répétition régulière d'un motif.

L'acide lactique polymérise et forme un polymère biodégradable, le polylactate (PLA) suivant l'équation



Ce polymère est biodégradable car l'action de l'eau peut le détruire et régénérer de l'acide lactique