



# Séquence n°2

## Un monstre de déchets : le 7<sup>ème</sup> continent

---

En mai 2014, une équipe de marins et de scientifiques est partie en expédition pour étudier ce 7<sup>ème</sup> continent, un gigantesque tourbillon de déchets toxiques en plastique, dont nous sommes tous responsables. Transporté par les courants marins, il s'est formé dans le pacifique nord entre Hawaï et l'Amérique du nord. Ce qu'on appelle aujourd'hui la "soupe de plastique" ou le "7<sup>ème</sup> continent" est constitué de milliards de microparticules qui se dégradent lentement sous l'action de l'eau, du sel et du soleil. Cette soupe se compose essentiellement de **polyéthylène**, de **polypropylène** et de **PET** qui sont des matières plastiques de grande diffusion. Tous ces déchets peuvent former par endroit une couche jusqu'à 30 mètres de hauteur. Certains de ces déchets nécessiteront plus de 600 ans pour se désagréger.

### Le 7<sup>ème</sup> continent en chiffres

- **3,5 millions de km<sup>2</sup>** (1/3 de l'Europe, 6 fois la France)
- 750 000 déchets par km<sup>2</sup>
- Découvert en **1997** par le capitaine Charles Moore (marin américain)
- Composé de plastiques à **90 %**, **80 %** des déchets proviennent de la terre via les fleuves
- **267** espèces marines sont affectées

(Source : [notre-planete.info](http://notre-planete.info))

Le projet est introduit par la présentation de 2 vidéos (<https://information.tv5monde.com/info/le-7eme-continent-un-monstre-de-plastique-1863>) ou la vidéo intitulée le 7<sup>ème</sup> continent par Jamy Gourmaud (c'est pas sorcier) : plus courte mais moins complète.

La problématique formulée peut être la suivante : Quels sont les moyens que nous avons en notre possession pour éradiquer ce fléau écologique ?

Les activités proposées et les questions associées peuvent-être les suivantes.

Quels sont les différents types de matières plastiques que nous utilisons dans notre vie quotidienne ?

Toutes les matières plastiques flottent-elles sur les rivières ? sur la mer ?

Peut-on identifier des matières plastiques par un test de flottaison et/ou des tests chimiques ou physiques ?

Fabriquer un polymère biodégradable et écologique en toute sécurité, est-ce possible ?

Ces activités permettront également d'aborder des questions civiques mettant en jeu la responsabilité individuelle et collective, la **sécurité** pour soi et pour autrui, l'éducation à l'**environnement** et au **développement durable**. (BO)

## PARTIE 1 : Les matières plastiques au quotidien

### ACTIVITE 1. Le 7<sup>ème</sup> continent (pour clôturer la situation déclenchante précédente)

- **Objectifs** : comprendre l'impact environnemental du rejet des matières plastiques (déchets domestiques et industriels)
- **Ressources disponibles** : la carte du document 1 et les vidéos
- **Explicitation des consignes** : (travail personnel ou mise en commun) : Analyser les ressources proposées pour répondre aux questions qui suivent.



Pour introduire l'activité suivante, demander aux élèves de ramener des échantillons de matières plastiques comportant les logos triangulaires sur lesquels apparaissent un chiffre ou une abréviation (Cuisine, salle de bains, garage).

ex :



### Document 1 : cartographie du 7<sup>ème</sup> continent

(source : cartograf.fr)



#### Questions

1. Pourquoi les matières plastiques se concentrent en un même endroit ?
2. Identifier sur la carte les plaques est et ouest de déchets dans l'océan pacifique.
3. Que représentent sur la carte les flèches bleues et blanches ?
4. D'où proviennent ces millions de tonnes de déchets ?
5. Quelles sont les conséquences sur la faune et la flore marines ?
6. Que peut-on faire pour freiner ce désastre ?

#### ACTIVITE 2. Répertorier les différentes matières plastiques et comprendre la structure d'un polymère.

- **Objectifs** : Prendre conscience de la diversité des matières plastiques et savoir ce qu'est « un plastique »
  - **Matériel** : mise en commun de tous les échantillons ramenés en classe par les élèves
  - **Ressources disponibles** : Le tableau à compléter et le document 2
  - **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles** :
1. Ramener des échantillons de matières plastiques comportant les logos triangulaires sur lesquels apparaissent un chiffre ou une abréviation ex :
  2. Compléter les deux dernières lignes du tableau du Document 3 par une mutualisation des emballages (on peut collecter pendant toute une période, ce qui nous assure un nombre important d'échantillons)
  3. Compte tenu des échantillons ramenés, quelles sont les matières plastiques les plus abondantes dans notre maison ?
  4. Que représente « le motif » qui apparait pour chaque matière plastique ? Que représente la lettre n dans l'écriture du motif ?

#### Document 2 : Recyclable ou valorisable ?

PET	⇒	Fibre pour rembourrer des anoraks, des peluches ou des couettes, pulls polaires...
PEHD	⇒	Granulés pour la fabrication de tubes, de flacons non alimentaires...
PP	⇒	Recyclable en industrie. Sacs poubelles, balais...

- Les plastiques recyclables, en France, sont le PET, le PEHD et le PP
- Les autres sont valorisables : leur combustion fournit de l'énergie. Incinérés, ils aident à la combustion des autres déchets en économisant du fuel ou du gaz. Le PVC produit des déchets toxiques.
- Les matières plastiques ne sont pas recyclables à l'infini



Document 3 : Tableau récapitulatif (voir fichier en format paysage)

	Toutes les matières plastiques sont des substances synthétiques formées de très grosses molécules appelées polymères, ce qui explique leur nom. Elles comportent un motif qui se répète de très nombreuses fois. Telles des perles qui constituent un collier.						
Logo							
Abréviation	P.E.T.	P.E.H.D.	P.V.C.	P.E.B.D.	P.P.	P.S.	Autres
Nom	Polyéthylène téréphtalate	Polyéthylène haute densité	Polychlorure de vinyle	Polyéthylène basse densité	Polypropylène	Polystyrène	Autres (ex : Polycarbonate) et Mélange de matériaux
Motif							ex :
Utilisation							
Recyclable ou Valorisable							



### ACTIVITE 3. Toutes les matières plastiques flottent-elles sur les rivières ou sur la mer ?

- **Objectifs** : Préparer une solution d'eau de mer pour répondre à la question précédente.

**Matériel :**

- Une coupelle de pesée et une spatule
  - Une fiole jaugée de 250 mL et son bouchon
  - Un agitateur en verre
  - Une pipette pasteur
  - Un entonnoir
  - Eau du robinet (eau douce)
  - Une balance
  - Une pissette d'eau distillée
  - 2 béchers de 200 mL.
  - Un flacon de chlorure de sodium solide (NaCl)
  - Flacon d'eau savonneuse pour le nettoyage des échantillons et papier absorbant
- 
- **Ressources disponibles** : Le document 4
  - **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles** : dans un premier temps, à l'aide du matériel mis à votre disposition préparer 250,0 mL de solution d'eau de mer. Pour simplifier le travail, le sel utilisé sera uniquement du chlorure de sodium : NaCl.
    1. Avant de mettre en œuvre le protocole, calculer la masse de sel à dissoudre et faire vérifier par l'enseignant.
    2. Dans un second temps, proposer un protocole pour vérifier si toutes les matières plastiques flottent sur de l'eau douce ou de l'eau de mer. On se posera la question où trouver de l'eau douce dans le laboratoire ? Attention les échantillons doivent être propres.
    3. Construire un tableau pour collecter vos résultats d'expériences et conclure.
    4. En utilisant le document 5, valider la cohérence de vos résultats expérimentaux.

#### Document 4 : Mers, océans et rivières

L'eau de la planète bleue est à 97,2 % salée. Cette eau salée se retrouve essentiellement dans les océans et les mers. L'eau de mer est constituée de 96,5 % d'eau pure et 3,5% de substances dissoutes. La majorité de celles-ci, sont des sels minéraux (chlorure de sodium de formule NaCl, chlorure de magnésium de formule  $MgCl_2$ , sulfate de calcium de formule  $CaSO_4$ ). La concentration en masse de sels dans l'eau de mer est de  $C_m = 36 \text{ g/L}$ . C'est-à-dire qu'un litre d'eau de mer contient 36 g de sels dissous. La masse volumique de l'eau de mer est alors proche de  $1,026 \text{ kg.L}^{-1}$ .

L'eau douce ne représente donc que 2,8 % de l'eau totale du globe. Dans ce faible pourcentage, les eaux de surface (lacs, fleuves et rivières) représentent seulement 0,019 %. Contrairement à l'eau salée, l'eau douce peut-être bue par l'homme et les animaux, peut être utilisée pour se laver et pour l'irrigation dans l'agriculture. Les eaux du robinet sont souvent constituées d'eaux de surface prélevées dans les lacs, rivières, fleuves, retenues, etc. La masse volumique de l'eau douce est proche de  $1,0 \text{ kg.L}^{-1}$ .



**Document 5 : Masse volumique ( $\rho$  en  $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$  ou en  $\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) de quelques matières plastiques**

Polystyrène PS :  $1,04 < \rho < 1,06$

Polyéthylène téréphtalate PET :  $1,35 < \rho < 1,40$

Polyéthylène basse densité PELD :  $0,89 < \rho < 0,93$  Polyéthylène haute densité PEHD :  $0,94 < \rho < 0,98$

Polypropylène PP :  $0,85 < \rho < 0,92$

Polychlorure de vinyle PVC :  $1,38 < \rho < 1,40$

**Document 6 : Ne pas confondre masse volumique d'un corps ( $\rho$  en  $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$  ou  $\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) et concentration en masse d'un soluté en solution ( $C_m$  en  $\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$ ).**

La **concentration en masse d'un soluté**, notée  $C_m$ , représente la masse  $m$  de soluté dissous par litre de solution

$$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \text{ elle s'exprime en } \text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$$

La **masse volumique  $\rho$  (rho)** d'un corps (solide ou liquide) est la masse de ce corps par unité de volume.

$$\rho = \frac{m_{\text{corps}}}{V_{\text{corps}}} \text{ elle s'exprime en } \text{kg}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ ou } \text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$$

## Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

### Activité 1

1. Les matières plastiques sont piégées par les courants marins qui forment des boucles (les gyres)

2. Les plaques sont représentées par les zones de points jaunes

3. Les flèches représentent le sens des courants marins.

4. Ces déchets en plastique proviennent essentiellement de nos rivières et des rejets en mer

5. Blessures, mutilation et étouffement. Intoxication

Disparition d'espèces

Les matières plastiques flottantes peuvent aussi servir de moyen de transport à des bactéries et à des organismes invasifs  
La lumière ne pénètre qu'à une faible distance de la surface, limitant ainsi la croissance en végétaux marins nécessaires pour assurer la survie d'espèces herbivores.

6. La meilleure solution est d'en produire le moins possible donc d'en consommer le moins possible

Eviter les rejets dans les rivières, sur le sol, les caniveaux

Informez pour éduquer

Piéger les débris par des filets avant le rejet en mer

Ramasser collecter les débris en mer et dans les rivières, fleuves



**Activité 2**

Les élèves peuvent s'échanger leurs matières plastiques.

Prévoir suffisamment d'échantillons pour chaque binôme, notamment du PVC

Faire préparer aux élèves les échantillons en découpant des morceaux de plastique ramenés (si possible en conservant le logo) en prévision de l'activité 3.

	Toutes les matières plastiques sont des substances synthétiques formées de très grosses molécules appelées <b>polymères</b> , ce qui explique leur nom. Elles comportent un motif qui se répète de très nombreuses fois. Telles des perles qui constituent un collier.						
Logo							
Abréviation	P.E.T.	P.E.H.D.	P.V.C.	P.E.B.D.	P.P.	P.S.	Autres
Nom	<b>Polyéthylène téréphthalate</b>	<b>Polyéthylène haute densité</b>	<b>Polychlorure de vinyle</b>	<b>Polyéthylène basse densité</b>	<b>Polypropylène</b>	<b>Polystyrène</b>	Autres (ex : <b>Polycarbonate</b> ) et Mélange de matériaux
Motif							ex :
Utilisation	Bouteille boisson (eau plate, gazeuse, Soda, jus de fruit) Emballage de produits d'hygiène Boîte microonde Boîte congélateur Contenant alimentaire Carte bancaire	Bouteille détergent, lessive Bouteille de lait Flacon hygiène Sachet Bouchon (eau plate et gazeuse) Sachet de protection Jouet Casier bouteille	En bâtiment : tuyau, fenêtre, volet, porte, canalisation, gouttière.  Film alimentaire, essentiellement en PVC	Sachet Emballage des packs d'eau, de lait Papier bulle	Boîte bonbons, gateaux, barquette alimentaire Emballage hygiène Bouchon lait couvercle	Boîte CD Boîte d'œufs Gobelet Ustensile de cuisine Verrine Emballage laitier (yaourt, crème, fromage blanc)	Polycarbonate : vitrage des guichets, CD et DVD Casque, phare voiture, Cignotant  Emballage (protection) sachet
Recyclable Valorisable	<b>Recyclable</b>	<b>Recyclable</b> (sauf sachet)	Recyclé en industrie	Valorisable, pas recyclé car trop léger	<b>Recyclable</b>	Valorisable (début du recyclage en France)	Valorisable non recyclable

Conclusion pour le professeur : ces matières plastiques appartiennent à la famille des thermoplastiques (il y a encore le polyamide, le polyoxyméthylène) ce ne sont pas les seules matières plastiques, il y a aussi tous les thermodurcissables (ex polyuréthane, polyester) ; les élastomères (chaussure, pneu, coussins) etc..

Les objets en PET, PEHD, PP, PEBD, PS sont très nombreux dans les domaines de l'alimentation, de l'hygiène, du soin, de la pharmacie, des détergents





**Activité 3**

1.  $C_m = 36 \text{ g/L}$  (volontairement nous ne parlons pas de salinité  $s = 35 \text{ g/kg}$  de solution)

Si la concentration est déjà établie en classe on fera utiliser l'expression  $C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$

$m_{\text{soluté}} = C_m \times V_{\text{sol}}$   
 $C_m = 36 \times 0,250 = 9,0 \text{ g}$

Sinon une proportion peut être posée.

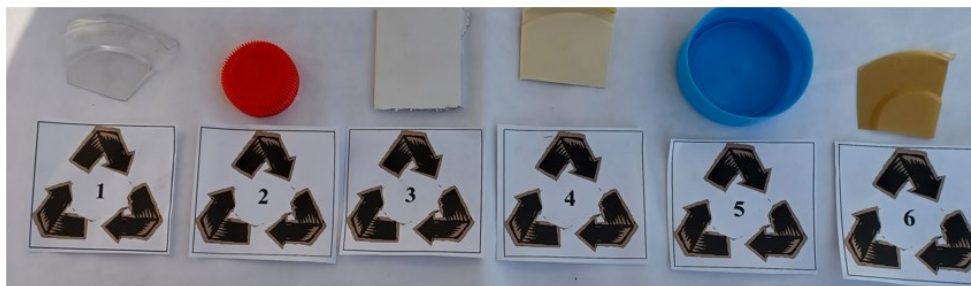
36 g dans 1000 mL  
 250 mL =  $(1000/4) \text{ mL}$ .  
 Donc 9,0 g dans 250 mL

L'agitateur en verre permet de plonger l'échantillon dans le fond du bécher et de voir s'il coule ou remonte.

On pourra proposer aux élèves : flotte, coule, reste entre deux, dans l'eau.

**3.**

Echantillon	PET	PEHD	PP	PEBD	PVC	PS
Eau douce	COULE	FLOTTE	FLOTTE	FLOTTE	COULE	COULE
Eau de mer	COULE	FLOTTE	FLOTTE	FLOTTE	COULE	ENTRE DEUX (ou COULE)







Eau de mer  
comme eau douce le  
PVC, PET et PS au fond



2.

Echantillon	PET $1,35 < \rho < 1,40$	PEHD $0,94 < \rho < 0,98$	PP $0,85 < \rho < 0,92$	PEBD $0,89 < \rho < 0,93$	PVC $1,38 < \rho < 1,40$	PS $1,04 < \rho < 1,06$
Eau douce $\rho_{\text{eau douce}} = 1,0$ $\text{kg.L}^{-1}$	COULE $\rho > 1,0$	FLOTTE $\rho < 1,0$	FLOTTE $\rho < 1,0$	FLOTTE $\rho < 1,0$	COULE $\rho > 1,0$	COULE $\rho > 1,0$
Eau de mer $\rho_{\text{eau salée}} = 1,026$	COULE $\rho > 1,026$	FLOTTE $\rho < 1,026$	FLOTTE $\rho < 1,026$	FLOTTE $\rho < 1,026$	COULE $\rho > 1,026$	COULE ou entre deux ( $\rho$ PROCHES) $\rho > 1,026$

Tous les déchets en matières plastiques ne flottent pas donc il sera difficile de les ramasser tous à la surface de l'eau. Ce qui veut dire que les fonds des rivières et les fonds marins sont aussi pollués. Le PET le PVC et le PS coulent

4. L'expérience est validée par les valeurs théoriques des masses volumiques et ceci pour toutes les matières plastiques. L'interprétation pour le PS est plus délicate dans l'eau de mer il faut bien comparer les masses volumiques de l'eau salée et des échantillons en PS et remarquer qu'elles sont proches (coulent + lentement)

### Ce qu'il faut savoir faire :

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.	Activités n°1 et n°2
	Extraire et exploiter des informations pertinentes	
	Identifier un problème	
ANA	Proposer une stratégie de résolution (en réponse à la problématique) Formuler des hypothèses.	Activité n°1
	Formuler des hypothèses. Planifier des tâches.	Activité n°3
	Proposer un protocole, choisir un dispositif expérimental	





<b>REA</b>	Effectuer des procédures courantes (collectes de données, etc.).	Activité n°2
	Calculer la masse de soluté pour préparer une solution de concentration donnée.	Activité n°3
	Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.	
	Réaliser un tableau pour regrouper les expérimentations.	
<b>VAL</b>	Comparer les résultats expérimentaux aux résultats attendus	Activité n°3
	Utiliser les symboles et unités adéquats	
	Identifier les sources d'erreur	
<b>COM</b>	Rédiger les réponses aux questions de manière cohérente et compréhensible.	Activités n°1 et n°3
	Utiliser les notions et le vocabulaire scientifique adaptés	
	Echanger entre pairs pour construire le tableau.	Activité n°2

## Liens avec le programme de physique chimie de seconde

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
Corps purs et mélanges au quotidien	Identifier, à partir de valeurs de référence, une espèce chimique par sa masse volumique	Activité n°3
Corps purs et mélanges au quotidien	Citer la valeur de la masse volumique de l'eau liquide et la comparer à celles d'autres corps purs et mélanges	Activité n°3
Les solutions aqueuses, un exemple de mélange. Solvant, soluté. Concentration en masse,	Choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution. Capacité mathématique : utiliser la proportionnalité Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution. Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration en masse d'un soluté au sein d'une solution. Choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution.	Activité n°3
Modélisation de la matière à l'échelle microscopique	Utiliser le terme adapté parmi molécule, atome, anion et cation pour qualifier une entité chimique à partir d'une formule chimique donnée.	Activité n°3



## PARTIE 2 : Identification de quelques matières plastiques par tests.

### ACTIVITE 1. Tests de reconnaissance

- **Objectifs** : Evaluer l'élève en autonomie
- **Matériel** :
  - Un flacon d'eau de mer saturée (NaCl)
  - 2 béchers, une éprouvette de 100 mL
  - 9 échantillons de matières plastiques (ou plus) identifiés par des lettres (projetés au vidéo pour éviter les erreurs). Tous les binômes ont des échantillons identiques.
  - Eau du robinet
  - De l'eau bouillante + une pince pour récupérer l'échantillon
  - Fil de cuivre + pince bois ou bouchon en liège + petite bougie chauffe plat + allumette
- **Ressources disponibles** : document 1 et 2 (organigramme à compléter), sur le bureau sont posés les trois sachets, il est plus facile de faire les tests au toucher sur des grands morceaux de matière plastique.
- **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles** :
  - Effectuer chaque test et remplir en même temps l'organigramme pour identifier chaque échantillon. Le test 5 n'est pas obligatoire.
  - Conclure en identifiant bien chaque échantillon.

#### Document 1 : tests à réaliser

 **Dès qu'un échantillon est identifié, le mettre de côté et continuer les tests avec les autres**

##### 1) Test de flottabilité

- Phase 1 : mettre tous les échantillons dans l'eau douce : le PE flotte ainsi que le PP.
- Phase 2 : (mettre de côté les échantillons en PE et PP) mettre les échantillons qui ont coulé dans une solution d'eau salée saturée : le PS flotte

Remarque : il faudra nettoyer les échantillons, les essuyer et les pousser vers le fond du récipient et voir s'ils remontent.

##### 2) Test au toucher (pour les sacs)

- Lorsque le sac se froisse facilement sous la main, avec un bruit craquant, un touché « mécanique » et revient plus ou moins spontanément à sa forme d'origine, il s'agit du PEHD
- Lorsque le touché est plus « gras », que le plastique se froisse avec un bruit plus faible, il s'agit du PEBD.

##### 3) Test à la rupture (pour les sachets)

Les matières plastiques ne se comportent pas de façon identique quand on les étire :

- le PEBD s'étire longuement avant de casser
- le PEHD s'allonge régulièrement et très longuement. Il oppose alors une résistance très forte et ne s'allonge plus avant de casser.
- le PP oppose une forte résistance et casse net, pratiquement sans élongation.

##### 4) Test de rétractation

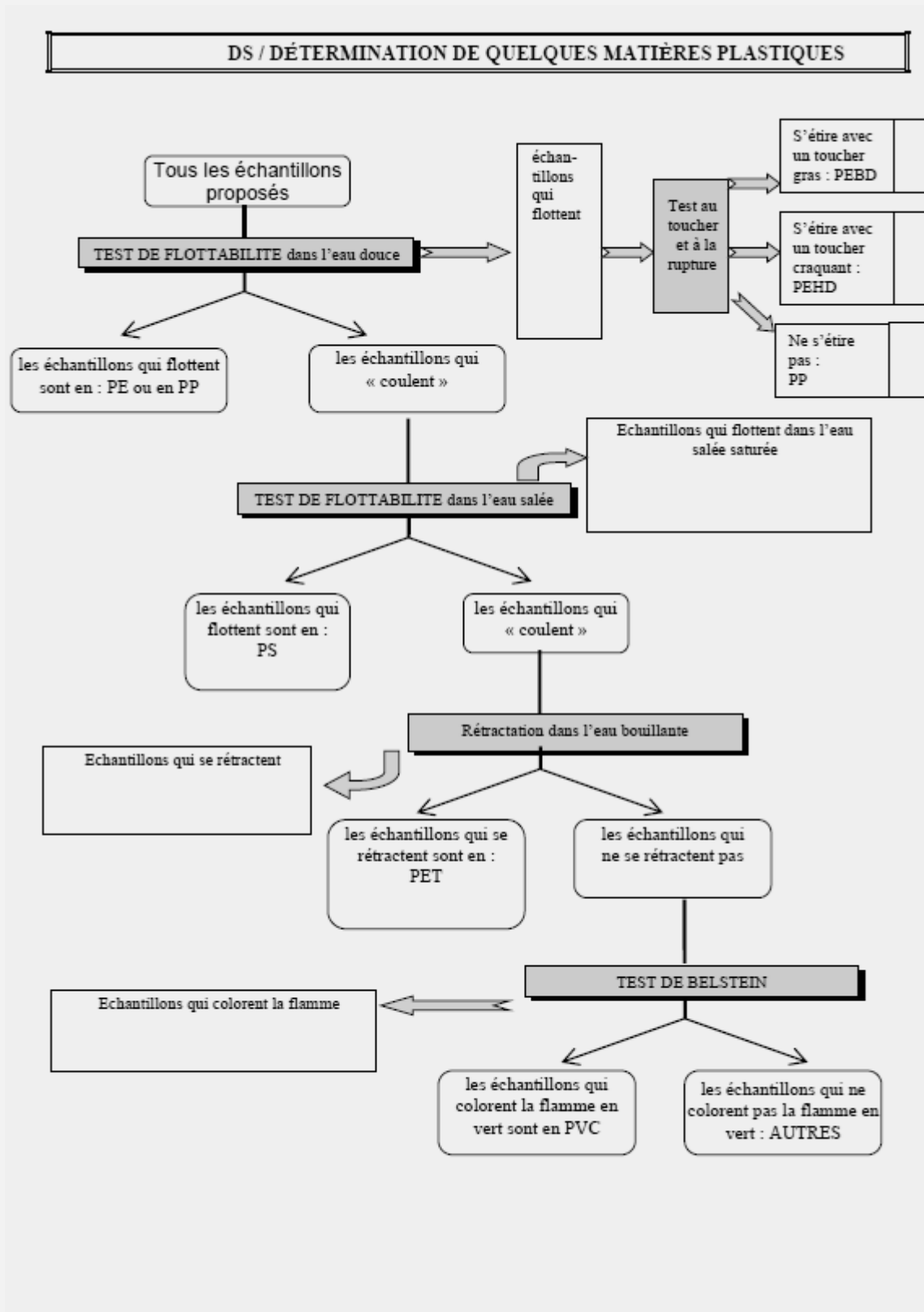
- Plonger l'échantillon dans de l'eau bouillante. L'échantillon qui se rétracte en s'enroulant sur lui-même est composé de PET.

##### 5) Test de la couleur de flamme

- Porter au rouge l'extrémité d'un fil de cuivre dans une flamme.
- Y déposer par contact à chaud un peu de matière plastique.
- Replacer dans la flamme et observer la couleur de la flamme : le PVC colore la flamme en vert.



Document 2 : Organigramme (voir fichier PDF et word)





## Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

### Activité 1

9 échantillons sont choisis

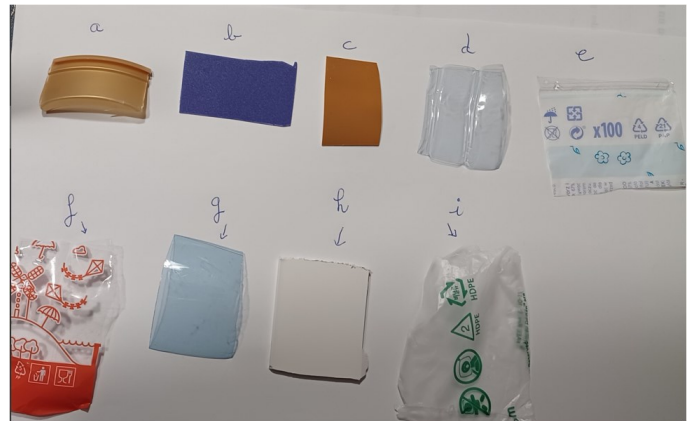
Pour identifier les sachets en PEHD en PEBD et PP, sont proposés des tests d'étirement et de toucher. Aucun logo n'apparaît pour les binômes.



3 sachets en PEHD, PEBD et PP



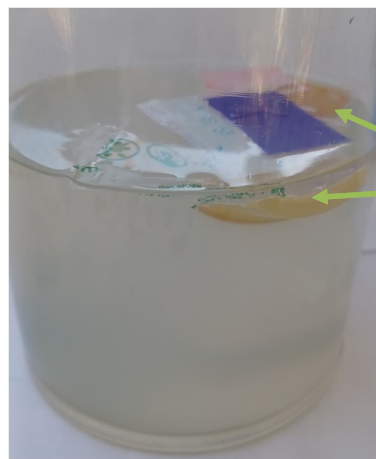
Pour éviter les confusions on projette les échantillons et leur repérage par les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i



Eau douce :  
PVC, PET, et PS ont coulé



Eau salée saturée :  
PVC, PET ont coulé par contre  
le PS flotte

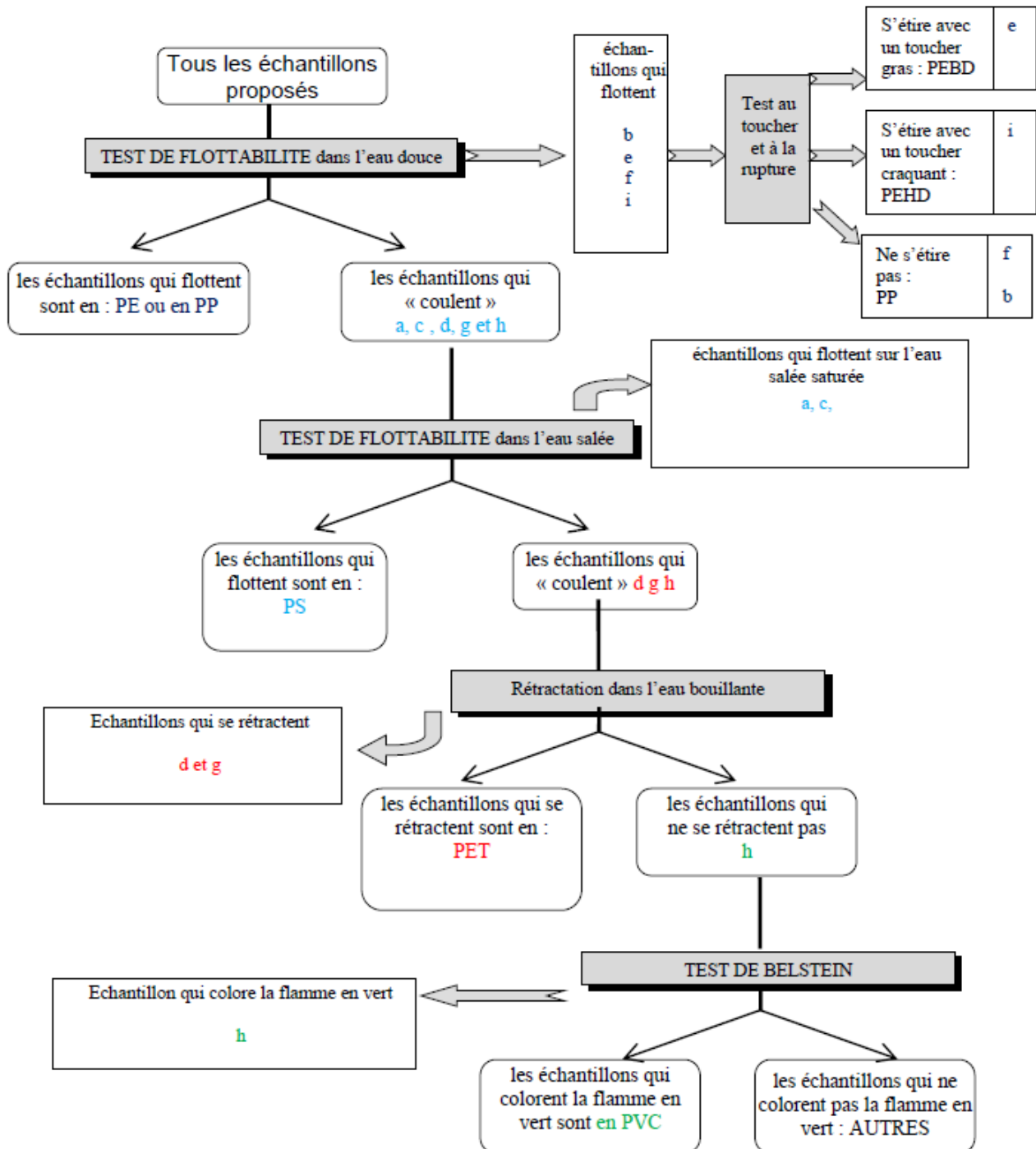


Rétraction dans l'eau  
chaude du PET





### DS / DÉTERMINATION DE QUELQUES MATIÈRES PLASTIQUES



**Ce qu'il faut savoir faire :**

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Extraire une information utile	Activité n°1
	Identifier un problème	
ANA	Planifier des tâches.	Activité n°1
	Elaborer un protocole	
REA	Suivre et mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.	Activité n°1
	Choisir un dispositif expérimental	
	Organiser son poste de travail, rangement du poste de travail	
	Prendre des initiatives - travailler en autonomie – demander une aide pertinente	
VAL	Comparer les résultats expérimentaux aux résultats attendus	Activité n°1
COM	Utiliser un vocabulaire adapté, soigner sa production	Activité n°1

**Liens avec le programme de physique chimie de seconde**

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
Modélisation de la matière à l'échelle microscopique	Utiliser le terme adapté parmi molécule, atome, anion et cation pour qualifier une entité chimique à partir d'une formule chimique donnée.	Activité n°1
Identification d'espèces chimiques dans un échantillon de matière par des mesures physiques ou des tests chimiques.	Identifier, à partir de valeurs de référence, une espèce chimique par ses températures de changement d'état, sa masse volumique ou par des tests chimiques.	Activité n°1



### PARTIE 3 : Deux polymères biodégradables et écologiques

#### ACTIVITE 1. Justifier le choix du vinaigre pour fabriquer la galalithe ou pierre de lait

- **Objectifs** : Savoir lire une étiquette d'espèce chimique, interpréter les informations données et choisir un réactif adapté au laboratoire
- **Ressources disponibles** : documents 1, 2 et 3.
- **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles** :  
Lire l'étiquette du document 2 avant de répondre

#### Document 1 : Un polymère dur à base de lait

Comme l'indique son nom (dérivé du grec gala = lait et lithos = pierre) la galalithe est une matière dure formée à base de lait. Découverte en 1889, par le chimiste français, M. TRILLAT qui trouve le moyen d'insolubiliser la caséine (protéine du lait) en y rajoutant du formol. Ainsi cette macro-molécule de caséine précipite et n'est plus soluble dans le lait. Le mot caséine est issu du latin caseus, « fromage ».

On trouve environ 30 g de caséine par litre de lait. En la mélangeant à du formol et à divers colorants, on a donc obtenu le premier polymère artificiel, qui a été largement utilisé au début du siècle dans la fabrication de boutons, manches de couteau, touches de piano, bijoux, stylos, fume-cigarettes, interrupteur électrique, etc...

La galalithe, dure et soyeuse, se travaille comme la corne et a un aspect proche de l'ivoire.

Elle ne se moule pas contrairement aux matières plastiques mais peut se presser et requiert un travail de polissage manuel.

Ses qualités sont là : biodégradable, antiallergique, antistatique, son mode d'élaboration est simple et écologique.

Article Wikipédia

#### Document 2 : Savoir lire une étiquette d'espèce chimique : le cyclohexane

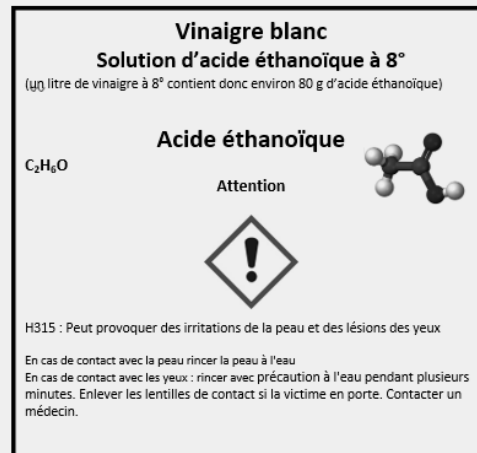
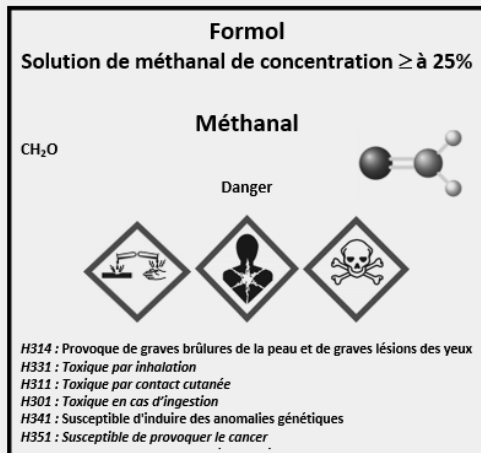
The diagram shows a chemical label for Cyclohexane with the following elements:

- Nom de l'espèce chimique**: Cyclohexane
- Formule chimique brute**:  $C_6H_{12}$
- Propriétés physiques**: Température d'ébullition : 80 °C, Densité à T = 20°C d = 0,78
- Mention d'avertissement**: DANGER
- Pictogrammes de danger**: Four hazard pictograms: flame, health hazard, exclamation mark, and environment.
- Mentions de danger (H)**:
  - H225 - Liquide et vapeurs très inflammables
  - H304 - Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
  - H315 - Provoque une irritation cutanée
  - H336 - Peut provoquer somnolence ou vertiges
  - H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- Conseils de prudence (P)**:
  - P210 – Tenir à l'écart d'une source chaude, des étincelles. Ne pas fumer
  - P273 – Eviter le rejet dans l'environnement
  - P301 P310 P331 – En cas d'ingestion appeler le centre anti poison ou un médecin, ne pas faire vomir.





Document 3 : du formol ou du vinaigre



Questions :

1. Préciser le nom et la formule brute de l'espèce chimique dissoute dans une solution de formol et de vinaigre.
2. Donner leur mention d'avertissement
3. Qu'indique chaque pictogramme de danger ?
4. Expliquer la raison pour laquelle, au laboratoire, on utilisera une solution acide de vinaigre qui permet aussi de faire précipiter la caséine du lait plutôt que du formol.

**ACTIVITE 2. Fabriquer un bioplastique dur : la galalithe ou pierre de lait**

- **Objectifs** : Réaliser un schéma permettant de mettre en œuvre le protocole expérimental, lister le matériel nécessaire  
Mettre en œuvre le protocole proposé.
- **Matériel** : ensemble de matériel mis à disposition à choisir :
  - Le filtre peut être un tissu (une compresse)
  - Une éprouvette graduée (100 ml)
  - Un flacon de vinaigre blanc,
  - Une spatule métallique,
  - Un thermomètre, une potence pour accrocher le thermomètre,
  - Un erlenmeyer,
  - Un entonnoir,
  - Un bécher supportant le chauffage (pyrex),
  - Du papier absorbant,
  - Colorant alimentaire,
  - Système de chauffage.
- **Ressources disponibles** : document 4.
- **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles** :
  1. Préparer le matériel sur la table et dessiner votre schéma de montage,
  2. Présenter votre travail à l'enseignant avant de commencer la synthèse.Attention, le thermomètre ne doit pas toucher le fond du bécher lors du chauffage



#### Document 4 : Elaboration de la galalithe

**Ingédients :** utiliser simplement du lait écrémé frais et du vinaigre blanc qui permet lui aussi de précipiter la caséine.

- Faire chauffer légèrement environ 100 mL de lait et quelques gouttes de colorant alimentaire en ne dépassant pas une température  $T = 60^{\circ}\text{C}$ .
- Couper le chauffage puis rajouter environ 20 mL de vinaigre et tourner.
- Aussitôt le lait caille, en formant de petits flocons de matière solide dans un liquide appelé petit lait.
- En présence de l'acide (le vinaigre), les protéines de caséine vont se "combiner" les unes aux autres pour former une très grande molécule : un polymère. Chauffer le lait permet de réaliser plus rapidement cette réaction qui est appelée polymérisation.
- On verse alors le contenu du bécher à travers un tissu posé sur un entonnoir ou une passette afin de filtrer et garder la matière solide. Presser le tissu afin d'évacuer le plus de liquide possible... sécher dans un papier essuie-tout
- On forme alors un "pâté" au fond d'un moule ou dans un emporte-pièce que l'on mettra à sécher dans un four, à température basse afin de ne pas brûler la matière. Il faut juste assécher la galalithe.
- Après séchage au four puis à l'air libre, on obtient une matière dure, solide, que l'on peut polir ; un peu de peinture acrylique permet de colorer davantage la pierre obtenue.



#### ACTIVITE 3. Fabriquer un bioplastique souple avec de l'amidon de maïs

- **Objectifs :** réaliser la synthèse d'un bioplastique souple et comprendre les différentes étapes de la transformation grâce aux informations données dans les documents mis à disposition.
- **Matériel :**
  - Epruvettes de 50 mL (plastique) de 10 mL (verre)
  - 2 béchers en pyrex® (250 mL, 100 mL)
  - Plaque chauffante
  - Agitateur en verre, pince en bois ou autre
  - Plaque de verre ou feuille de plastique
  - Spatule pour étaler le plastique
  - Balance coupelle de pesée, spatule, flacon d'amidon de maïs (maïzena®)
  - Flacon de glycérol
  - Solution d'acide chlorhydrique 0,1 mol/L
  - Solution d'hydroxyde de sodium 0,1 mol/L (si le mélange final est trop visqueux ajouter de 1 à 3 mL)
  - Colorant alimentaire
  - Pissette d'eau distillée
  - Gants et lunettes de protection
- **Ressources disponibles :** documents 5 et 6.
- **Explicitation des consignes, des attentes ; tâches possibles :**

#### Questions :

1. Qu'est-ce qu'un bioplastique ? un polymère ?
2. Retrouver le motif élémentaire sur les chaînes linéaires d'amylose et ramifiées d'amylopectine.
3. Que veut dire l'indication :  $(n = 200 \text{ à } 600)$
4. Quels sont les rôles de la solution d'acide et du glycérol lors de la synthèse du bioplastique ?
5. Analyser l'étiquette de la solution d'acide chlorhydrique et justifier les règles de sécurité à suivre.

**Document 5 : Le grain d'amidon**

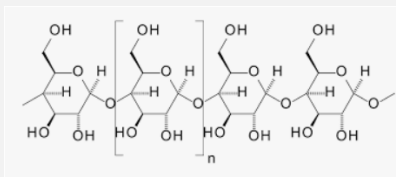
L'amidon est un polymère. Son unité de base (monomère) est le glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ).

La solution d'acide chlorhydrique sert à favoriser la déstructuration du grain d'amidon.

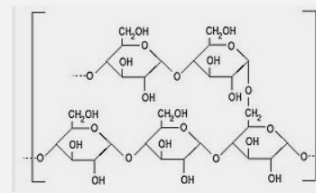
Les polymères constituant le grain (amylose et amylopectine) sont dispersés. Chimiquement, il n'y a aucune différence (les chaînes de glucose sont juste un peu plus courtes à cause de l'acide).

Le glycérol va servir de plastifiant. Il n'interagit pas chimiquement. Il permet simplement d'augmenter le volume libre entre deux chaînes de polymères pour en diminuer les interactions et ainsi favoriser le mouvement de l'une par rapport à l'autre.

On passe donc d'un matériau rigide à un plastique souple. Le film fabriqué sera ainsi plus résistant à la tension et à la flexion.



Chaîne linéaire d'amylose  
( $n = 200$  à  $600$ )



Chaîne ramifiée d'amylopectine



Schémas d'amylose et d'amylopectine : Wikipédia

**Document 6 : Protocole de fabrication d'un bioplastique souple**

Préparer un bain-marie en introduisant environ 50 mL d'eau du robinet dans un bécher en pyrex<sup>®</sup> de 250 mL. Mettre le bécher sur une plaque chauffante et commencer à chauffer (jusqu'à ébullition de l'eau).

Pendant ce temps, introduire dans un autre bécher de 100 mL et **dans l'ordre** :

*(pour les solutions, utiliser toujours la même éprouvette graduée de 10 mL)*

- 2,4 g d'amidon de maïs
- 2,2 mL de solution de glycérol
- Quelques gouttes de colorant (pas trop ! 2 gouttes)
- 15 mL d'eau distillée (20 mL avec l'amidon de pomme de terre)
- 3 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

Toujours verser la solution d'acide dans l'eau et non le contraire pour éviter les projections

Mélanger bien à l'aide de l'agitateur en verre.

Mettre le bécher dans le bain-marie. Le maintenir par une petite pince en bois.

Continuer d'agiter doucement jusqu'à la formation d'un mélange visqueux homogène (environ 15 min).

Sans vous brûler, verser ensuite le mélange sur une plaque de verre ou une pochette en plastique (étaler légèrement le film en vous servant de la spatule) et laisser sécher à l'air libre pour éliminer l'excès d'eau et gélifier le bioplastique.



## Résultats d'expériences et dispositifs expérimentaux

### Activité 1 : Sécurité

1. Méthanal et acide éthanoïque  
 $\text{CH}_2\text{O}$  et  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

2. Danger et Attention

3. pour la solution de méthanal, 3 pictogrammes de danger (brûlures, très toxique, voir cancérigène, donc mortelle)

Pour la solution de vinaigre 1 seul pictogramme de danger sur l'étiquette de la bouteille, nocif peut entraîner des irritations de la peau et des yeux. Rincer à l'eau.

4. donc la solution de vinaigre présente moins de risque d'utilisation, pour le même effet il vaut mieux au laboratoire utiliser le vinaigre, on utilisera des gants et des lunettes pour éviter les irritations.

### Activité 2. La galalithe



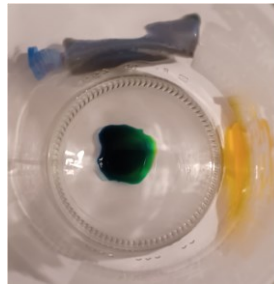
Vinaigre + lait  
filtration avec compresse



Pressage pour éliminer le maximum d'eau



Version colorée



**Activité 3 :**

Un plastique souple biodégradable

1. bioplastique : plastique fabriqué à partir de ressources biologiques naturelles renouvelables (végétaux) : biodégradable  
Polymère (plusieurs monomères)  
Poly : plusieurs  
Mère : partie

3.  $n = 200$  à  $600$  représente le nombre de motifs élémentaires qui constituent le polymère (plusieurs monomères)

4. l'acide déstructure (casse) les polymères du grain d'amidon en amylose et amylopectine

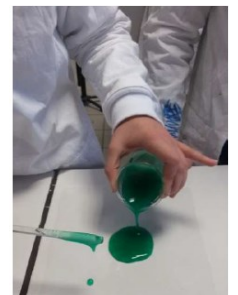
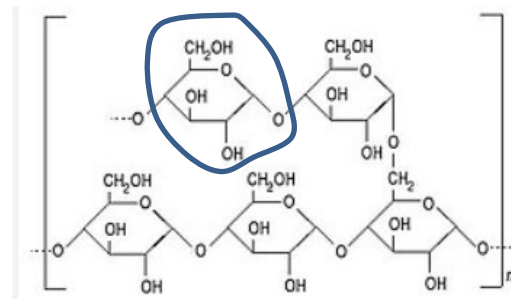
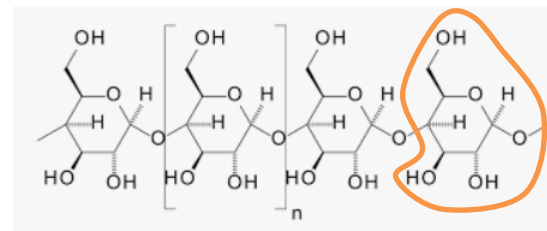
Le glycérol les éloigne pour rendre élastique le milieu (si on ne met pas de glycérol la matière plastique est cassante).

5. le pictogramme de danger : Corrosif  
Mention d'avertissement : DANGER (donc gants et lunettes et blouse coton)

Attention aux projections lors du chauffage de la solution (c'est pour cela que je propose un bain marie et non un chauffage direct sur plaque électrique)

Image reprise sur la séquence 1 des agroressources :  
De la fabrication à l'emballage du savon (partie 3 emballage du savon)

2.



**Ce qu'il faut savoir faire :**

Compétences	Capacités associées	Où dans cette partie ?
APP	Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée (choisir un réactif approprié)	Activités n°1 et 3
	Représenter la situation par un schéma.	Activité n°2
ANA	Justifier un protocole Analyser l'étiquette d'une solution	Activité n°1 Activité n°3
REA	Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.	Activités n°2 et 3
COM	Utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés (vocabulaire scientifique et schéma corrects)	Activités n°1, 2 et 3

**Liens avec le programme de physique chimie de seconde**

Thème	Notions et contenus	Où dans cette partie ?
<b>Transformation chimique</b>	Synthèse d'une espèce chimique	Activités n°1,2 et 3
Modélisation de la matière à l'échelle microscopique	Utiliser le terme adapté parmi molécule, atome, anion et cation pour qualifier une entité chimique à partir d'une formule chimique donnée.	Activité 3