

PRODUIRE DES

PLASTIQUES BIOSOURCÉS



CM1/CM2, collège, lycée



1 h + 1 jour à 1 semaine de séchage



INTRODUCTION

Plus de 400 millions de tonnes de plastiques sont produites par an dans le monde. En 2022, 90 % des produits en plastique sont fabriqués à partir de combustibles fossiles comme le pétrole. On estime qu'entre 9 à 14 millions de tonnes de déchets plastiques sont déversées chaque année dans l'Océan, et qu'ils mettent entre 100 et 600 ans à se dégrader. Face à ce constat, il est urgent de s'interroger sur les alternatives possibles.

Mesures législatives, diminution de la production et de la consommation de plastique, responsabilisation des entreprises et des consommateurs, innovations techniques et technologiques, investissement dans la recherche scientifique : **toutes les mesures porteuses de solutions contre la pollution plastique doivent être explorées, testées, validées puis mises en place urgemment.**

Une innovation possible : les plastiques biosourcés. Il s'agit de produire du plastique à partir de matières végétales (cellulose, amidon et algues) ou animales (déchets de poissons ou protéines de lait par exemple).

Peut-on fabriquer des films de plastique à partir de pommes de terre ou de maïs ?

OBJECTIFS

- ⇒ Découvrir comment fabriquer du bioplastique à partir de féculés de pommes de terre
- ⇒ Découvrir comment fabriquer du bioplastique à partir de féculés de maïs (Maïzena)

MATÉRIEL

ÉTAPE 1

- eau
 - 1 paquet de fécule de pommes de terre
 - 1 bouteille de vinaigre blanc
 - 1 petite bouteille de glycérine (à commander en pharmacie)
 - 1 petite casserole
 - 1 plaque chauffante
 - 1 spatule en bois
 - 1 plaque de cuisson en silicone ou 1 rouleau de papier sulfurisé (vendu en supermarché)
 - 1 balance
 - 1 cuillère à café
- optionnel**
- marc de café
 - 1 flacon de colorant alimentaire (vendu en supermarché)
 - 1 four
 - 1 morceau de tissu
 - 1 bol
 - 1 moule en silicone de pâtisserie

ÉTAPE 2

- eau
 - 1 paquet de fécule de maïs (Maïzena)
 - 1 petite bouteille de glycérine (à commander en pharmacie)
 - 1 petite casserole
 - 1 plaque chauffante
 - 1 spatule en bois
 - 1 plaque de cuisson en silicone ou 1 rouleau de papier sulfurisé (vendu en supermarché)
 - 1 balance
 - 1 cuillère à café
- optionnel**
- marc de café
 - 1 flacon de colorant alimentaire (vendu en supermarché)
 - 1 bouteille de vinaigre blanc
 - 1 four
 - 1 morceau de tissu
 - 1 bol
 - 1 moule en silicone de pâtisserie

PROTOCOLE

(prévoir 24 h à 48 h de séchage sans four, ou 2 h de cuisson au four)

Remarque : il est possible de jouer sur les quantités des ingrédients : faire varier la proportion des ingrédients que l'on utilise fera varier les propriétés finales du plastique (plus dur, plus flexible, plus cassant, plus extensible...). Il est également possible de réaliser le bioplastique avec ou sans vinaigre, et avec ou sans colorant. Le vinaigre permet d'accélérer le processus tandis que le colorant alimentaire relève de l'aspect esthétique.

ÉTAPE 1 Préparation du bioplastique d'amidon de pommes de terre (30 min)

- Mélanger dans une casserole 60 ml d'eau avec 10 g de féculés de pommes de terre.
- Ajouter au mélange 1 cuillère à café (5 ml) de glycérine et 1 cuillère à café (5 ml) de vinaigre.
- Ajouter quelques gouttes de colorant alimentaire ou quelques cuillères de marc de café pour colorer le film plastique (optionnel).
- Chauffer doucement le mélange à « mi puissance » (environ 70°C) sur une plaque chauffante, pendant 15 minutes :
 - remuer pour éviter les grumeaux, jusqu'à ce que le mélange s'épaississe ;
 - puis mélanger en retirant régulièrement la casserole de la plaque, jusqu'à ce que le mélange devienne visqueux.
- Étaler ensuite le mélange de manière uniforme à l'aide d'une spatule sur une plaque de cuisson en silicone pour obtenir un film plastique.

Remarques :

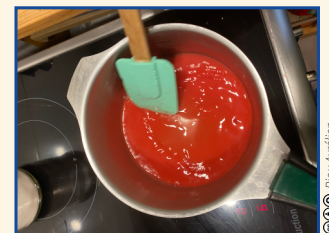
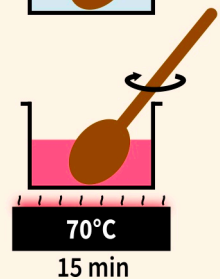
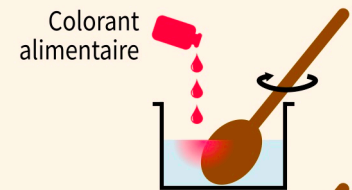
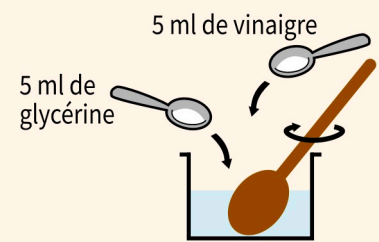
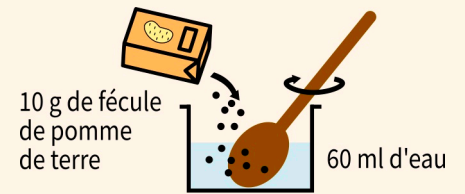
- Il est également possible d'étaler le mélange sur une feuille de papier sulfurisé. Il faudra alors attendre un ou deux jours de plus avant de pouvoir détacher facilement le film de plastique produit.
- Il est possible de donner différentes formes au film plastique en moulant des objets. Pour cela, il suffit par exemples de verser le mélange dans des moules en silicone de pâtisserie ou d'imbiber un tissu du mélange encore chaud puis de recouvrir l'extérieur d'un bol renversé.



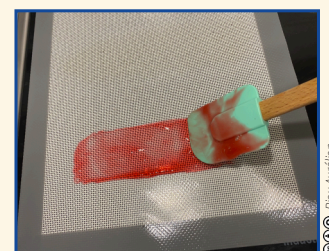
- Laisser sécher à l'air libre, si possible au soleil, pendant 48 h à 72 h. On peut accélérer le séchage en passant le film plastique posé sur une plaque de cuisson en silicone au four à 60°C pendant 2 h.
- Décoller ensuite le bioplastique du support. Si le film plastique est posé sur du papier sulfurisé, il faudra attendre 24 h de plus avant de pouvoir le décoller facilement du papier.

Remarque : un film plastique témoin sans glycérine peut être réalisé en parallèle, pour observer le rôle de la glycérine dans ce processus de fabrication. Le film plastique témoin est cassant et fragile, tandis que celui fabriqué avec de la glycérine est souple et légèrement extensible.

ÉTAPE 1



Mélange qui s'épaissit



Étalage du mélange sur une plaque de cuisson en silicone



Exemple de film plastique

ÉTAPE 2 Alternative : préparation du bioplastique d'amidon de maïs (Maïzena) (30 min)

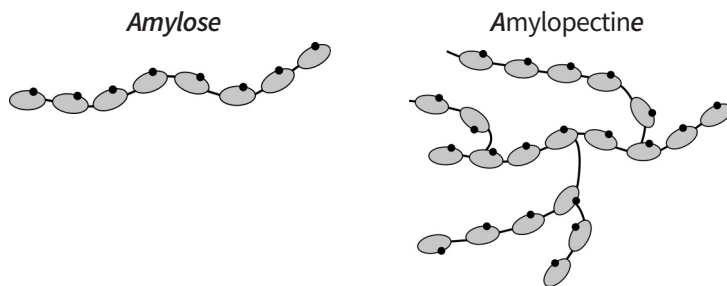
(prévoir jusqu'à 1 semaine de temps de séchage selon l'épaisseur)

Pour obtenir un film plastique d'environ 30x20cm

- Mélanger dans une casserole 100 ml d'eau avec une demi-cuillère à café (2 ml) de glycérine. On peut également ajouter une demi-cuillère à café (2 ml) de vinaigre blanc (optionnel).
- Ajouter progressivement 5g de Maïzena tout en mélangeant pour supprimer les grumeaux.
- Ajouter quelques gouttes de colorant alimentaire ou quelques cuillères de marc de café pour colorer le film plastique (optionnel).
- Chauffer doucement le mélange à « mi puissance » (environ 70°C), pendant 15 minutes, en le remuant afin d'obtenir un mélange homogène, puis une pâte gélatineuse.
- Verser le mélange encore chaud sur un support (plaque de cuisson en silicone, papier sulfurisé, tissu...) et le répartir en fine couche sur sa surface.
- Laisser sécher à l'air libre, si possible au soleil, jusqu'à ce que le mélange soit sec (cela peut prendre de 48 h à une semaine selon l'épaisseur).
- Décoller ensuite le bioplastique du support.

EXPLICATIONS

L'amidon est composé de deux longues molécules (l'amylose et l'amylopectine) qui ressemblent à des chaînes dont les maillons sont des sucres (le glucose).



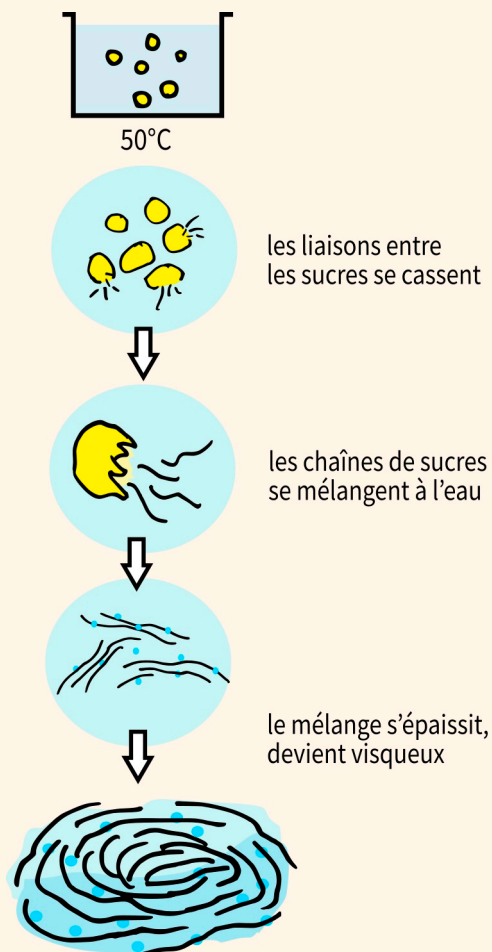
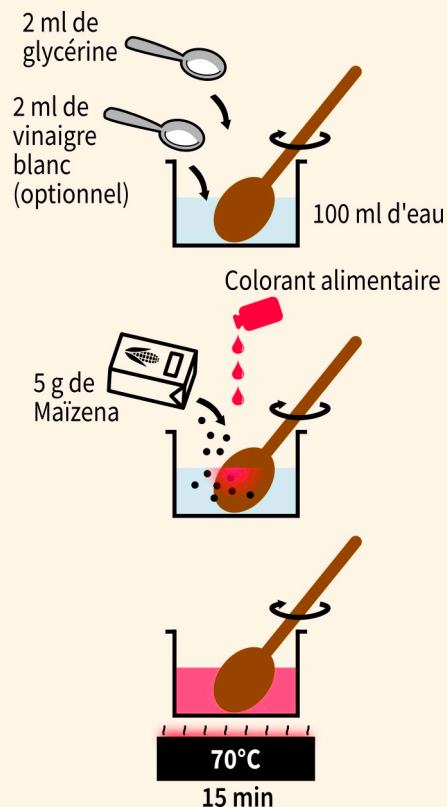
Quand on met l'amidon dans l'eau et qu'on le chauffe au-dessus de 50°C, les liaisons entre les sucres se cassent : les chaînes de sucres se mélangent à l'eau et le mélange s'épaissit, devient visqueux.

Comme l'amidon est composé de deux molécules différentes, ce processus est assez lent. Le vinaigre a pour rôle de casser les liaisons entre les sucres : il permet d'accélérer le processus.

La glycérine joue quant à elle le rôle de plastifiant (lubrifiant). Elle permet de rendre le mélange souple et flexible, en se plaçant entre les molécules de glucose pour faciliter leurs mobilités les unes par rapport aux autres. Elle donne au plastique sa souplesse, son élasticité.

Le colorant alimentaire rajoute un aspect esthétique au plastique.

ÉTAPE 2



EN SAVOIR PLUS

Aujourd'hui de nombreux projets de recherche explorent les alternatives au plastique pour lutter contre les problèmes environnementaux et de santé qu'ils génèrent.

Il existe deux principales catégories de plastiques alternatifs :

- **Les plastiques biosourcés** (ou bioplastiques) sont réalisés partiellement ou totalement à partir de matières premières renouvelables, qu'elles soient gérées durablement ou non. *Par exemples : l'amidon (dans la pomme de terre...), le glucose (dans le sucre de table...), les huiles végétales (huile de maïs...), la cellulose (qu'on retrouve dans l'herbe) ou des matières animales (comme le lait ou les écailles et la peau des poissons provenant des déchets de poissons).*

Comme un plastique classique, les plastiques biosourcés peuvent également contenir des additifs, c'est-à-dire des composés chimiques complémentaires ayant une action chimique, physique ou physico-chimique sur le plastique. Les plastiques biosourcés ne sont donc pas nécessairement biodégradables et peuvent continuer à relarguer leurs additifs dans la nature. L'avantage est que certains d'entre eux peuvent être traités via un processus de recyclage (si les infrastructures le permettent) et servir comme base pour de nouveaux produits en plastique.

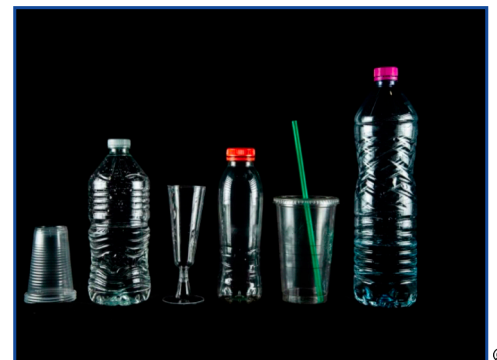
- **Les plastiques biodégradables** peuvent être réalisés à partir de matières premières renouvelables et/ou de matières premières fossiles. Grâce à l'utilisation de micro-organismes, ils sont biodégradables ou peuvent être compostés industriellement, dans des conditions précises, mais pas forcément en milieu naturel. Il existe aussi des **plastiques compostables**, dont la biodégradation peut être complète dans des conditions de compostage domestique (c'est-à-dire dans un composteur), mais pas forcément dans l'eau de mer.

Il est important de s'intéresser au développement de toutes ces alternatives, mais les questions et les enjeux sont les mêmes que pour les plastiques issus de matières fossiles : **Comment intègre-t-on dès leur production la gestion de leur fin de vie ? Comment s'assure-t-on que les filières de gestion de ces plastiques sont développées ? Qu'en est-il de ces alternatives si elles continuent d'encourager le tout-jetable et l'usage unique sans sensibiliser à la réutilisation ?**



Bioplastique réalisé à partir d'amidon de pommes de terre

© Rinau Aurélien



Plastiques biosourcés



©



Sacs plastiques compostables au sein d'un composteur

©

ALLER PLUS LOIN

- The SeaCleaners. Livret Fête de la Science 2022 « Océan et climat - cinq experts hors pair enquêtent sur l'impact du plastique ». <https://www.theseacleaners.org/fr/espace-enseignants/nos-ressources/fete-de-la-science/> 
- SeaCleaners. La pollution plastique dans les océans. Comprendre et agir avec The SeaCleaners.
- INRS. Plastique, risque et analyse thermique. Les additifs. https://www.inrs.fr/dms/plastiques/DocumentCompagnonPlastiques/PLASTIQUES_DocCompagnon_11-1/Les%20additifs%20.pdf 

Amidon de pommes de terre

- Simply science. Plastique de pommes de terre. <https://www.simplyscience.ch/fr/enfants/experimente/plastique-de-pommes-de-terre> 
- TPE. Le plastique biodégradable. <https://leplastiquebiodegradableblog.wordpress.com/experience-3-amidon-de-pomme-de-terre/> 
- TPE sur le plastique. Création de plastique a base d'amidon de pommes de terre. <https://www.youtube.com/watch?v=yOLiMSm3XUE> 
- TPE. La fabrication de bioplastique. https://www.youtube.com/watch?v=_9LrdpKwGeg

Amidon de maïs

- Fabrication de films biodégradables (type "plastique") à partir d'amidon de maïs. <http://culturescientifique89.ac-dijon.fr/?Fabrication-de-films-biodegradables-type-plastique-a-partir-d-amidon-de-mais> 
- Plastique à base d'amidon de maïs-TPE2017. <https://www.youtube.com/watch?v=gWMwJ4EzBQo> 
- Comment fabriquer des sacs en plastique biodégradables. Vidéo (espagnol). <https://blog.monouso.fr/comment-fabriquer-des-sacs-en-plastique-biodegradables/> 
- Bioplastique. <https://www.wikidebrouillard.org/wiki/Bioplastique> 



<https://www.theseacleaners.org/fr/espace-enseignants/>