

QUÉBEC SCIENCE AU SECONDAIRE

DOCUMENT PÉDAGOGIQUE



DU PLASTIQUE BIODÉGRADABLE ?

GUIDE DE L'ENSEIGNANT

Durée	Clientèle visée	Article lié
75 minutes	Les élèves de deuxième année du deuxième cycle. Science et Technologie (ST)	« L'avenir du plastique est-il bio ? » (Magazine Québec Science, volume 58, numéro 4, décembre 2019, pages 34-38), rédigé par la journaliste Marine Corniou.

OBJECTIFS

Québec Science au secondaire propose des documents pédagogiques afin d'arrimer le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) à l'actualité scientifique. Vous pourrez discuter en classe d'enjeux de société et de nouvelles découvertes, tout en suivant la progression des apprentissages.

L'équipe de Québec Science espère de tout cœur que ces documents vous seront utiles.

CONCEPTS ABORDES

Selon la progression des apprentissages

Univers vivant

A. Diversité de la vie

1. Écologie

a. Dynamique des écosystèmes

i. Relations trophiques

Décrire les niveaux trophiques (producteurs, consommateurs, décomposeurs)
Expliquer les interrelations entre les niveaux trophiques d'un réseau alimentaire

iii. Flux de matière et d'énergie

Décrire la circulation de la matière et le flux d'énergie dans un écosystème

iv. Recyclage chimique

Décrire des processus à la base du recyclage chimique (ex. : action des micro-organismes et des décomposeurs, érosion)

Univers Terre et espace

A. Caractéristiques de la Terre

2. Lithosphère

p. Cycles biogéochimiques

i. Cycle du carbone

Décrire des transformations liées à la circulation du carbone (ex. : photosynthèse, décomposition des végétaux, dissolution dans l'eau et combustion des combustibles fossiles)

Univers technologique

D. Matériaux

2. Propriétés mécaniques des matériaux

d. Types et propriétés

Matières plastiques : thermoplastiques et thermodurcissables (ex. : les thermoplastiques sont utilisés pour la fabrication de prothèses en raison de leur résistance à la corrosion et de leur légèreté; la bakélite, un thermodurcissable, est utilisée pour mouler des pièces électriques, car c'est un bon isolant électrique)

RÉSUMÉ DE L'ARTICLE

Les matières plastiques possèdent de nombreuses propriétés intéressantes, mais leur impact écologique est problématique. De nombreuses entreprises tentent de répondre à une demande grandissante pour des plastiques plus écologiques, mais les définitions et certifications d'un *bioplastique* portent souvent à confusion. Parmi les acteurs sérieux, l'entreprise Bosk, en collaboration avec le laboratoire de l'Institut national de la recherche scientifique, à Québec, développe un plastique produit par des bactéries, le PHA.

FONCTIONNEMENT

Commencez par une lecture individuelle du texte. Distribuez à chaque élève une copie du Cahier de l'élève. Récupérez les cahiers et évaluez les élèves en fonction du barème proposé ou corrigez en classe et invitez les élèves à s'autoévaluer. À la suite de cette SAÉ ou à un autre moment de l'année, réalisez les activités complémentaires suggérées.

SUGGESTION D'AMORCE

Où retrouve-t-on le plastique ? À quoi ça sert ?

Connaissez-vous des impacts négatifs de l'utilisation de plastique ? Pourquoi continue-t-on d'utiliser cette matière si son impact sur l'environnement est aussi négatif ?

Comment pourrait-on produire du plastique plus écologique ?

Animer une discussion sur l'utilisation, l'importance et les impacts du plastique dans notre vie personnelle et dans la société en général.

La fabrication et l'utilisation du plastique, un matériau emblématique de la consommation, sont souvent considérées comme de grandes menaces environnementales. La versatilité et le faible coût de production de ce matériau font du plastique un choix répandu mais de moins en moins populaire. Face à la demande pour un matériau aussi utile mais moins dommageable pour l'environnement, de nombreuses entreprises et institutions travaillent sur des plastiques qualifiés d'écologiques.

1. En collaboration avec l'entreprise Bosk Bioproduits, le spécialiste en génie biochimique Rajeshwar Dayal Tyagi a élaboré un procédé de fabrication de bioplastiques en utilisant des bactéries.

Le produit phare de l'entreprise se nomme le PHA (polyhydroxyalkanoate). Il s'agit d'un « polymère bactérien qui constitue un excellent substitut de nombreux plastiques traditionnels ».

a. Les plastiques sont synthétisés à partir de polymères. Qu'est-ce qu'un polymère ?

- i. Des produits qui donnent naissance à des déchets
- ii. Une molécule formée par une répétition de petites unités appelés « monomères »
- iii. Des molécules qui proviennent des fossiles de dinosaures

1

b. Les plastiques peuvent être synthétisés à partir de substances riches en carbone.

- i. Quelle substance riche en carbone est utilisée pour la production de plastiques traditionnels ?

Les combustibles fossiles (ou autre synonyme)

2

- ii. Quelle substance riche en carbone est utilisée par Bosk pour produire le PHA ?

Les boues papetières (aussi accepté : n'importe quelle biomasse tel que les résidus de la culture du cacao, des noix de cajou ou de la mélasse)

2

- iii. Pourquoi la substance utilisée par Bosk est-elle considérée comme étant plus écologique que les hydrocarbures ?

Bosk utilise des résidus d'industrie (papier, mélasse, etc) qui étaient destinés à la poubelle. Ils ne font pas croître de la biomasse exclusivement pour faire du plastique. De plus, la biomasse constitue une ressource renouvelable (contrairement aux énergies fossiles).

1 2

2. La popularité des plastiques moins nocifs pour l'environnement a malheureusement entraîné plusieurs entreprises moins rigoureuses à utiliser une stratégie « d'écoblanchiment ». Cette stratégie consiste à utiliser la popularité et l'image positive des « bioplastiques » comme argument de vente pour des produits qui ne sont pas toujours écologiques.

Vrai ou faux ? Si l'énoncé est faux, corrige-le.

- a. Un bioplastique provient toujours d'une plante ou d'un animal.

Faux, un bioplastique peut désigner autant des plastiques à base de plantes que des plastiques biodégradables. Un plastique biosourcé provient d'une plante ou d'un animal.

- b. Un plastique biosourcé est toujours mieux dégradé qu'un plastique issu de la pétrochimie.

Faux, certains plastiques biosourcés ne sont pas biodégradables et certains plastiques traditionnels sont biodégradables.

- c. D'un point de vue chimique, certains plastiques produits par les plantes sont identiques à ceux produits avec le pétrole.

Vrai

- d. Un plastique biodégradable n'est pas toujours compostable.

Vrai

- e. Si un plastique est compostable, il se décomposera dans l'environnement, peu importe les conditions.

Faux, un plastique compostable ne se décompose qu'à des conditions précises de compostage.

1 point par bonne réponse, 1 point pour une bonne explication

1 2 3 4 5 6 7 8

3. La plupart des plastiques « classiques » peuvent demeurer intacts pendant des années.

« On estime qu'un sac d'épicerie met plus de 20 ans à se décomposer dans la nature ; une tasse à café en polystyrène, un demi-siècle ; une bouteille d'eau ou un filet de pêche, jusqu'à 500 ans. »

Les plastiques qui ne sont pas biodégradables s'intègrent difficilement aux écosystèmes.

a. Dans un écosystème, quels sont les 3 niveaux trophiques ?

- i. Primaire, secondaire et tertiaire
- ii. **Producteur, consommateur et décomposeur**
- iii. Herbivore, carnivore et détritivore
- iv. Animal, végétal, minéral

1

b. La matière circule dans l'environnement sous deux formes ; organique ou inorganique. Quel niveau trophique :

- i. Transforme la matière inorganique en matière organique ?

Les producteurs

1

- ii. Transforme la matière organique en matière inorganique ?

Les décomposeurs

1

c. Quel niveau trophique occupe :

i.	L'humain	Consommateur
ii.	Les arbres utilisés pour la production de papier	Producteur
iii.	Les bactéries de Bosk qui transforment la boue papetière en PHA	Consommateur
iv.	Les organismes qui dégradent les plastiques	Décomposeur

1 point par bonne réponse

Bactéries Bosk : comme ces bactéries transforment de la matière organique (boue papetière) en une autre matière organique (PHA), elles sont considérées comme des consommateur

1 2 3 4

D'un point de vue moléculaire, le plastique est de la matière organique. Les plastiques sont cependant fabriqués en industrie et ces molécules ne sont, pour la plupart, pas présentes naturellement dans les écosystèmes. Ces molécules sont donc inconnues pour la majorité des organismes présents dans la nature.

- d. Décris dans tes mots ce qui se produit lorsqu'un plastique biodégradable se dégrade et comment la matière retourne dans l'environnement. Pour y arriver, tu peux t'inspirer de la banque de mots suivante :

Matière organique
Décomposeur

Flux de matière
Producteur

Matière inorganique
Dégradation

Le bioplastique est de la matière organique. S'il est complètement biodégradable, les micro-organismes décomposeurs pourront dégrader la matière organique jusqu'à ce qu'elle soit sous forme de matière inorganique (1). Une fois inorganique, la matière peut être utilisée par les producteurs (1) et retourner dans le flux de matière de l'écosystème (1)

3 points pour une réponse complète et bien expliquée.

1 2 3

- e. En te basant sur ta réponse au point d., explique dans tes mots pourquoi certains plastiques ne peuvent pas être dégradés naturellement dans un écosystème.

Même si le plastique est une matière organique, il s'agit souvent d'une substance inconnue pour les organismes naturels. Si les décomposeurs ne reconnaissent pas la matière et ne disposent pas des enzymes nécessaires pour la dégrader (1), le plastique ne peut pas se retrouver sous forme de matière inorganique et retourner dans l'écosystème (1).

1 2

4. Selon le chercheur en gestion des matières résiduelles Marc Olivier, l'utilisation des plastiques biosourcés a un impact positif sur le cycle du carbone :

« Les plastiques biosourcés ont l'avantage d'être "carboneutre", même si bien sûr la carboneutralité totale n'existe pas. L'idée est d'utiliser de la biomasse actuelle qui aurait, de toute façon, émis du CO₂ en fin de vie. On ne fait qu'emprunter le carbone qui retourne ensuite dans l'atmosphère, comme il l'aurait fait naturellement, plutôt que d'extraire des ressources fossiles. »

Le cycle du carbone est un cycle biogéochimique comptant plusieurs processus qui représentent les différents échanges de carbone sur Terre.

- a. Comme la matière, le carbone se retrouve sous deux formes ; organique et inorganique. Le carbone organique forme des molécules complexes à la base du vivant tandis que le carbone inorganique n'est pas lié au vivant.

Est-ce que ces molécules contenant du carbone sont organiques ou inorganiques ?

- i. La cellulose (polymère de $C_6H_{12}O_6$ important dans la structure des plantes)
Organique
- ii. Le gaz carbonique (CO_2)
Inorganique
- iii. Le méthane (CH_4)
Inorganique
- iv. La chitine (polymère de $C_8H_{13}O_5N$ composant la carapace des insectes et crustacés)
Organique
- v. L'octane (C_8H_{18} , un hydrocarbure présent dans le pétrole)
Organique

1 point par bonne réponse

1 2 3 4 5

- b. L'émission de carbone dans l'atmosphère accentue le phénomène du réchauffement climatique. Nomme deux gaz à effet de serres qui contiennent du carbone.

Le gaz carbonique (CO_2)

Le méthane (CH_4)

1 2

- c. Indique si la quantité de carbone dans l'atmosphère augmente suite à ces différents processus du cycle du carbone :

i.	La photosynthèse	<u>Diminue</u>
ii.	La combustion	<u>Augmente</u>
iii.	La respiration	<u>Augmente</u>
iv.	La décomposition	<u>Augmente</u>

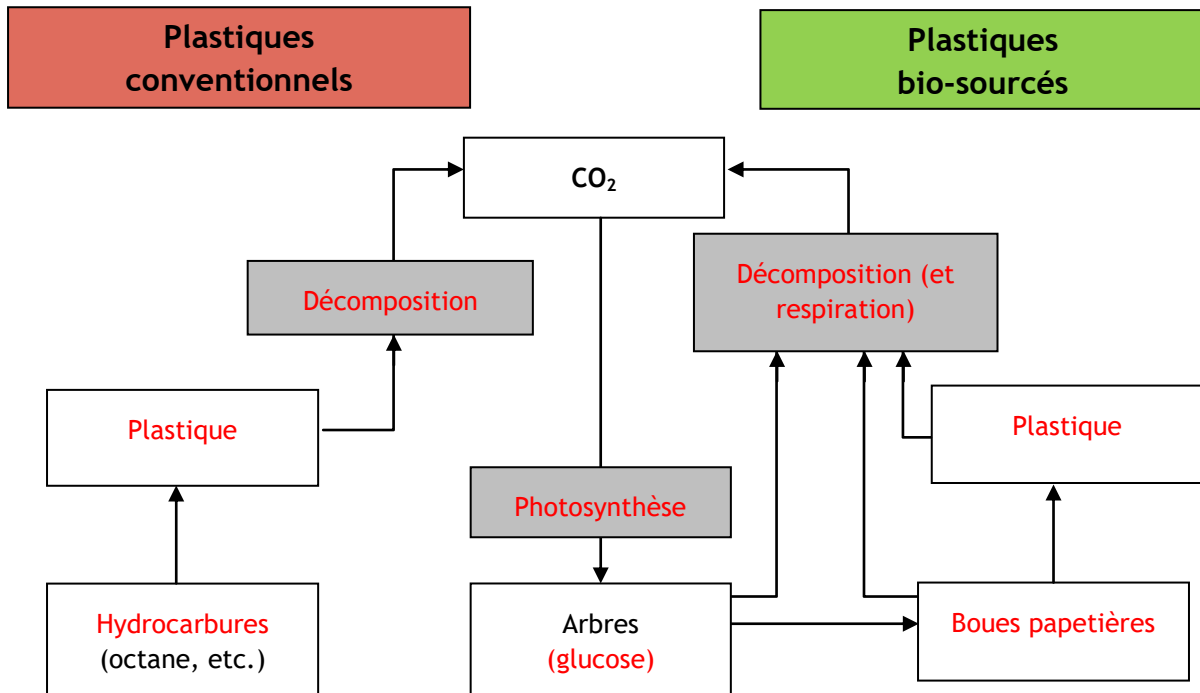
1 point par bonne réponse

1 2 3 4

- d. Complète le schéma suivant qui représente le cycle du carbone durant la fabrication des deux types de plastiques (biosourcé et conventionnel).

Les cases grises représentent des étapes du cycle du carbone tandis que les cases blanches contiennent des produits de la fabrication de plastique

- Décomposition
- Plastique
- Glucose
- Décomposition (et respiration)
- Photosynthèse
- Boues papetières
- Plastique
- Hydrocarbures



0.5 point par bonne réponse

0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4

- e. En te basant sur les flèches du schéma ;
- i. Pourquoi dit-on que la fabrication et la dégradation des plastiques traditionnels ajoutent du carbone dans l'atmosphère ?

La source de carbone est non renouvelable (du moins à l'échelle de temps humaine) ; on utilise du carbone qui était emprisonné sous forme d'hydrocarbures.

Lien avec les flèches : Il ne s'agit pas d'un cycle mais d'une ligne droite à sens unique

1 2

- ii. Pourquoi dit-on que les plastiques biosourcés « emprunte[nt] le carbone qui retourne ensuite dans l'atmosphère, comme il l'aurait fait naturellement » ?

Les plastiques bio-sourcés sont produits à partir de biomasse. Lorsqu'on utilise des déchets organiques (par exemple des boues papetières), on retarde le retour du carbone dans l'atmosphère. Toute la biomasse finit par se décomposer et produire du carbone atmosphérique ; le fait de la transformer sous forme de plastique ne fait que retarder son retour dans l'atmosphère.

Lien avec les flèches : toutes les étapes du cycle (glucose, boues papetières et plastique) ont une flèche qui pointe vers la décomposition.

1 2

5. On ajoute énormément d'additifs aux plastiques afin de modifier ses propriétés. Malheureusement, ces additifs sont souvent nocifs pour l'environnement et facilement lessivés lorsqu'ils se retrouvent dans l'eau.

- a. Les plastiques sont généralement regroupés sous 3 catégories. Associe les catégories à leur propriété caractéristique.

Thermoplastique	•	•	Pas du tout élastique, même sous l'effet de la chaleur
Thermodurcissable	•	•	Possède les propriétés d'un caoutchouc naturel
Élastomère	•	•	Dur et solide lorsque froid, il ramollit et devient élastique quand il est suffisamment chauffé

1 point par bonne réponse

1 2 3

- b. Parmi les propriétés suivantes, encerle les propriétés générales du plastique qui explique pourquoi ce matériau est autant utilisé dans la vie de tous les jours.

- Le plastique est résistant et léger
- Le plastique est un excellent conducteur électrique
- Le plastique peut facilement être façonné ou moulé
- Le plastique est très dispendieux
- Le plastique est friable
- Le plastique ne rouille pas

1 point par bonne réponse

1 2 3

/52

POUR ALLER PLUS LOIN

Quels genres de molécules composent le plastique ?

Les plastiques ne se dégradent souvent pas de façon optimale dans la nature ; les conditions de dégradation optimales sont rarement présentes et les microorganismes ne disposent que rarement des enzymes et outils moléculaires nécessaires pour dégrader les plastiques.

Et si la chimie pouvait nous aider à recycler le plastique ?

Consulte l'article « Recycler les molécules plutôt que les bouteilles » de la journaliste Mélissa Guillemette dans le même « Dossier plastique » afin d'en apprendre plus sur les différentes méthodes qui sont élaborées afin de contrer l'accumulation de matières plastiques dans l'environnement.

Conçu et réalisé grâce au soutien financier du Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec.

Recherche, rédaction, conception : Zapiens Communication Scientifique