SYNTHESE D'UN POLYMERE BIODEGRADABLE D'AMIDON EN CLASSE DE 2NDE GT

Ressources utilisées : BULLETIN APEPA 94 N°166/2011

Contexte :

Classe de seconde générale et technologique.
24 élèves.
Temps : 2h

Prérequis :

Connaissance de la verrerie de base de chimie
Capacité à utiliser les pictogrammes de sécurité
Connaissance de quelques propriétés d'une matière plastique issue de la pétrochimie
Réinvestissement éventuel de l'EPI : éducation au développement durable

Cette séance peut s'intégrer dans les deux thèmes de seconde générale et technologique « La santé » et « le sport » en lien avec les 2 alinéas suivants des programmes :

Bulletin officiel spécial n° 4 du 29 avril 2010 :

- En termes de connaissances scientifiques : « Mettre en œuvre un protocole expérimental pour réaliser la synthèse d'une molécule et son identification.
- En termes de formation du citoyen : « … l'activité scientifique et le développement technologique imprègnent notre vie quotidienne et les choix de société. Le citoyen doit pouvoir se forger son opinion sur des questions essentielles, comme celles touchant à l'humanité et au devenir de la planète. Cela n'est possible que s'il a pu bénéficier d'une formation de base suffisante pour avoir une analyse critique des problèmes posés et des solutions proposées...

En effet, les matières plastiques sont utilisées dans les emballages des médicaments et dans le monde du sport (combinaison, bouteille…).

Enjeux de cette DI :

Cette séance permet de développer l'esprit critique de l'élève, de le confronter à ses propres choix au quotidien en le sensibilisant aux emballages écologiquement acceptables et en synthétisant un bio polymère.

De plus, elle permet de réinvestir les connaissances de collège sur le tri des déchets et l'éducation au développement durable.

Scénario :

1. **Appropriation du problème et construction d'une question scientifique :** 35 minutes

- Prise de connaissance des documents et visualisation ensuite de la vidéo du journal télévisé. 5 minutes

TP : MATIÈRES PLASTIQUES

Laurence, une jeune fille vosgienne, se promène en forêt. Elle découvre au détour d'un chemin, une décharge sauvage. Certains individus peu respectueux de la nature n'ont pas hésité à se débarrasser d'emballages, plastiques, et bien d'autres objets qui n'ont évidemment rien à faire là. Triste spectacle.

De retour chez elle, elle fait une recherche sur internet sur les matières plastiques. Elle trouve plusieurs documents :

vidéo du Journal Télévisé 19/20 de France 3 du 24 juin 2015

À quelle vitesse se dégradent naturellement nos déchets ?

Jeter les déchets dans la nature, ce n'est pas sans conséquence… ils y restent longtemps, parfois très, très longtemps. Un objet qu'on jette négligemment va polluer parfois bien longtemps après qu'on ne soit plus de ce monde. Voici une sélection d'objets ou produits avec leur durée de vie « naturelle » : en combien de temps se dégrade-t-il sans intervention extérieure, dans la nature ?

	Papier toilette	Pelure de fruits	Filtre de cigarettes	Chewing-gum	Pneu en caoutchouc	Briquet plastique	Objet en polystyrène	Sac en plastique
Temps de dégradation	2 semaines à un mois	3 à six mois	1 à 5 ans	5 ans	100 ans	100 ans	80 ans	450 ans

Aider Laurence à trouver une solution aux pollutions des plastiques dans la nature

Le reportage est très court (1 min 35s) et décrit la présence du 7ème continent, aborde l'échec des méthodes techniques pour diminuer les matières plastiques en mer et incite à la réduction de plastique non recyclables.

- Discussion entre les élèves, guidée par l'enseignant, sur la pollution des matières plastiques. 5 minutes

La situation déclenchante est assez ouverte et peut donner lieu à des débats sociétaux ou environnementaux plus vastes. J'ai dû recentrer les débats pour rester sur les objectifs que je m'étais fixés. Les documents n'ont pas posé de problème de compréhension, les élèves rentrent vite dans le sujet, ils ont des idées, le sujet semble les concerner. Pour permettre à tous de faire émerger des idées, je propose un temps de réflexion écrit.

- Réflexion des élèves par groupe de deux, pour faire émerger des propositions pour limiter la pollution des matières plastiques. 10 minutes

Je passe entre les groupes pour regarder ce que chaque groupe propose. Je les incite à regarder tous les documents fournis s'ils sont bloqués, et surtout le tableau sur le temps de dégradation des déchets.

- Mise en commun des propositions : 15 minutes

Certains élèves ont expliqué aux autres, dans un premier temps, la dégradation de la matière organique (fumier, composteur…) pour expliquer le terme dégradation du tableau.
Voici, dans un deuxième temps, les propositions des élèves :

- Consommer moins de plastiques (incitation des consommateurs et des producteurs)
- Synthétiser des plastiques biodégradables
- Recycler les matières plastiques
- Composter les plastiques par des procédés innovants plus rapides.
- Récupérer les plastiques (comme proposé dans l'extrait du journal)

Les propositions sont diverses et permettent un débat qui couvre les enjeux de cette DI :

- réflexion qui se base sur les pratiques des élèves
- tri des déchets
- comportement de respect de la nature
- écologie.

Toutes les propositions envisagées par les élèves pourraient être une réponse à la question du TP. Ayant comme objectif de n'en garder qu'une seule lors de cette séance (synthèse d'un matériau plastique biodégradable). J'explique aux élèves que leurs propositions sont acceptables mais réalisable dans un autre cadre ou lors d'une future séance. L'objectif est de rester positif pour que l'élève ose toujours à l'avenir faire des propositions. La proposition de consommer moins de plastique ou de recyclage est une proposition sociétale et pourrait être envisagée dans un projet de type éco-école. La proposition de compostage est une idée intéressante mais semble trop longue à mettre en place aux vues des connaissances actuelles, en la matière, des chercheurs.

Je propose de garder celle-ci : la synthèse d'une matière plastique biodégradable.
En effet, effectuer la synthèse d'une espèce chimique est une compétence du programme de seconde générale et technologique.

- La question de départ étant trop large, je dois affiner ma question pour qu'une véritable hypothèse scientifique puisse être proposée par les élèves, je leur demande alors de façon collective:
  quelles matières premières employer pour effectuer cette synthèse ?

  Les idées fusent, mais certaines reviennent sur le recyclage, je dois leur expliquer plus précisément le terme de synthèse. Voici les propositions qui ont été faites, en rapport avec une création de nouvelle molécule.

  - Proposition de matières premières végétales car elles se dégradent vite (d'après le tableau proposé)
  - Très vite, deux élèves pensent à l'amidon de maïs (sûrement leur culture personnelle)
  - D'autres élèves pensent aux sacs donnés en pharmacie et qui sont biodégradables. « Il faudrait le même composant »
  - Un 'autre aux flocons de maïs que l'on colle entre eux (jeu de construction)

  L'enseignant propose alors de formaliser la pensée des élèves et rédige l'hypothèse faite implicitement.

  Hypothèse : un emballage fabriqué à partir de molécules issues du vivant se dégrade aussi rapidement ou presque que le matériau organique lui-même.

- Spontanément, plusieurs élèves rajoutent qu'il faudra tester :
  - La biodégradabilité du matériau.
  - La ressemblance des propriétés avec une matière plastique (propriétés formalisées plus tard).
- L'enseignant valide ces deux remarques ainsi que l'utilisation d'amidon comme matière première.

2. Réalisation du protocole expérimental

A ce stade, je distribue la deuxième feuille (le protocole) : 45 minutes + un temps de séchage éventuellement entre deux séances.
Les élèves vont effectuer les manipulations. Le protocole proposé, classique, ne pose pas de problème particulier.
Une série de questions est là pour suivre les modifications qui s'opèrent au cours de la synthèse, et qui prouvent l'existence d'une réaction chimique. Certaines questions ont pour but d'aider à la comparaison des propriétés avec une matière plastique non biodégradable et seront un support pour la séance d'après.

Protocole de préparation d'un polymère biodégradable d'amidon.

1. Introduire dans un bécher de 250 mL et dans l'ordre énoncé :
   - 2,4 g d'amidon de riz
   - 4 mL de solution de glycérol à 50%
   - 2 gouttes de solution de colorant
   - 3 mL d'acide chlorhydrique 0,1 mol/L
   - 15 mL d'eau distillée (éprouvette)
   - 1 thermomètre

2. Mettre le bécher à chauffer et agiter de façon permanente.
3. Lorsque la température du mélange atteint environ 95 °C, continuez d'agiter encore 15 min jusqu'à formation d'un mélange homogène.
4. Ajoutez 1 mL d'une solution de soude 0,1 mol/L pour neutraliser la solution.
5. Ajouter éventuellement 1 ou 2 mL de solution d'hydroxyde de sodium pour diminuer la viscosité du mélange.
6. Verser ensuite le mélange sur un papier sulfurisé en étalant légèrement.
7. Mettre à l'étuve vers 100°C pendant environ une heure.
8. Retirer de l'étuve lorsque les bords sont secs mais que le centre est encore gélatineux.
9. Laisser refroidir à l'air libre quelques minutes.

Les réponses aux questions suivantes nécessitent une bonne observation durant le déroulement des différentes opérations :

1. Quel est l'aspect du mélange lors de l'addition des produits ?

2. Que se passe t-il après quelques minutes de chauffage ?

3. Quel est l'aspect du mélange après l'addition de la solution d'hydroxyde de sodium?

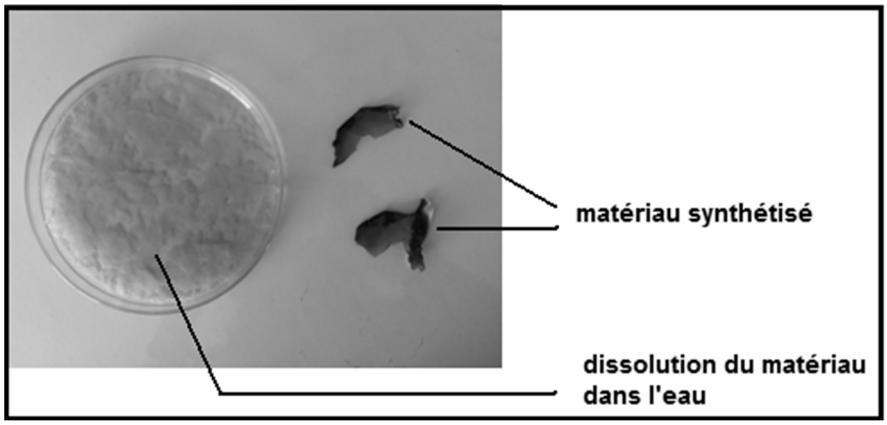
4. Observe-t-on un changement de couleur du milieu réactionnel et si oui, à quel(s) moments(s) ?

5. Pesées du produit brut :
   - Avant séchage :
   - Après séchage :

6. Aspect du film biodégradable :
   - Avant séchage :
   - Après séchage :

3. Discussion des résultats, la séance suivante, en lien avec l'hypothèse émise :

La discussion, après synthèse, sur les propriétés du matériau obtenu est indispensable pour vérifier que l'hypothèse est validée. Les élèves s'aident des remarques qu'ils ont faites lors de la séance précédente sur la deuxième page du TP.
Je propose aux élèves de tester tout de suite la biodégradabilité en utilisant seulement une partie de leur matériau synthétisé. Je propose de le mettre dans l'eau plutôt que dans le tas de compost pour une question de temps intrinsèque à la séance de cours. En effet, la dissolution dans l'eau prend quelques dizaines de minutes. J'utilise ce temps d'attente pour faire un bilan des propriétés du matériau avec les morceaux restant.



- propriétés physiques du matériau obtenu : correspond-il à l'idée d'une matière plastiques ?
  Les élèves font des tests simples sensitifs sur le matériau et je note au tableau, au fur et à mesure leurs constatations, afin de garder une trace écrite pour tout le monde :
  - transparent.
  - lisse.
  - légèrement pliable.
  - peu extensible.
  - cassable si trop plié.

  Le matériau est un peu flexible et légèrement élastique, mais casse si on le plie trop. Étalé par certains groupes en fine couche, il est translucide (et teinté car ils ont ajouté une goutte de colorant au choix). Mes élèves ont trouvé que cela ressemblait à un protège cahier ou un intercalaire du point de vue de la texture et de l'aspect.

- vérification de la biodégradabilité : Je propose de le mettre dans l'eau plutôt que dans le tas de compost pour une question de temps intrinsèque à la séance de cours. Les élèves constatent qu'au bout de 5 minutes environ le matériau s'est délité en petits bouts. Au bout d'une demi-heure le matériau solide est partiellement dissout.

Cette séance ne parcourt que 3 étapes de la DI : la phase sur l'investigation expérimentale ou la discussion des protocoles n'existe pas, puisque j'ai proposé ici un protocole tout fait. Cela permet de commencer en douceur cette forme de réflexion pour les élèves et aussi d'oser cette démarche pour le professeur.