

DOSSIER PÉDAGOGIQUE

MANIP'
à l'appui

Les nouvelles
couleurs
de la
chimie

EXPOSITION
ANIMATIONS - CONFÉRENCES
+ d'infos sur emf.fr Tél : 05 49 50 33 08
du **1^{er} avril 2015** au **3 janvier 2016**

ESPACE
MENDES
FRANCE
POITIERS

Présentation de la structure :



Missions de l'Espace Mendès France :

L'Espace Mendès France doit son origine à des chercheurs de l'université de Poitiers, militants de l'éducation populaire, qui, à la fin des années 1970, sont allés à la rencontre des habitants, dans la rue, pour débattre de sujets scientifiques et démontrer, « manip » à l'appui, que la science pouvait être accessible, voire réjouissante.

L'Espace Mendès France est l'un des centres de culture scientifique, technique et industrielle les plus actifs de France, et est reconnu pour la qualité et la diversité de ses activités. Il affiche trois missions :

- populariser la recherche, ses résultats et ses métiers,
- éduquer aux sciences et aux techniques,
- entretenir les débats sur les enjeux sociaux et culturels.

Les actions sont menées en partenariat avec l'université, les grands organismes de recherche, une myriade d'associations et de structures, et avec le soutien de la ville de Poitiers, de la région Poitou-Charentes et des ministères de l'éducation nationale, de la recherche et de la culture.

Horaires d'ouverture de l'exposition :

Pour les groupes, sur réservation, une semaine à l'avance :

- du mardi au vendredi de 9h à 18h30,
- les week-ends de 14h à 18h30.

Un service éducatif est à la disposition des enseignants.

Activités :

La visite de l'exposition, d'une durée d'une heure trente, se fait en compagnie d'un animateur scientifique.

Un animateur est prévu pour un groupe. La visite est possible pour la classe entière. Cependant, pour des effectifs importants, nous vous recommandons de réserver deux créneaux d'exposition et de séparer votre groupe en deux.

Une autre activité peut venir compléter votre visite à l'Espace Mendès France : spectacle du Planétarium, Atelier scientifique (voir plus loin les ateliers se rapprochant du thème de l'exposition), École de l'ADN, Espace Culture Multimédia, Espace des Métiers...

Informations et réservation :

Par téléphone, au 05 49 50 33 08 ou fax au 05 49 41 38 56.

Les visites pour les groupes se font sur réservation, minimum une semaine à l'avance.

Pour préparer la visite de sa classe avec un animateur, l'enseignant bénéficie d'une entrée gratuite du mardi au vendredi.

Contacter l'équipe des animateurs pour un complément pédagogique :

antoine.vedel@emf.fr ou stephanie.auvray@emf.fr

Espace Mendès France
1, place de la Cathédrale
CS 80964 – 86038 POITIERS CEDEX

N'hésitez pas à visiter notre site Internet : www.emf.fr

Nous pouvons accueillir jusqu'à 25 personnes par groupe
Au-delà de cet effectif, vous devrez demander un deuxième créneau de visite.

Consignes aux accompagnateurs d'un groupe :

- Il est interdit de prendre des photographies de l'exposition ou de filmer.
- A votre arrivée, précisez à l'animateur (trice) si vous avez des impératifs horaires (bus, déjeuner,...)
- Si votre groupe fait l'objet d'un travail en aval ou en amont de la visite cette exposition, n'hésitez pas à en faire part à l'animateur (trice) pour qu'il (elle) fasse référence à ce travail dans son discours.

Présentation de l'exposition :

Exposition présentée à l'Espace Mendès France du 1^{er} avril 2015 au 3 janvier 2016

Visite de l'exposition d'une durée d'une heure trente, accompagnée par un animateur.
Un dossier pédagogique est à la disposition des enseignants.

Depuis plusieurs années déjà, l'Espace Mendès France réalise des présentations autour du thème de la chimie durable, notamment en 2012 avec l'exposition « Chimie verte : une science d'avenir », mais également sur des questions aussi médiatiques que la biodiversité (2010) , ou le changement climatique (2009 et 2014).

L'industrie chimique s'est considérablement développée ces dernières décennies, à tel point qu'aujourd'hui l'essentiel des produits qui font partie de notre quotidien ont un lien avec elle.

La chimie fait donc partie des solutions à développer pour rendre notre monde durable. On la dit verte. Elle a pour but de concevoir des produits et des procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses et néfastes pour l'environnement ou l'utilisation de ressources rares. On la dit bleue lorsque l'on transpose ses concepts aux ressources marines.

Mais pour être durable, la chimie ne doit pas seulement être verte ou bleue ou..., elle doit tenir compte des besoins et des valeurs de la société, ainsi que des contraintes économiques.

C'est à travers des expérimentations et des démonstrations que cette mutation sera expliquée concrètement au public.

Partenaires : Valagro Carbone Renouvelable Poitou-Charentes, Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers (IC2MP) de l'Université de Poitiers, CNRS, Institut P' CNRS-Université de Poitiers- ENSMA, INRA Poitou-Charentes, Union des Industries Chimiques (UIC) du Poitou-Charentes, CRITT Poitou-Charentes, Pôle des Eco-Industries Poitou-Charentes, Laboratoire Body Nature, Biosynthis, Du Pont de Nemours (France), Rhodia Solvay Group, Néus.

Des éléments de cette exposition seront présentés au 2ème ISGC (International Symposium on Green Chemistry) du 4 au 7 mai à La Rochelle.

Partie 1 : Entrée en matière

Panneau *Une chimie en mutation*

Qu'est ce que la chimie ? Comment reconnaître une réaction chimique ?

La chimie verte – la chimie bleue

Panneau *Chimie et industrie chimique*

Acteur majeur de l'économie française : 7ème producteur mondial, 82,4 milliards de chiffres d'affaires en 2013

Des métiers en pleine évolution

Le règlement REACH, destiné à encadrer l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques.

Manip : la chimie de la nature, la réaction chimique de la photosynthèse.

Partie 2 : La chimie verte et ses principes

Panneau Chimie verte, chimie durable

La chimie verte est une chimie pensée autrement. Traduction de l'anglais green chemistry, on considère souvent en France qu'il s'agit exclusivement d'une chimie du végétal. C'est en réalité bien plus que cela. Bien entendu, les plantes et plus largement les agroressources, vont être utilisées, et de manière générale les ressources renouvelables plutôt que fossiles. Mais c'est aussi une chimie plus propre, moins énergivores, utilisant moins de solvant, moins de réactif, et des catalyseurs qui vont être recyclés.

Panneau Les douze principes de la chimie verte

Prévenir les pollutions, économiser les matières premières et l'énergie, utiliser et concevoir des produits moins toxiques, préférer les procédés catalytiques...

Manip : Découvrir les principes de la chimie verte

Partie 3 : Repenser l'économie ?

Panneau Economie et chimie durables

L'industrie chimique, en tant que fournisseur de produits de base ou de spécialité pour l'agriculture, l'industrie ou les services, a une position singulière dans le dispositif de durabilité. La chimie durable peut ainsi être comprise comme l'industrie chimique qui maîtrise durablement sa propre empreinte environnementale et qui contribue à réduire celle des autres industries ou secteurs applicatifs. Les impératifs de compétitivité économique et de progrès social devront être respectés.

Et la bioéconomie dans tout ça ?

Panneau Vers un avenir équitable et durable

Les grandes mutations économiques – Un nouveau complexe communications-énergie-transport
– Le partage et la collaboration

Manip : Le coût n'est pas le prix

Panneau Les acteurs régionaux de la chimie durable

Carte d'information non exhaustive et susceptible de modifications (source : Union des industries chimiques)

Partie 4 : Des exemples concrets

Un espace manip' est piloté par un animateur qui présente au public des objets, des produits et réalise, ou fait réaliser, des expérimentations qui illustrent concrètement les exemples issus de nos collaborations et partenariats. Ces exemples portent sur les thèmes présentés sur les panneaux qui entourent l'espace manip' : recyclage, lutte contre la pollution, cosmétique, transports.

Panneau Recycler, l'avenir de la chimie

À l'heure où les énergies fossiles vont diminuer et où le volume de nos déchets devient de plus en plus important, il apparaît comme une nécessité de valoriser les déchets en leur offrant une seconde vie et en les utilisant comme ressources. La chimie jouera un rôle primordial dans ce processus. Créer des combustibles à partir du bois et de la cellulose, recycler des plastiques, aller chercher l'énergie dans la biomasse : tout devient possible.

Panneau Recyclage, des terres rares aux vêtements

Présentation de deux exemples de recyclage : les terres rares, minerais contenus notamment dans les lampes basse consommation et les textiles qui représentent plusieurs milliers de tonnes de déchets chaque année.

Panneau Lutter contre les pollutions

La lutte contre la pollution est au cœur même des principes de la chimie verte en la prévenant et la limitant à la source pour éviter les résidus plutôt que d'avoir à les traiter et les éliminer, en cherchant à remplacer les produits polluants par d'autres plus « propres », en concevant des produits non persistants dans l'environnement.

Exemples : Fluxant pour bitume et huile isolante pour transformateur électrique.

Panneau Cosmétiques et chimie

La mise à contribution de la chimie dans la conception et la fabrication de produits cosmétiques remonte à la Préhistoire. Les cosmétiques se répartissent en diverses catégories qui se déclinent en plusieurs types de produits : soins, maquillage, produits solaires, produits d'hygiène corporelle, produits pour cheveux, parfums...

Panneau Cosmétiques : de l'huile d'olive à l'huile de coco

Des résidus de raffinage d'huile d'olive peuvent être utilisés pour leurs propriétés cosmétiques exceptionnelles. Des paraffines à partir d'huile de coco ont pu être développées pour remplacer les huiles de silicone non biodégradables.

Panneau Cosmétiques : des filtres solaires aux parfums

Un concentré issu de l'huile obtenue à partir du karanja, un arbre originaire d'Inde, permet de préparer des huiles solaires à fort indice de protection sans conservateur et totalement biodégradables.

La microencapsulation des parfums permet de diminuer de 80% les quantités de parfum introduites dans les formulations de détergents.

Panneau Cosmétiques : valorisation des ressources végétales

Des molécules aux propriétés anti-oxydantes (resvératrol et viniférine) peuvent être extraites des sarments de vigne.

La chimie verte c'est aussi utiliser des ressources végétales présentes de façon abondante sur la planète.

Panneau La pile à combustible : générateur d'énergie durable

L'hydrogène est l'élément le plus abondant dans l'univers, mais sur Terre, il n'est présent que de façon très anecdotique sous forme de dihydrogène H₂. Il est généralement combiné au carbone (hydrocarbures) ou à l'oxygène (eau H₂O). Il faut donc le produire. Ce qui nécessite beaucoup d'énergie.

Panneau *Biocarburants* : où en est-on ?

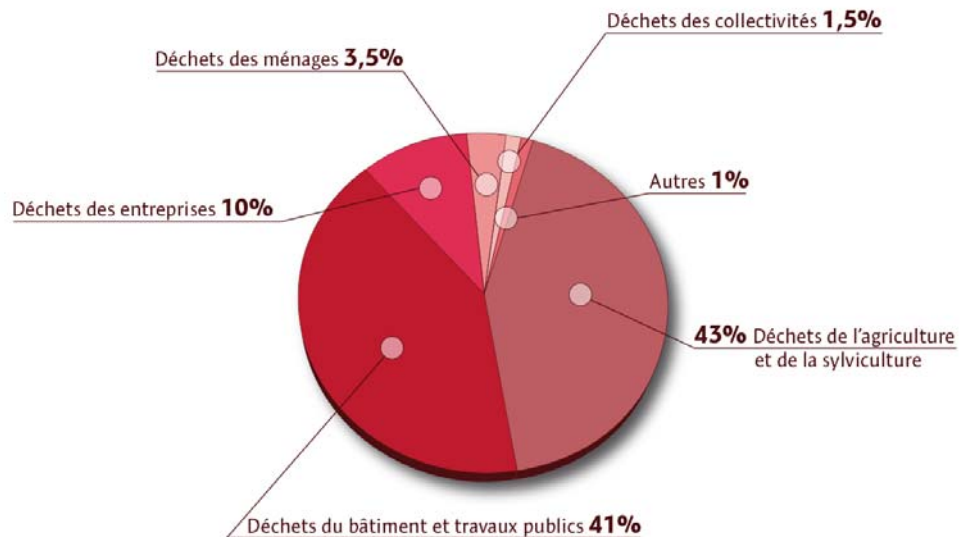
La production de biocarburant en Europe doit contribuer de façon significative à l'atteinte de l'objectif de 10% d'énergie renouvelable dans les transports d'ici à 2020. Le parlement européen a plafonné fin 2013 les biocarburants de 1ère génération, et s'est fixé en parallèle l'objectif de 2,5% de biocarburants de 2ème et 3ème génération.

Démarche pédagogique :

Echanger, réfléchir et manipuler pour comprendre, une méthode d'apprentissage des sciences basée sur le questionnement et la diversité de supports pédagogiques.

Dans la mesure du possible, l'animateur ne livre pas les informations directement au public. Il décortique la démarche de raisonnement. Il amène ainsi le visiteur à se poser les bonnes questions pour arriver à la compréhension de l'information.

De la matière première dans les poubelles



A partir du diagramme représentant la répartition des déchets produits par les différents secteurs. :

Indiquer deux exemples de déchets produits par :

- Le bâtiment
- Les travaux publics
- L'agriculture
- La sylviculture
- Les entreprises
- Les ménages

Parmi les exemples donnés quels sont les déchets qualifiés de carbonés ?
Comment peut-on utiliser ces déchets carbonés pour produire de la chaleur ?

Gaz carbonique...

Le gaz carbonique est le nom ancien que l'on donnait au gaz dioxyde de carbone, la même molécule pouvait être aussi appelé anhydre carbonique. La « nouvelle » nomenclature ne retient plus que dioxyde de carbone pour désigner la molécule dont le modèle est ci-dessous :



Quelle est l'atonicité de la molécule de dioxyde de carbone ?
 Quels sont les atomes présents dans la molécule de dioxyde de carbone ?
 Quelle est la formule moléculaire de la molécule de dioxyde de carbone ?
 Pourquoi ne peut-on pas faire brûler une molécule de dioxyde de carbone ?
 Indiquer des réactions chimiques entraînant la production de dioxyde de carbone.
 Quelles sont celles qui résultent de l'activité humaine ?

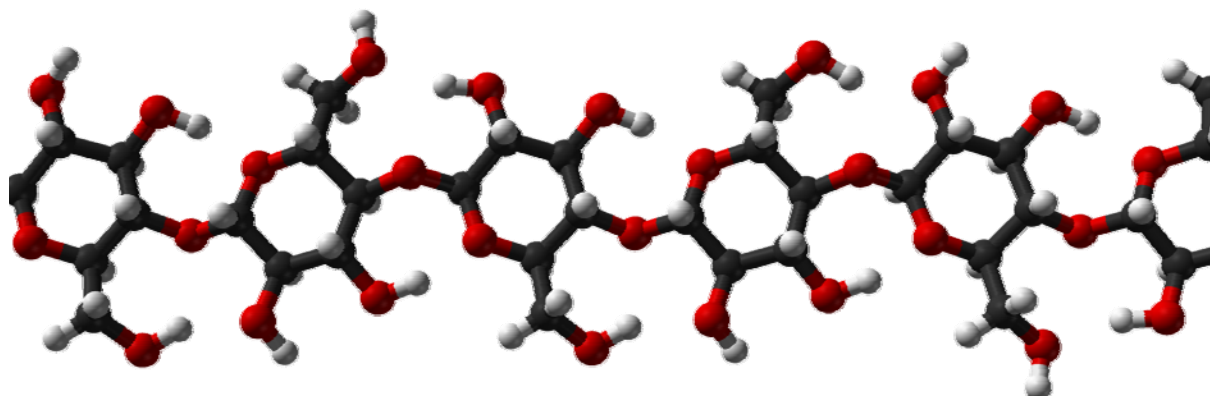
Vos papiers !

La cellulose est un polymère d'origine végétale que l'on trouve dans la membrane des cellules de toutes les plantes et de tous les arbres.

Elle est donc le principal constituant des végétaux. En conséquence, ce polymère est le principal composant du bois.

La cellulose occupe une place particulière dans l'histoire des polymères car elle a été utilisée dans la fabrication des premiers polymères synthétiques. La cellulose est une importante matière première industrielle. Elle sert sous forme de fibres brutes à la fabrication de pâte à papier.

Aujourd'hui, la cellulose intéresse plus particulièrement les chercheurs en tant que source de carburant, d'autant plus qu'elle est la matière première renouvelable la plus abondante sur la Terre (plus de 50% de la biomasse).



A partir de la représentation d'une partie de la chaîne de la cellulose, pouvez-vous donner la formule brute du monomère constituant cette macromolécule ?

A partir de la formule, quel est le pourcentage de la masse de carbone dans la cellulose ?

La totalité de ce pourcentage carbone ne pourra pas être utilisée pour la production d'énergie thermique lors de sa combustion. Pouvez-vous donner une explication ?

« En conclusion, les 868 millions de tonnes de déchets représentent au minimum 208 millions de tonnes de carbone, soit sur le plan énergétique 104 millions de tonnes équivalent pétrole ». Que signifie l'expression Tonne Equivalent Pétrole ?.

Expérience sur la fluorescence de la chlorophylle (expérience proposée en exposition)

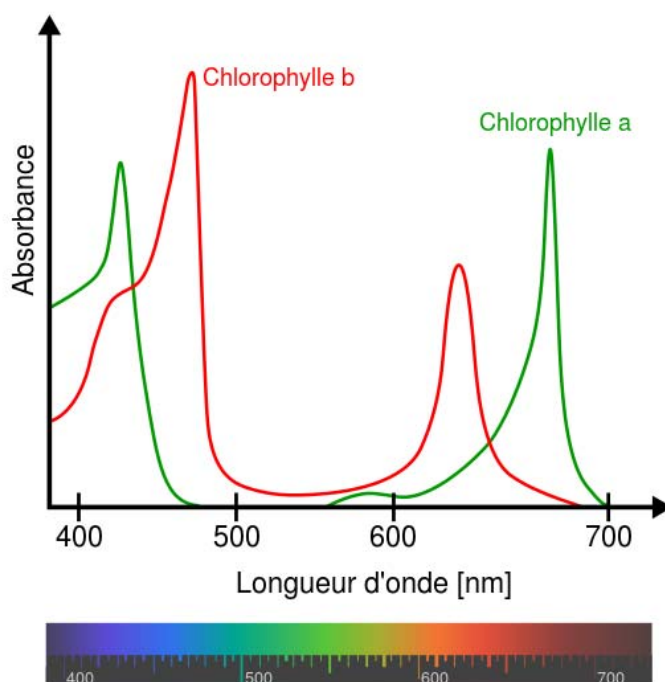
PROTOCOLE DE L'EXPERIENCE

- Broyer à l'aide d'un mixeur quelques feuilles fraîches de salade.
- Les recouvrir d'acétone.
- Mélanger bien le tout, puis filtrer à l'aide d'un filtre à café.

Vous obtenez ainsi une solution de couleur verte qui contient la chlorophylle extraite des végétaux.

- Verser une partie de la solution obtenue dans un tube à essai.
- Eclairer le tube à essai à l'aide d'une lampe à LED puis à la lampe de wood.

Le liquide apparaît alors rouge.



EXPLICATIONS

Comme le montre le spectre d'absorption ci-dessus, lorsque la chlorophylle est soumise à la lumière ambiante, elle absorbe les radiations bleues et rouges du spectre lumineux, mais laisse passer les radiations jaunes et vertes. Le liquide apparaît ainsi vert par transparence.

Lorsque la chlorophylle est soumise à la lumière de la lampe de wood, elle absorbe une grande partie du rayonnement émis. Les électrons des atomes, en absorbant cette énergie, entrent dans un état « excité » puis ils la restituent afin de retourner à leur état fondamental. Ils restituent cette énergie en émettant une lumière rouge.

Dans la nature, l'énergie absorbée par la chlorophylle participe aux réactions de photosynthèse.

Une polymérisation « bio » (expérience proposée en exposition)

Le lait que l'on consomme tous les jours peut être utilisé comme matière première dans la synthèse d'un polymère : la GALALITHE ou perle de pierre de lait.

PROTOCOLE

Dans un saladier, mélanger 100 millilitres de lait demi écrémé et 10 millilitres d'acide acétique (du vinaigre blanc en fait !)

L'acide va avoir une influence sur les protéines contenues dans le lait et va le faire cailler (apparition d'un dépôt solide). Pour que cette transformation chimique soit plus rapide, faites chauffer doucement le mélange jusqu'à ce que des fragments solides soient visibles en assez grande quantité. A l'aide d'un morceau de gaze ou d'un simple mouchoir pas trop épais, filtrez le mélange. Seule la partie solide nous intéresse. Refermez l'étoffe autour de la pâte obtenue et pressez fortement afin d'évacuer le plus de liquide possible.

Le polymère obtenu durcira en séchant. Pour cela, étalez cette pâte dans un plat à l'aide d'un rouleau à pâtisserie, puis placez le au four (80°C) durant une heure, jusqu'à ce que le polymère soit sec et dur.

Le matériau obtenu peut être ensuite découpé, poli, peint et même verni ! Vous venez de synthétiser votre premier polymère « bio » !



EXPLICATIONS

Depuis 1950, l'industrie chimique du plastique n'a eu de cesse de se développer. A l'aube des années 2000, la production de matières plastiques était bien plus importante (140 millions de tonnes à travers le monde) que celle de l'aluminium (26 millions de tonnes à travers le monde) par exemple.

Alors que la production d'acier stagnait, celle du plastique présentait une forte croissance principalement due aux différents secteurs d'activité avides de ce matériau indispensable.

Mais l'histoire du plastique ne démarre pas en 1950. En effet, le premier plastique synthétique à avoir été fabriqué est le polychlorure de vinyle (PVC). Maintes fois découvert par accident, on attribue à Henri-Victor Regnault (1810-1878), chimiste et physicien français, la paternité de cette matière plastique en 1838.

Cette découverte restera sans suite et c'est en 1880 que la synthèse du PVC sera vraiment établie. Puis viendront en 1890 la fabrication de viscose à partir de chloroforme et d'acétate de cellulose, la cellophane dans les années 1900, le polyméthacrylate de méthyle plus connu sous le nom de plexiglas, polystyrène et polyamide dans les années 1930.

Comme leurs noms l'indiquent, les matières plastiques sont des « poly-quelque chose ». En chimie, on regroupe tout ce petit monde sous le nom de polymères. D'un point de vue étymologique, cela signifie que l'on a plusieurs (poly) parties ou motifs (mère), ou bien un enchaînement de monomères. Si l'on reprend l'image du lego, le monomère est une brique que l'on va accrocher à d'autres briques identiques un très grand nombre de fois. La longue chaîne obtenue est un polymère composé d'une répétition d'un même motif plusieurs dizaines de milliers de fois. La nature du polymère fabriqué, et donc ses propriétés physiques et chimiques, dépendent du monomère utilisé : styrène pour le polystyrène, chlorure de vinyle pour le poly chlorure de vinyle (PVC), etc...

Une fois synthétisés, ces polymères ont des propriétés viscoélastiques. Cela signifie qu'on peut les déformer tant qu'ils présentent un comportement visqueux. La plupart sont ensuite thermoformés (on leur donne la forme désirée à chaud), sont extrudés (on souffle dedans afin de les plaquer sur les parois d'un moule, et on obtient une forme creuse comme un bidon), soit expansés (comme le polystyrène qui forme des billes plus ou moins grosses, destiné à l'emballage) ou encore compressés (afin d'obtenir des pains compacts mais légers pour l'isolation par exemple).

Fabrication de bioplastique (expérience proposée en exposition)

L'utilisation de matières plastiques remonte à l'antiquité : les égyptiens employaient des colles à base de gélatine d'os, de caséine de lait, d'albumine d'œuf,... plusieurs siècles av. J.-C ; les hommes utilisaient les propriétés plastiques de la corne, des écailles de tortue, de l'ambre, du caoutchouc,... chauffés et moulés pour fabriquer de nombreux objets.

Cependant, à partir de la fin du XIXe siècle débute la mise au point de nouvelles matières : les plastiques semi-synthétiques faits de polymères naturels modifiés par des produits chimiques.

Au cours de ces cinquante dernières années, le développement de l'industrie des matières plastiques a été gigantesque et a rapidement dépassé celui de l'acier. Après 1945, le polystyrène, le polyéthylène, le chlorure, le polyvinyle, le polyamide, le polyméthylméthacrylate et le polypropylène sont entrés dans toutes les maisons, et ce, indépendamment de la condition sociale.



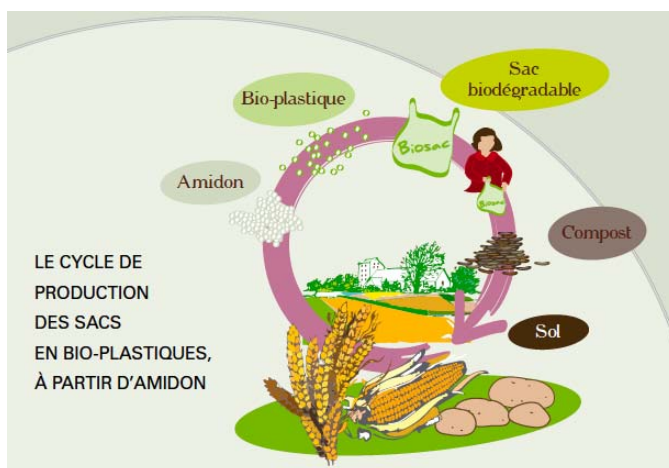
dégradable en
400 ans



dégradable en
6 mois

Aucun autre phénomène, dans l'histoire de l'homme, ne s'est produit dans des proportions si étendues et avec une dynamique si rapide. On a pu assister à un remplacement progressif des matières traditionnelles par les nouvelles substances synthétiques

La production mondiale de plastiques augmente chaque année (+ 2,9 % en 2012) et pose des problèmes liés à la pétrochimie et au devenir des plastiques usagés. La prise de conscience des enjeux environnementaux se développe et incite à de nouveaux progrès : amélioration du recyclage et de la biodégradabilité, utilisation de matières premières renouvelables, utilisation raisonnée des matériaux...



À l'heure où la notion d'économie circulaire inspire de nouveaux modes de vie et de consommation, le cycle des bioplastiques offre un exemple concret d'une "valorisation en boucle" qui commence et finit avec le sol.

Issu de ressources renouvelables (maïs, pomme de terre, blé, huiles végétales, algues...), l'amidon constitue la matière première initiale et majeure des bioplastiques. Associée ou non à une part fossile de nouveaux polymères biodégradables issus de la recherche récente, la réorganisation des chaînes

d'amidon donne naissance à des résines bioplastiques qui peuvent être mises en œuvre industriellement grâce aux différents procédés de plasturgie existants : extrusion, injection, soufflage, thermoformage... Cette nouvelle génération de plastiques trouve sa place dans de nombreuses applications: emballages alimentaires et non alimentaires en premier lieu, mais aussi produits d'hygiène, accessoires agricoles ou automobiles, impression 3D...

Entièrement biodégradables et compostables, ces produits retournent, en fin de cycle, au sol, à travers le compostage, fournissant un engrais sain et de très bonne qualité organique, utilisé par les filières agricoles. La boucle est ainsi bouclée. Les bioplastiques sont en outre une solution alternative à tous les produits plastiques que les filières de recyclage ne peuvent, pour des raisons environnementales, techniques ou économiques, valoriser en fin de vie.

Fabrication de bioplastique :

Matériel :

- 15 gr de fécule de pomme de terre ▪ plaque à induction
- 10 ml de glycérine ▪ casserole et cuillère pour mélanger
- 10 ml de vinaigre ▪ éventuellement du colorant
- 80 ml d'eau

Déroulement :

Mettre les ingrédients dans la casserole, mélanger

Faire chauffer à feu doux tout en remuant

Rapidement le mélange commence à épaissir

Continuer de mélanger et quand le mélange commence à bouillir, remuer encore quelques secondes puis retirer du feu.

Etaler sur une feuille de papier d'aluminium (en couche pas trop fine).

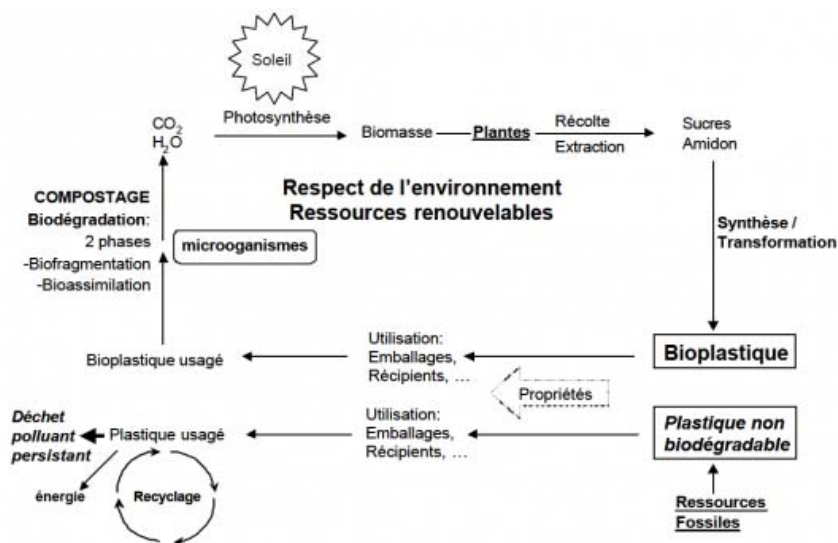
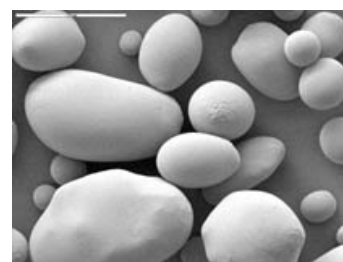
Laisser sécher 48 h minimum (dépend du taux d'humidité et de l'épaisseur de la feuille de plastique).

Pour obtenir un plastique plus dur, on augmente la quantité de fécule de pomme de terre.

Pour obtenir un plastique plus souple, on augmente la quantité de glycérine.

L'amidon ($C_6H_{10}O_5$)_n se trouve dans les organes de réserves de nombreux végétaux. C'est un sucre complexe (polysaccharide) composé de chaînes de D glucose. Il est formé au cours de la photosynthèse et permet aux plantes de produire et stocker le glucose, qui est nécessaire à leur croissance et à leur reproduction.

A l'image d'un "collier de perles", chaque plante organise et structure ses macromolécules de glucose de manière différente; le nombre d'unités de glucose pouvant varier de 100 à 20 000 dans chaque polymère. Dans les plantes, l'amidon se présente sous la forme de petits granules, insolubles dans l'eau froide, dont la taille (entre 3 et 100 microns) et la forme varient selon l'origine.



Granules de féculé de pomme de terre

Sous l'action de la chaleur et du vinaigre, les longues chaînes d'amidon vont être « découpées » en molécules de glucose, puis celles-ci vont se réorganiser différemment, grâce notamment à l'action de la glycérine, pour donner de nouveaux polymères qui forment le bioplastique. La glycérine va favoriser la polymérisation du glucose et va, en fonction de la quantité, rendre ce plastique plus ou moins souple.



LES SUPERABSORBANTS

Ou comment les couches pour bébé absorbent et retiennent les liquides

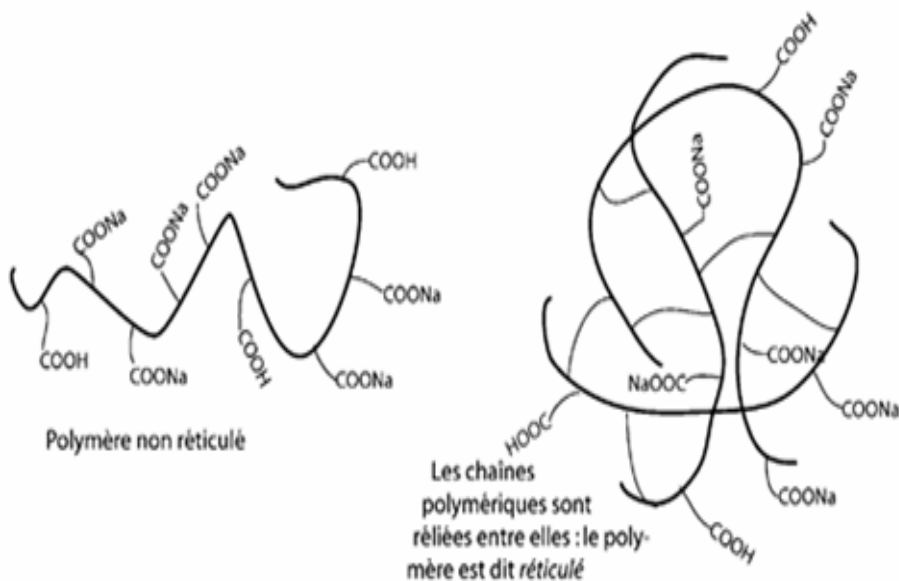
(expérience proposée en exposition)

Quel est le lien entre une couche pour bébé, de la neige artificielle et l'isolation de câbles électriques ? Tous contiennent ou sont faits de polymères superabsorbants (SAP).

Les couches ont révolutionné et simplifiés la vie de beaucoup de parents, en effet grâce à elles, bébé reste au sec pendant plusieurs heures. Elles pèsent moins de 50 grammes, et peuvent absorber jusqu'à 400ml d'urine.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire les couches sont bien plus que de simples bouts de tissu, leur matelas absorbant est constitué de fibres de cellulose et d'une fine poudre blanche : **le polyacrylate de sodium réticulé**.

Ce dernier s'est peu à peu imposé comme seul absorbant des couches les rendant à la fois plus fines et plus efficaces.



Il s'agit en fait d'un copolymère d'acide acrylique et d'acrylate de sodium réticulés : les chaînes polymères sont reliées entre elles par des chaînes carbonées.

Un polymère fortement réticulé se présente sous forme de minuscules billes, alors qu'un aspect poudreux est caractéristique d'une plus faible réticulation. Plus la molécule est réticulée plus la diffusion de l'eau est lente mais plus efficace et retient mieux l'eau si on appuie dessus, cas des couches pour bébés

Mise en évidence de l'efficacité du matelas absorbant :

Matériel :

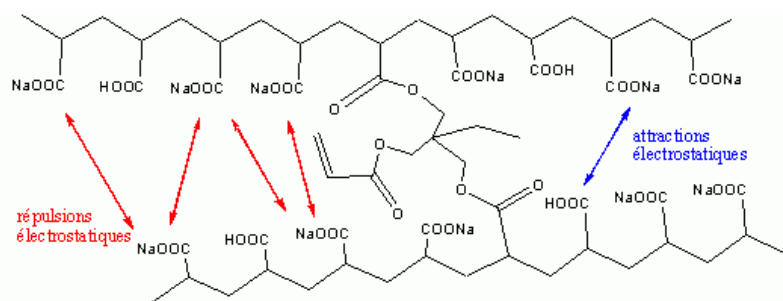
Couches
Assiettes et verres
Eau

Déroulement de l'expérience :

Prendre une couche et la déplier
Retirer le voile qui recouvre le matelas : on peut observer les fibres de cellulose et les grains de SAP
Au-dessus d'une assiette séparer les fibres et le SAP.
Verser le SAP dans un verre, verser de l'eau dessus et attendre quelques secondes
Observer.

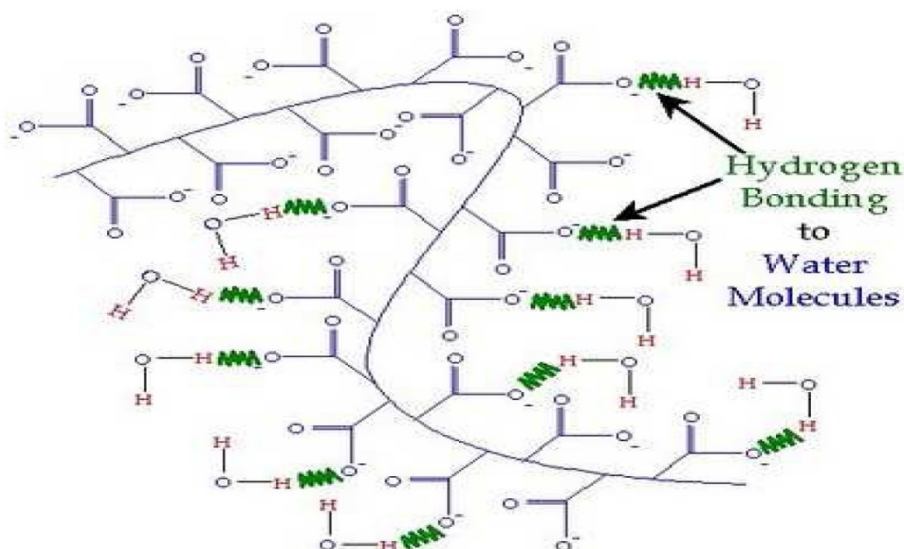
Au bout de quelques secondes le liquide est totalement absorbé et le volume de la poudre dans le verre a augmenté.

Explication :

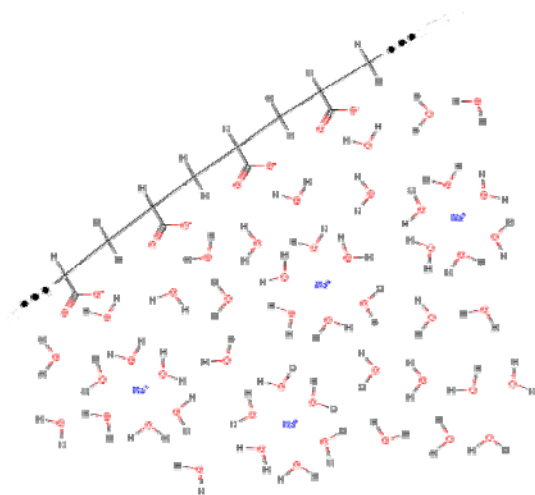


Les polymères superabsorbants forment un réseau de chaînes carbonées portant des fonctions acide carboxylique (COOH) et carboxylate (COO⁻) dans des proportions contrôlées au moment de la polymérisation.

En présence d'eau les ions Na⁺ se dissocient, le polyacrylate devient électronégatif et va pouvoir attirer les molécules d'eau. Il va alors se former des liaisons hydrogène entre les molécules d'eau et les groupements carboxylate, les molécules d'eau sont alors piégées à l'intérieur, c'est la formation du gel.



De plus le déséquilibre entre la concentration en ions Na⁺ à l'intérieur et à l'extérieur (qui est nulle) incite l'eau à pénétrer dans la bille.



Replié sur lui-même à l'état sec, le réseau se déploie en présence d'eau ou de solution aqueuse, le grain gonfle et forme un gel translucide

Ces 2 phénomènes permettent au polyacrylate de sodium d'absorber jusqu'à 500 fois son poids en eau pure.

Par contre lorsque l'on utilise de l'eau contenant des ions (eau du robinet, urine...) cela va ralentir la vitesse d'absorption du polyacrylate. Il faut donc augmenter la quantité, c'est d'ailleurs la raison pour laquelle les couches superabsorbantes contiennent jusqu'à 15 g de SAP alors que 5 g sont suffisants pour absorber un litre d'eau pure.

Les algocarburants

La recherche sur les biocarburants s'oriente actuellement vers les algocarburants.

Un algocarburant est un carburant à base de lipides extraits des micro-algues. Ce sont des biocarburants de « 3^{ème} génération » potentiellement capables de remplacer les controversés biodiesels de « 1^{ère} génération », obtenus à partir d'huile végétale de plantes terrestres.

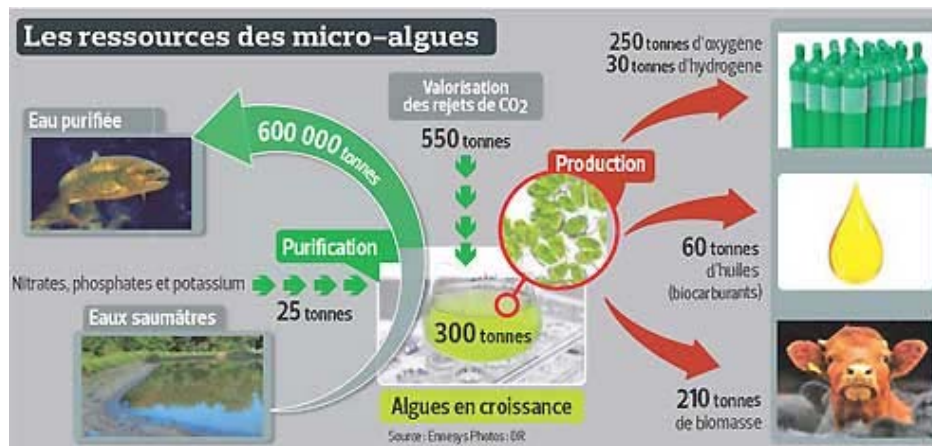
Le rendement des diatomées et chlorophycées est nettement supérieur à celui des plantes terrestres telles que le colza, car ce sont des organismes unicellulaires ; leur croissance en suspension dans un milieu aqueux leur permet un meilleur accès aux ressources : eau, CO₂ ou minéraux. Les algues microscopiques sont capables de "synthétiser 10 fois à 100 plus d'huile à l'hectare que les plantes terrestres oléagineuses utilisées pour la fabrication d'agrocaburants".

Le rapport « Agrocaburants et Environnement » publié fin 2008 en France par le Ministère de l'écologie, affirme que le rendement de conversion de l'énergie solaire par les microalgues est de l'ordre de 3 W/m², soit deux à dix fois moins que l'énergie éolienne (entre 5 et 20 W/m²), ou l'hydroélectricité de montagne (entre 10 et 50 W/m²). La conclusion tirée par ce rapport est que « Les agrocaburants se situent dans la zone des rendements les plus faibles, ils sont de fait limités par le rendement de la photosynthèse qui est très faible (<1%). La 3^{ème} génération, utilisant des algues, restera largement moins efficace que les solutions « électriques » quelles qu'elles soient, notamment l'utilisation de l'énergie solaire », ainsi « les agrocaburants n'ont donc pas d'autre justification que celle de fournir du carburant utilisable pour les transports en substitution des carburants d'origine fossile ».

Cependant, les algocarburants échappent aux critiques classiques des écologistes puisque :

- La production peut être implantée dans des zones non cultivées : les deux techniques expérimentées sont la production hors-sol dans des tubes et la culture en bassin ;
- Les ressources en eau potable sont épargnées puisque c'est de l'eau de mer qui est utilisée dans tous les cas de figure.

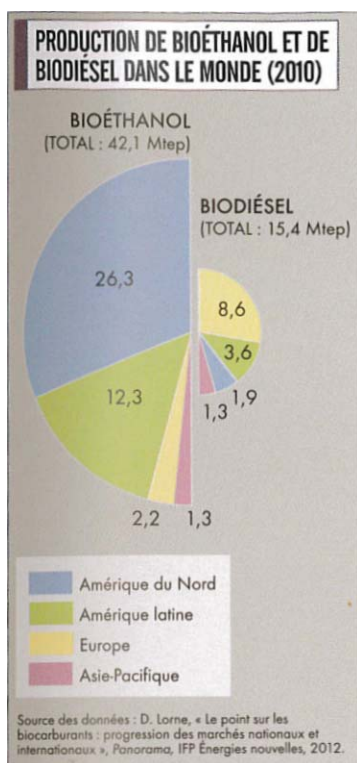
Les algues pourraient, de plus, être utilisées dans un contexte plus global que la simple production de biocarburant :



L'objectif est maintenant de trouver des manières économiques de transformer l'algue en huile végétale qui peut être transformée en biodiesel, en carburant d'avion ou autres algocarburants et produits plastiques.

- 1) Quels sont les avantages des algocarburants par rapports aux biocarburants de première et deuxième génération.**
- 2) Quelles sont les limites de l'utilisation des algues ?**
- 3) L'algoculture vous semble-t-elle avantageuse pour la lutte contre le réchauffement climatique dont la principale cause serait l'augmentation du taux de dioxyde de carbone atmosphérique ?**

La biomasse, source d'énergie : l'exemple des biocarburants



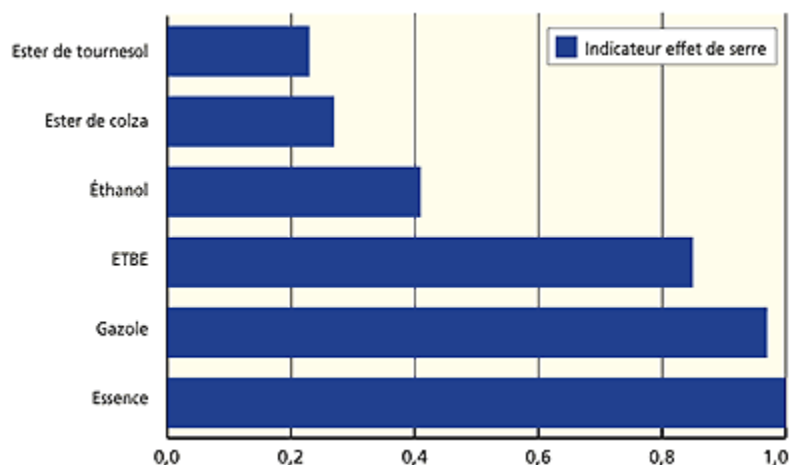
Un biocarburant est un carburant produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la biomasse. Il existe actuellement deux filières principales :

- filière huile et dérivés, comme le biodiesel (ou biogazole) ;
- filière alcool, à partir de sucres, d'amidon, de cellulose ou de lignine hydrolysées.

Les biocarburants représentent une source supplémentaire de carburant, favorable à l'indépendance énergétique et, éventuellement, substitut au pétrole qui se raréfie. C'est également un débouché agricole et une activité agro-industrielle nouvelle, séduisante en période de crise économique.

Le carbone émis lors de la combustion de biocarburants (filière huile ou filière éthanol) a préalablement été fixé par les plantes (palme, colza, maïs, blé, bois...) lors de la photosynthèse. Le bilan carbone semble donc a priori neutre et le recours à cette énergie permet d'éviter des émissions supplémentaires de gaz à effet de serre (GES).

Cependant, la production de ces biocarburants requiert un travail humain, donc une consommation de carburant et éventuellement d'autres produits, dont l'usage produit aussi des GES.



Indicateur de l'effet de serre tenant compte des GES émis lors de la production de biocarburants sur des terres déjà cultivées.

La production d'agrocarburants demande les moyens de la production agricole intensive en termes d'engrais et de produits phytosanitaires. La production d'éthanol au Brésil se base également sur l'exploitation de nouvelles terres défrichées pour cette culture. Or, la déforestation est l'un des principaux responsables des émissions de gaz à effet de serre. Avec 25 % des émissions totales, elle se place bien au-dessus des transports (14 %).

Tyler Volk, professeur du Earth Systems Group du département de biologie de l'université de New York, estime que « la production massive d'éthanol pourrait augmenter la pression sur les terres cultivables, faire monter les prix de la nourriture et accélérer la déforestation ».

1) Faites la liste des avantages et inconvénients des biocarburants.

2) Quelles sont les conditions à réunir pour que la production de biocarburants s'inscrive dans une démarche de développement durable (incluant la protection de l'environnement, le bien-être des populations et l'intérêt économique) ?

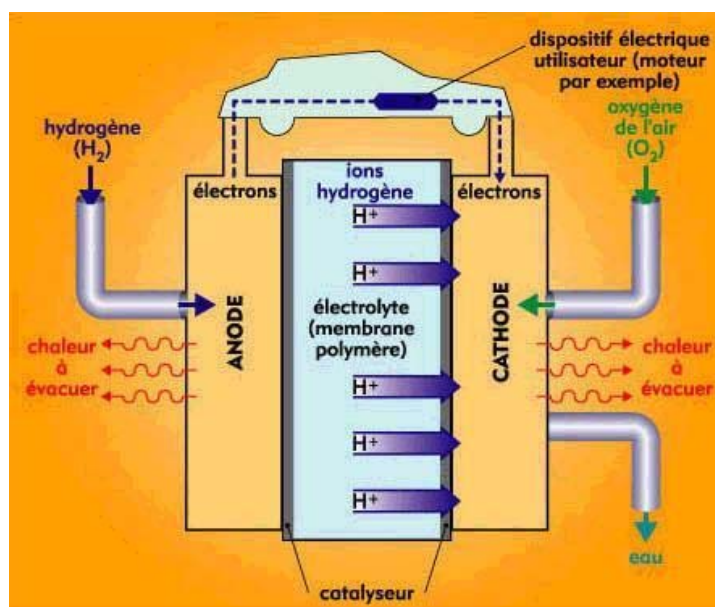
La pile à combustible

Une pile à combustible est un générateur d'électricité et de chaleur, elle est constituée de deux électrodes (anode et cathode) séparées par un électrolyte, matériau qui bloque le passage des électrons mais laisse circuler les ions.

Le combustible à base de dihydrogène est amené sur l'anode, se transforme en ions H^+ et libère des électrons qui sont captés par l'anode. Les ions H^+ arrivent sur la cathode où ils se combinent au dioxygène de l'air qui est injecté, pour former de l'eau qui sort du système.

C'est le transfert des ions H^+ et des électrons vers la cathode qui va produire un courant électrique continu à partir du dihydrogène. Les électrons sont donc acheminés par un circuit électrique extérieur vers l'autre électrode, la cathode, où ils se combinent au dioxygène et aux ions H^+ pour produire de l'eau.

La pile fonctionne tant qu'elle est approvisionnée en dihydrogène et dioxygène. Cependant la tension obtenue ne dépasse pas 0,7 V par pile ; il faut donc utiliser un grand nombre de piles à combustible en série pour obtenir la tension requise. Le courant électrique produit par la pile est continu.



Indiquer la formule des composés chimiques présents en 1, 2 et 3 du schéma ?

Ecrire le bilan de la réaction qui se produit à l'anode de la pile ?

Dans la pile à combustible, l'anode correspond à quelle borne du générateur de tension ?

Où se déplacent les électrons qui ont été formés à l'anode ?

Indiquer le sens conventionnel du courant dans le circuit.

Ecrire le bilan de la réaction qui se produit à la cathode de la pile ?

Représenter l'association de cellules (pile) pour avoir une tension de l'ordre de 4,5 V.

Peut-on utiliser directement le courant produit par l'association de piles à hydrogène chez soi ? Justifier votre réponse.

L'hydrogène est partout !

Le fonctionnement d'une pile à dihydrogène est particulièrement propre puisqu'il ne produit que de l'eau et consomme uniquement des gaz. Mais jusqu'en 2010, la fabrication de ces piles est très coûteuse, notamment à cause de la quantité non négligeable de platine nécessaire et au coût des membranes échangeuses d'ions.

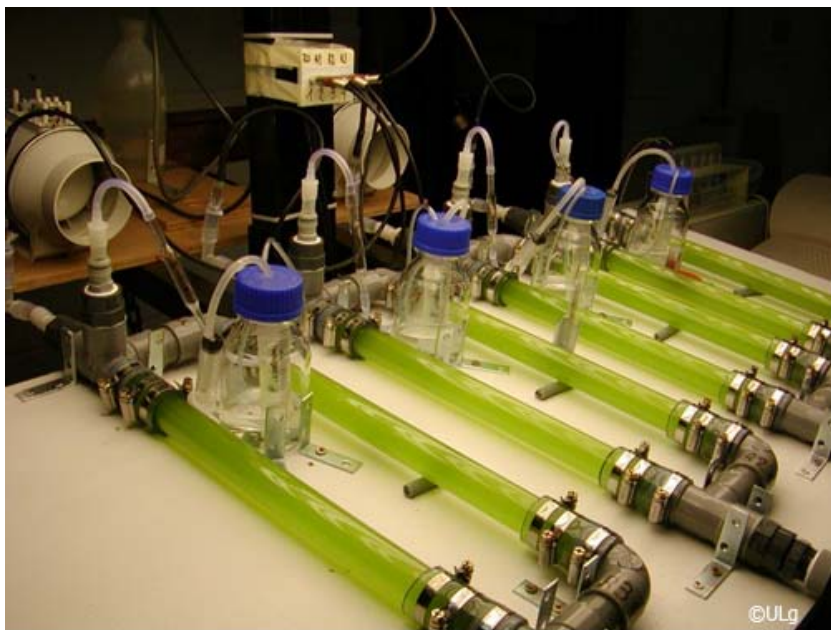
Une des difficultés majeures réside dans la synthèse et l'approvisionnement en dihydrogène. Sur Terre, l'hydrogène n'existe en grande quantité que combiné à l'oxygène (H_2O , c'est-à-dire l'eau), au soufre (sulfure d'hydrogène, H_2S) et au carbone (combustibles fossiles de type gaz naturel ou pétrole). La production de dihydrogène nécessite donc soit d'utiliser des combustibles fossiles, soit de disposer d'énormes quantités d'énergie à faible coût, pour l'obtenir à partir de la décomposition de l'eau, par voie thermique ou électrochimique.

Un atout primordial de l'hydrogène est la perspective de pouvoir en disposer de manière proprement inépuisable. L'eau est, en effet, l'un de ses réservoirs majeurs. Pour l'en extraire, il faut cependant passer par le biais de l'électrolyse, c'est-à-dire par une fourniture d'énergie électrique.

L'exploitation des énergies renouvelables fluctuantes – le vent, le soleil et les vagues – pourrait être couplée à la production de dihydrogène. Dans cette approche, l'hydrogène n'est plus considéré comme un carburant direct (tel qu'il l'est dans les fusées ou lorsqu'il alimente un moteur à combustion interne), mais, bien plus largement, comme un nouveau vecteur énergétique permettant le stockage d'une énergie produite de façon discontinue par d'autres moyens.



N'émettant pas de CO₂, les centrales nucléaires sont aussi sur les rangs pour fournir l'électricité nécessaire à l'électrolyse de l'eau – en particulier pour leur production en heures creuses – au même titre que les énergies renouvelables. Cependant, l'hydrogène peut être aussi extrait de l'eau par une autre voie, dite thermochimique : à des températures supérieures à 1 000°C, la molécule d'eau peut se scinder par "craquage" sous l'effet de la chaleur. A cet égard, dans les projets actuels portant sur de futures centrales de quatrième génération à haute température, l'industrie nucléaire produirait à la fois de l'électricité et de la chaleur et utiliserait cette dernière pour produire du dihydrogène. Une dernière piste est la production biologique d'hydrogène qui correspond à la production d'hydrogène par des algues au sein de bioréacteurs. On a découvert à la fin des années 1990 que des algues privées de soufre passent de la production d'oxygène (photosynthèse classique) à la production d'hydrogène. Cependant l'efficacité énergétique (le pourcentage de conversion de la lumière en hydrogène) doit atteindre 7 à 10% (les algues en conditions naturelles atteignent au plus 0,1%) pour être rentable. Pour résoudre ce problème, des chercheurs de l'université de Bielefeld en Allemagne et de l'université du Queensland en Australie ont modifié génétiquement une algue verte unicellulaire afin qu'elle puisse produire une grande quantité d'oxygène. Celle-ci peut à long terme produire cinq fois le volume produit par la forme naturelle de l'algue, ce qui correspond à une efficacité énergétique de 1,6 à 2%.



Le photobioréacteur, construit par E.Mignolet, est un système expérimental qui évalue les capacités de production d'hydrogène de différentes souches de Chlamydomonas

Une ferme d'algues de la taille du Texas produirait assez d'hydrogène pour pourvoir aux besoins mondiaux. Environ 25 000 kilomètres carrés suffisent pour remplacer l'utilisation d'essence aux États-Unis (moins du dixième de la surface utilisée pour la culture de soja dans ce pays).

1) Où trouve-t-on de l'hydrogène dans la nature ?

2) Pourquoi, alors que la ressource est importante et facile d'accès, est-il difficile d'exploiter cette ressource ?

3) Quels sont les déchets produits par l'utilisation d'une pile à hydrogène ?

4) Quels problèmes doit-on encore résoudre pour que cette énergie soit utilisée de façon industrielle ?

5) Pourquoi l'hydrogène représente une solution au problème de stockage de l'énergie ?

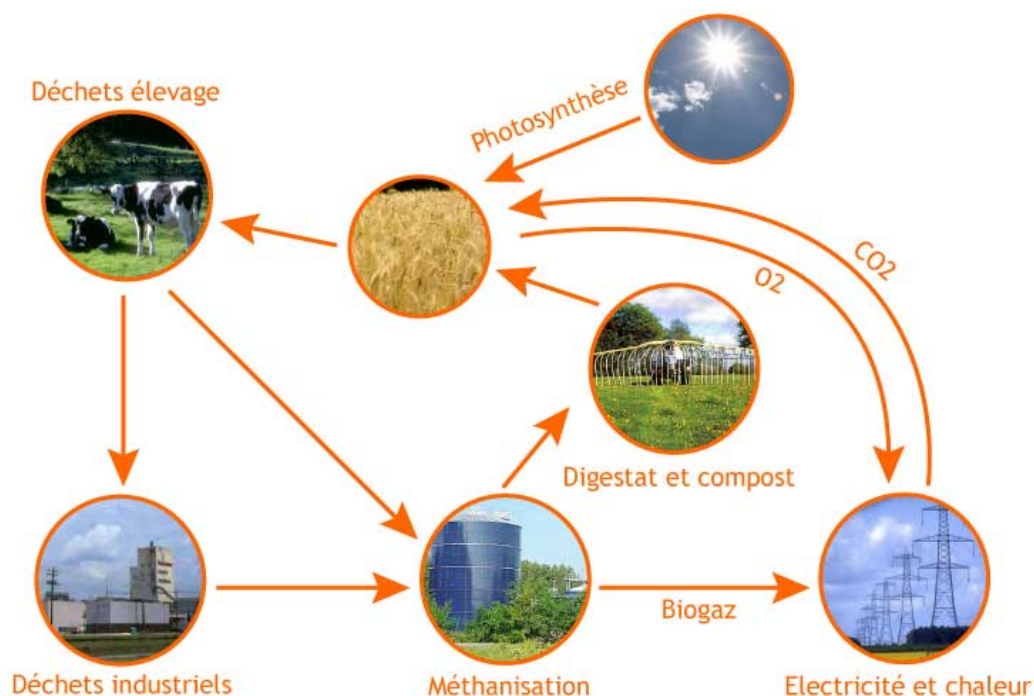
6) Quels progrès restent à faire pour le développement de l'algoculture dans la production d'hydrogène ?

La biomasse, source d'énergie : l'exemple du biogaz

Le biogaz est le gaz produit par la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène. Cette fermentation appelée aussi méthanisation se produit naturellement (dans les marais) ou spontanément dans les décharges contenant des déchets organiques, mais on peut aussi la provoquer artificiellement dans des digesteurs (pour traiter des boues d'épuration, des déchets organiques industriels ou agricoles, etc.).

Les sources possibles de biogaz sont nombreuses :

- Les cultures mais une monoculture intensive (maïs notamment) pose des problèmes écologiques d'érosion, de pollutions dues aux phosphates, de perte grave de la diversité biologique.
- Les décharges dont la teneur en biogaz varie. En France, la valorisation énergétique des biogaz de décharge reste à développer. La collecte sélective des déchets putrescibles permet une méthanisation plus rapide qu'en décharge.
- Les boues des stations d'épuration : la méthanisation permet d'éliminer les composés organiques et permet à la station d'être plus ou moins autonome en énergie.
- Les déjections animales mais aussi des autres déchets agricoles : résidus de culture et d'ensilage, effluents de laiteries... Les effluents des industries agroalimentaires peuvent aussi être méthanisés, permettant d'éviter le rejet de matières organiques trop riches, et pouvant s'accompagner d'une valorisation énergétique.
- Le fond des lacs et marais : le biogaz y est produit naturellement par les sédiments organiques qui s'y accumulent. L'utilisation du biogaz du lac Kivu a été entreprise il y a plus de 40 ans et est maintenant développé à grande échelle.



Le biogaz est constitué essentiellement de méthane (CH₄) dont l'effet de serre est très important. Sa combustion produit du dioxyde de carbone, qui est aussi un gaz à effet de serre, mais dont l'impact est moindre. En effet, un kilogramme de méthane (CH₄) a un potentiel de réchauffement global 23 fois supérieur à un kilogramme de dioxyde de carbone.

Le biogaz est un biocarburant présentant de nombreux avantages :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre, comme indiqué ci-dessus.
- Réduction de certains microbes dans les effluents agricoles (coliformes notamment).
- Substitut à d'autres énergies (fossile et nucléaire).
- Source de revenus pour l'exploitant qui économise sur ses dépenses énergétiques et/ou, de plus en plus vend son énergie.
- Diminution de la charge en carbone des déchets végétaux. Une fois digérés, les déchets sont moins nocifs pour l'environnement. Le risque d'une pollution biologique ou organique est en outre largement amoindri et la fermentation diminue le pourcentage de matière sèche, permettant de diminuer le volume à transporter et épandre.

Cependant le biogaz prend beaucoup de place : il faut 1 000m³ pour stocker l'équivalent de 700 litres de fioul (soit 0.7m³). Le stockage sous pression permettrait de réduire ce volume, malheureusement, cette compression est coûteuse et consomme de l'énergie. Cette option ne concerne donc que les installations très importantes. Ainsi, le gaz produit doit être consommé au fur et à mesure de sa production, il est très difficile à stocker, à cause de la place qu'il prend.

1) Quel intérêt présente l'utilisation des biogaz dans la lutte contre le réchauffement climatique ?

2) Economiquement, cette ressource vous semble-t-elle intéressante ? Argumentez.

3) De grandes quantités de méthane sont emprisonnés dans des sols actuellement gelés. Quelles seraient les conséquences d'un dégel de ces sols lié au réchauffement climatique ?

Pour faire le lien avec l'exposition

Mercredi 7 octobre à 20h30 :

Quels sont les enjeux de la chimie verte ?

Avec Stéphane Sarrade, directeur de recherche, chef du département de physico-chimie au CEA, centre de Saclay, Gif-sur-Yvette.

Jeudi 5 novembre de 9h à 17h00 :

La chimie verte et durable : de l'innovation à l'industrie ?

Journée d'entretiens sous la responsabilité scientifique de Joël Barrault, directeur de recherche émérite CNRS, DCI (division de chimie industrielle) – SCF, vice-président de Valagro Carbone Renouvelable.

Des ateliers scientifiques peuvent compléter les visites, consultez notre catalogue d'ateliers sur notre site Internet : emf.fr

Physique, chimie, biologie, mathématique, santé, alimentation, astronomie, environnement,...nombreuses thématiques scientifiques adaptées à la classe.

Bibliographie

RESSOURCES DOCUMENTAIRES

PERIODIQUES

« **Croissance verte : un gisement de développement** », Economie 86, supplément de *La Nouvelle République*, 23 oct. 2014

« **Environnement** », *Le journal des professionnels*, édition Poitou-Charentes – Limousin – Vendée, n° 112, décembre 2012 – janvier 2013

Les océans : le nouveau monde de la chimie durable, *Dossier pour la Science*, n° 73, oct-déc. 2011

« **La chimie prend soin de nous** », *CNRS le journal*, n° 252-253, janv-fév 2011

« **Les pensées vertes** », *Les grands dossiers des Sciences Humaines*, n° 19, juin-juillet-août 2010

Dossier « Pour une agriculture compétitive plus économe en pesticides », *INRA magazine*, n° 12, février 2010

- OUVRAGES

De la Joconde aux tests ADN : jusqu'où ira la chimie ? / SARRADE, Stéphane.- Le Pommier, 2015. (Les + grandes petites pommes du savoir)

S. Sarrade, en charge du Département de physico-chimie du CEA-Saclay, évoque les risques et les avantages des évolutions récentes en matière de chimie analytique, dans la vie quotidienne et à l'échelle industrielle : surveillance sanitaire, contrôle de l'environnement, détection des fraudes alimentaires ou des contrefaçons, etc.

Les produits chimiques au quotidien / Académie des technologies (France).- EDP sciences, 2014.- 93 p.. Communication à l'Académie des technologies. Annexes sur quelques familles de produits chimiques parmi les plus courants (rôle, risques, progrès).

Ce rapport fait le point sur les produits chimiques et les technologies permettant d'évaluer leur impact sur l'environnement.

La chimie verte à petits pas / RAMEL, Emilie ; WILLAY, Caroline.- Actes sud junior, 2014.- 69 p..- (A petits pas).

Cet ouvrage invite à découvrir que chimie ne rime pas seulement avec pollution ou marées noires, mais qu'elle peut aussi servir à fabriquer des produits respectueux de l'environnement.

Histoire de la chimie : en 80 dates / SEVIN, Alain ; DEZARNAUD DANDINE, Christine.- Vuibert / l'ADAPT, 2014.- 187 p..

Les auteurs dressent un panorama de la chimie de la préhistoire à nos jours, sous forme de fiches courtes, en montrant le passage de la chimie empirique des premiers temps à la science chimique moderne, de la chimie industrielle à la chimie atomique, jusqu'aux connaissances actuelles sur processus chimiques à l'oeuvre dans l'univers.

Chimie verte, chimie durable / ANTONIOTTI, Sylvain..- Ellipses, 2013.- 190 p..

Manuel couvrant tous les aspects de la chimie verte et durable.

La face cachée du numérique : l'impact environnemental des nouvelles technologies / FLIPO, Fabrice ; DOBRE, Michelle ; MICHOT, Marion.- l'Echappée, 2013.- 135 p.. (Pour en finir avec).

Dénouant le fantasme des nouvelles technologies écologiques, les auteurs démontrent, chiffres à l'appui, les nuisances du numérique sur le plan énergétique, par l'utilisation d'une forte quantité de matières premières (dont des minerais rares, sources de conflits armés), et par la production d'une masse de déchets d'équipements électroniques particulièrement polluants.

Chimie et enjeux énergétiques. EDP sciences / Fondation de la maison de la chimie, 2013.- 273 p.. - (L'actualité chimique).

Une quinzaine de spécialistes, principaux acteurs de la politique énergétique française, font le point sur la contribution de la chimie dans les enjeux énergétiques actuels et à venir : usages plus efficaces des ressources énergétiques disponibles, recherche de nouvelles ressources ou technologies innovantes et durables pour la production, le stockage et la transformation de l'énergie, etc.

Transition énergétique pour tous : ce que les politiques n'osent pas vous dire / JANCOVICI, Jean-Marc.-Paris : O. Jacob, 2013.- 239 p..- Précédemment paru sous le titre : Changer le monde. Tout un programme ! (2011).

Cet ouvrage apporte des clés pour sortir le monde de sa dépendance à l'énergie, aller vers une transition énergétique durable et élaborer un projet de société raisonnable et vertueux.

Atlas mondial des matières premières : des ressources stratégiques / MERENNE-SCHOUMAKER, Bernadette.- Autrement, 2013.- 96 p..

Ces cartes permettent d'appréhender la question de l'importance stratégique grandissante des matières premières, qu'elles soient agricoles (blé, café, coton, viandes), minières (terres rares, lithium, argent) ou énergétiques (pétrole, gaz, uranium). L'atlas propose des pistes de réflexion sur les défis politiques, sociaux et environnementaux qui en découlent.

Ecologie chimique : le langage de la nature.- Paris : Le cherche midi, 2012.- 191 p., photos.

Les odeurs sont le premier mode de communication du vivant et l'écologie chimique en est la toute récente science interdisciplinaire. La manière dont elle permet de comprendre ce langage chimique est présentée dans cet ouvrage ainsi que les richesses de cette chimio-diversité.

La chimie et le sport. EDP sciences, 2011. - 259 p..- (L'actualité chimique)

Ouvrage présentant les différents apports de la chimie dans le monde du sport, tant au niveau du corps des athlètes (neurochimie, dopage...) qu'à celui des équipements et matériaux (textiles, structure des skis, composants moteurs en sport mécanique...). Cet ouvrage est issu du colloque "Chimie et sport" qui s'est déroulé le 24 mars 2010 à la Maison de la chimie.

La chimie et l'habitat.- EDP sciences, 2011.- 291 p..- Cet ouvrage est issu du colloque "Chimie et habitat" qui s'est déroulé le 19 janvier 2011 à la Maison de la Chimie..

Une introduction sur les apports de la chimie dans la construction et la rénovation de notre habitat. Sont ainsi présentées les nouvelles énergies pour l'habitat et la façon de se libérer des formes d'énergies plus anciennes. L'ouvrage aborde aussi les matériaux composant l'habitat comme les vitrages, les textiles et les matériaux composites et de structure.

Drôle de chimie ! / LASZLO, Pierre.- Le Pommier, 2011.- 403 p..- (Manifestes).- Glossaire.

Cet ouvrage nous donne un aperçu vivant et passionnant du très riche univers de la chimie. Et, dans le même temps, il en dénonce les dangers et les excès.

La chimie durable : au-delà des promesses... / MAXIM, Laura.- Paris : CNRS Editions, 2011.- 314 p..

Les contributions analysent l'avenir de la chimie à l'aube du troisième millénaire. Devenue une activité industrielle, cette science entretient des relations complexes avec la société et est

contrainte d'intégrer les demandes en faveur d'un développement durable. Les auteurs interrogent notamment la possibilité d'une chimie verte et durable.

La chimie d'une planète durable / SARRADE, Stéphane.- Le Pommier, 2011.- 225 p..

Cinq grands défis attendent la chimie dans cinq domaines stratégiques pour l'humanité : l'alimentation, la santé, l'énergie, la production d'eau potable et l'environnement. Pour relever ces défis, il faut inventer une nouvelle chimie qui aura fait le pari du durable.

Atomes / GRAY, Theodore ; MANN, Nick.- Paris : Place des Victoires, 2010.- 240 p..

Résumé : Cet ouvrage invite avec pédagogie et humour à un passionnant voyage au pays des éléments, à partir de leur tableau périodique universel. Une approche pratique qui montre l'élément à l'état pur, mais aussi ses composés et ses applications les plus caractéristiques dans la vie quotidienne.

Bel et bio : nature et chimie douce / PROUST, Brigitte.- Paris : Seuil, 2010.- 136 p..- (Science ouverte).

Chimiste, B. Proust éclaire les méthodes qui ont permis l'émergence du bio dont la mise au point s'appuie sur les connaissances scientifiques les plus récentes dans le domaine des sciences de la nature. Ce guide permet de mieux juger les promesses et les limites de ce retour au naturel qui influe sur les modes de vie et de consommation.

Petit manuel de physique verte / SANTAMARIA, Clément.- Ellipses, 2010. 159 p..

Résumé : Présentation des notions essentielles à la compréhension des phénomènes physiques liés aux questions environnementales. L'énergie, le rayonnement et la matière sont ainsi tour à tour évoqués pour approcher les mécanismes en jeu, la nécessité notamment de limiter la production en CO₂.

La chimie des loisirs / DEFRANCESCHI, Mireille.- Ellipses, 2009.- 282 p..

Dans le prolongement de 'La chimie au quotidien', ce livre aborde la chimie des loisirs : consoles de jeux, DVD, lecteurs MP3, chaussures de sport, téléphone portable...

La sagesse du chimiste / THIS, Hervé.- Paris : L'Oeil neuf éditions, 2009. 131 p..- (Sagesse d'un métier).

Physico-chimiste à l'Inra, l'auteur évoque l'importance de son métier dans la production de connaissances nouvelles utilisées notamment par l'industrie, favorisant la protection de l'environnement (carburant plus propre, matériaux plus durables, etc.).

La chimie au quotidien / DEFRANCESCHI, Mireille.- Ellipses, 2006.- 239 p..

Ce livre donne quelques éclairages sur la chimie qu'ignorent la plupart des consommateurs, celle dont ils se servent du matin au soir, sans vraiment s'en apercevoir : les soins corporels, l'environnement, le bricolage, l'habillement, le culinaire. Il aborde aussi bien les applications quotidiennes à la maison que les préoccupations environnementales pour un développement durable ou des notions plus pointues s'adressant aux spécialistes.

Tout est chimie ! / JOUSSOT-DUBIEN, Christophe ; RABBE, Catherine ; FASTIER, Yann. - Le Pommier, 2006. 60 p..- (Les minipommes)

En visite au parc d'attractions Chimiland, Zélie et Baptiste, guidés par les atomes Hic et Hat, vont découvrir toute la magie de la chimie.

SITES WEB

Culture sciences Chimie : Conçu pour assurer une formation scientifique de haut niveau, accessible à tout utilisateur, en particulier aux enseignants, ce site constitue un centre de ressources multimédia pour l'enseignement de la chimie, en lien direct avec l'avancement des connaissances dans les laboratoires de recherche. Vous y trouverez : une information scientifique validée par les laboratoires de recherche, des compléments scientifiques demandés par les enseignants de chimie, des précisions sur les programmes et thèmes abordés en lycée, une introduction des thématiques émergentes en recherche, une aide sur des points d'actualité...
<http://culturesciences.chimie.ens.fr/>

L'actualité chimique, le journal de la société chimique de France
Destinée à un large public, la revue aborde tous les thèmes pour lesquels les sciences chimiques contribuent à des avancées innovantes, et, transdisciplinaire ; elle couvre aussi bien le domaine des matériaux que des nanosciences, celui de la filière chimie-biologie-santé, ou l'environnement et le développement durable.
<http://www.lactualitechimique.org/>

L'Institut de Chimie et de Chimie biologique ICBC (Suisse) explique les 12 principes de la chimie verte.
<http://www.gruene-chemie.ch/fr/>

Ressources de l'INRA autour de la chimie verte : actualités, magazines, dossiers...
<http://www.inra.fr/Grand-public/Chimie-verte>

Les métiers de la chimie, un site de l'UIC, Union des industries chimiques.
<http://www.lesmetiersdelachimie.com/Tendances>
Avec tout un volet sur la chimie verte : <http://www.lesmetiersdelachimie.com/Tendances/Chimie-verte>

Pesticides : peut-on s'en passer ?, un dossier documentaire de la Cité des sciences et de l'industrie : notions pour comprendre, zooms, questions-réponses, glossaires, ressources web...
<http://www.cite-sciences.fr/fr/ressources/bibliotheque-en-ligne/dossiers-documentaires/pesticides-peut-on-sen-passer/>