

**David Larente
Terry St-Pierre
Antoine Robertson**

*-Travail de session-
L'impacte de la pollution chimique sur
la biodiversité marine*

Présenté à
Daniel Léger
Dans le cadre du cours
Évolution et biodiversité
101-NYA-05

Cégep de l'Outaouais
Campus Gabrielle-Roy
23 Mars 2010

Table des matières

❖ <i>Introduction</i>	03
❖ <i>Nature chimique des plastiques</i>	04
❖ <i>Pollution chimique</i>	06
❖ <i>La pollution marine et effets écologiques</i>	07
❖ <i>Gyres océaniques</i>	10
❖ <i>Déchets océaniques</i>	12
❖ <i>Production industrielle des plastiques</i>	14
❖ <i>Taux de recyclage</i>	15
❖ <i>Modes de recyclage au Québec</i>	16
❖ <i>Conclusion</i>	18
❖ <i>Bibliographie</i>	19

LA BIODIVERSITÉ

Image sur la biodiversité disponible

Source: <http://developpementreg.blogspot.com/2009/09/la-biodiversite-en-danger.html>

Introduction

La plupart des humains connaissent les conséquences étant reliées à la surconsommation car le sujet est très médiatisé, mais très peu de gens prennent la peine de réellement considérer l'ampleur de l'impacte qu'ils infligent à la biodiversité quand ils consomment dans la vie de tous les jours. Pour sensibiliser les lecteurs d'avantage à l'actualité au sujet du plastique en milieux marins et ses impacts sur la biodiversité, ce travail portera sur les sujets suivant : la nature chimiques des plastiques et les causes principales de la pollution chimique, les gyres océaniques et la caractérisation des débris océaniques, la pollution marine et ses effets écologiques, et pour terminer, la production industrielle du plastique au niveau mondiale et à l'échelle du Québec, ainsi que son recyclage.

Nature Chimique du plastique

Le mot plastique a un sens très large. À l'origine, ce mot veut dire «qui a la propriété d'être malléable». Il existe d'innombrables types de plastiques, chacun ayant des propriétés qui lui sont propres. La plupart des plastiques sont fait d'un polymère (une résine), de plastifiants et parfois d'autres additifs.

Un polymère est une longue chaîne de monomère qui est pratiquement toujours la même molécule pouvant être répétée des milliers de fois. Les monomères sont en général composés de carbone et d'hydrogène, accompagnés d'azote, d'oxygène, de chlore ou de soufre.

Un plastifiant est une sorte de diluant, qui en s'insérant dans la molécule fait en sorte que le plastique soit caoutchouteux plutôt que solide à la température pièce. Il sert à la fabrication de plastiques souple, comme ceux utilisé pour une bouteille de ketchup comprimable.

Le plastique est insoluble dans l'eau et chimiquement inerte, pur il n'est en aucun point toxique. Les seuls dommages possibles sont de nature mécanique (obstruction, déchirure). Par contre, le plastique pur se retrouve rarement sur le marché. La plupart d'entre eux contiennent des additifs, servant à réduire le coût de production ou modifier certaines propriétés du plastique. Par exemple, des plastifiants comme le phtalate peuvent être ajouté à des plastiques solides tels le PVC afin de le rendre malléable afin de servir d'emballage pour la nourriture ou pour fabriqué des jouets d'enfants. Il est possible qu'une

petite quantité de ces produits quittent le plastique lorsqu'il entre en contact avec la nourriture.

Un autre problème avec le plastique est qu'en tant que produit fini, les polymères le composant ne sont pas toxiques. Par contre, ce n'est pas le cas des monomères utilisés lors de la fabrication du plastique. Une petite quantité de ces monomères peuvent rester emprisonnés dans le plastique lors de la fabrication. Il est aussi possible que, lorsque chauffés, les polymères se décomposent en leurs monomères et d'autres substances toxiques. Par exemple, le monomère utilisé pour fabriquer le PVC, le chlorure de vinyle, est reconnu comme étant un agent cancérigène par le Centre international de recherche sur le cancer.

Un autre exemple du danger posé par ces additifs est le polycarbonate. Ce plastique n'a pas son propre code d'identification et est donc classifié comme autre (#7). Le bloc de construction principal de ce plastique est le bisphénol A (BPA).

➤ *Structure du bisphénol A (BPA) disponible*
Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Bisphenol_A

Le BPA est une œstrogène qui à la possibilité de se transférer à la nourriture par contact direct. Même en faible quantité, le BPA peut causer de nombreux problèmes chez l'homme comme chez l'animal. Une faible exposition au BPA lors du stade fœtal peut causer un cancer du sein chez la femme adulte.

Le problème majeur causé par le plastique vient du fait qu'il est extrêmement résistant. C'est malheureusement cette même caractéristique qui le rend si populaire auprès de l'industrie. La dégradation du plastique est très lente du fait des liens moléculaires très puissants. C'est pourquoi il devient important de recycler le plastique. Ce procédé est très utile, car il sauvegarde en même temps les ressources naturelles tout en réduisant le niveau de pollution. Le problème avec le recyclage est qu'il est difficile d'automatiser les systèmes, et que le classement des matières doit se faire manuellement.

La Pollution chimique, une menace à la biodiversité

La biodiversité désigne la variété et la diversité à travers le monde du vivant. Elle représente toutes les formes du vivant dans sa diversité génétique, interspécifique, et écosystémique qui font partie de l'équilibre environnemental de la terre. La diversité biologique assure le bon fonctionnement de la vie et offre une protection en cas de catastrophes naturelles. Elle aide à maintenir l'équilibre de la biomasse qui est essentiel au bien-être de l'ensemble de la vie sur terre.

Mais aujourd'hui, cet équilibre est en péril à travers pratiquement tous les écosystèmes, incluant la mer. A priori, cette pollution pourrait paraître non-nocive, mais lorsque des millions de tonnes de déchets se retrouvent en mer, l'environnement ne peut plus garder le contrôle et les répercussions sont directement infligées à la biodiversité de ce milieu. Ainsi, les espèces les plus sensibles à cette pollution chimique disparaissent des effets anovulants, cancérigènes et autres problèmes causés par les toxines provenant en partie du

plastique abandonné en mer. Lorsqu'une espèce disparaît, toutes autres espèces qui étaient prédateurs ou nourritures pour celle-ci en subissent les répercussions elle aussi, l'ébranlement se poursuit dans la chaîne alimentaire détruisant l'équilibre de plusieurs autres espèces à la fois. On n'estime que l'humain soit responsable de plus de 1000 fois plus d'extinctions que le rythme naturel de la planète.

Pollution marine et effets écologiques

Depuis 1993, le 22 mars a été déclarée la journée mondiale de l'eau. Cette journée nous invite à célébrer un thème portant sur l'importance de l'eau consommable. En 2010, le thème est «l'eau propre pour un monde sain». Deux phénomènes peuvent expliquer comment les déchets peuvent nuire à la faune et aux écosystèmes. Ces phénomènes sont la bioaccumulation et la bioamplification.

- La bioaccumulation est définie comme suit : la somme des absorptions d'un polluant par voie directe et alimentaire des espèces vivantes. Prenons exemple du plastique, les conséquences chimiques des particules de plastiques qui se désintègrent en microparticules dans les océans se retrouvent dans les créatures marines qui concentrent les P.O.P. (polluants organiques persistants) comme le BPA, DDT, mercure, et le plomb.

- La bioamplification est un phénomène de transfert et d'amplification biologique de la pollution à l'intérieur des biocénoses contaminées. Par conséquent, toute la chaîne alimentaire en est affectée de la base car les effets toxiques se cumulent d'un animal à un autre par bioamplification. Voici un exemple pour mieux

comprendre ce terme, un milieu marin se fait pollué par un produit composé d'une faible quantité de mercure. Ce produit est ingéré ou absorbé par les espèces de ce milieu et il est maintenant présent dans le système de tous les êtres vivants de celui-ci. Maintenant, pour démontrer la bioamplification, supposons qu'un requin se nourrit de dix poissons y étant affecté. Ce requin a maintenant accumulé la quantité de mercure présente dans le système de l'ensemble des poissons qu'il a mangé, c'est-à-dire dix fois plus que l'un d'entre eux.

➤ *Tableau démontrant la bioamplification disponible.*

Source: <http://www.epa.gov/glnpo/atlas/glat-chap4-f.html>

Impact sur la faune

Aujourd'hui, parmi les animaux marins, les tortues, phoques, oiseaux de mer, otaries, baleines et poissons font partie d'environ 267 espèces directement mises en péril par les effets chimiques et physiques induits par l'ingestion des débris marins. De ce fait, ces déchets entraînent une pollution qui est en grande partie la cause des pertes en biomasse des milieux marins. Par exemple, un sac de plastique flottant dans l'eau ressemble à une méduse aux yeux des tortues marines, et ceci est une cause majeure en relation avec leur mort. Il a aussi été démontré que beaucoup d'oiseaux marins confondent leur proie avec des capuchons de bouteille de plastique. En fait, toutes les espèces sont affectées par la pollution marine et cela inclut aussi les mammifères qui y vivent.

- *Figure d'un oiseau mort dû à l'énorme quantité de plastique contenue dans son estomac disponible.*

Source : http://4.bp.blogspot.com/_ItlwJvdYKWs/SWgOpsojdJI/AAAAAAAAABIE/-r55GpOntAI/s400/CarcasseAlbatrosBouchonsPlastique.jpg

- *Figure d'une tortue de mer déformée par un anneau de plastique provenant des cannettes de bière qui y était attaché est disponible.*

Source : <http://www.petitgestevert.ca/trucs-ecologiques/activites-et-evenements-verts/une-histoire-danneaux-en-plastique/>

Impacte sur les écosystèmes

Un impact évident sur les écosystèmes est la perte d'espèces marines. Cette perte engendre un désordre et une déstabilisation de l'écosystème en relation avec la biomasse. Par exemple, une diminution de tortues marines produira moins de descendants. Alors, cela engendrera une diminution de la population qui se nourrit de tortues marines et du même coup, une augmentation des animaux dont elle se nourrit (les méduses). Cela représente un problème puisqu'il n'y a pas beaucoup d'animaux ce nourrissant des méduses en mer. C'est ainsi que toute la chaîne trophique est déstabilisée et perturbée par la simple diminution (ou augmentation) d'un organisme vivant d'un écosystème.

Les gyres océaniques

Un gyre océanique (ou courant marin) est un déplacement d'eau de mer caractérisé par sa direction, sa vitesse et son débit. Deux phénomènes naturels sont à leur origine.

- Les courants de profondeur se créent à cause d'une différence dans la densité de l'eau. En effet l'eau chaude est moins dense que l'eau froide, et l'eau douce est moins dense que l'eau salée.

➤ *Figure des gyres de profondeur disponible.*

Source: http://crdp.ac-amiens.fr/enviro/air/air_maj_detail_p1_3ter.htm

- Les courants de surface eux sont créés par la friction des vents avec l'eau de surface. Puisque l'orientation principale des vents peut varier beaucoup, celles des courants marins faits de même. Par exemple, les courants de l'océan Indien

➤ *Figure des gyres de surface disponible.*

Source: <http://www.educnet.education.fr/obter/appliped/ocean/heme/ocean421.htm>

changeant complètement d'orientation entre le mois de février et le mois d'août. La raison est que les vents dominants s'inversent à cause de la mousson d'été.

➤ *Pour voir l'animation relative au voyage des déchets océaniques, allez sur :*

Source : http://www.notre-planete.info/actualites/actu_1471_continent_dechets_atlantique_nord.php

Les gyres océaniques ne sont pas un problème en elles mêmes. Ils servent une fonction de régulateurs climatiques. En mouvement constant, l'eau capte et distribue la chaleur du

soleil tout autour du globe. Puisque le soleil éclaire la Terre de manière inégale, c'est le rôle des courants marins de répartir l'énergie solaire au travers le globe.

Par contre, les courants marins ont aussi un rôle majeur dans la pollution chimique. À chaque fois qu'il pleut, toutes sortes de déchets sont lavées de la terre et sont amenés dans les lacs par les égouts pluviaux. Ils finissent éventuellement par se rendre jusqu'à l'océan. De là, ils sont pris en charge par des gyres, qui vont les disperser aux travers du globe. Il se peut donc qu'on retrouve des déchets même dans des endroits inhabités par les humains.

Un autre phénomène des gyres océaniques est l'accumulation de déchets sur les plages. Certains gyres, ayant un mouvement en spirale, concentrent lentement les débris en leur centre. Par exemple, il est possible d'observer sur les plages d'Hawaï l'échouement de plusieurs tonnes de déchets.

➤ *Figure de l'accumulation de déchets sur une plage d'Hawaï disponible.*

Source: http://www.greenpeace.org/international/campaigns/oceans/pollution/trash-vortex/?MM_URL=http://oceans.greenpeace.org/en/our-oceans/pollution/trash-vortex

Quoi que frappante, la quantité de déchets visibles sur les plages n'est qu'un petit aperçu du vrai problème, étant donné que la majorité des débris restent en suspension dans l'eau, puisque le centre des courants, où les déchets sont les plus concentrés, se situent au large de la côte.

Les débris océaniques

En ce qui concerne les déchets eux mêmes, que peut-on en dire ? La densité de débris est une caractéristique propre à chaque endroit sur terre, il serraient donc peu informatif de parler en général. Au lieu, nous allons présenter les statistiques associées à certains endroits plus étudiés.

Un d'entre eux est *La plaque de déchets du Pacifique nord*, située approximativement entre 135° à 155°W et 35° à 42°N.

Lors d'une étude en 1999, une équipe de scientifique y on trouvé une concentration en plastique supérieure à 334 000 morceaux par km². De plus, la masse moyenne était de

5,1 kg/km². Cela veut dire

que le morceau de plastique

moyen ne pèse que

1,5x10⁻²g. Considérant que

le polychlorure de vinyle

Mesh-size (mm)	Styrofoam		Polypropylene/ Monofilament		Thin Plastic Films		Misc./ Unid.	Total
	Fragments	Pieces	Pellets			Tar		
>4.760	1,931	84	36	16,811	5,322	217	350	24,764
4.759-2.800	4,502	121	471	4,839	9,631	97	36	19,696
2.799-1.000	61,187	1,593	12	9,969	40,622	833	72	114,288
0.999-0.710	55,780	591	0	2,933	26,273	278	48	85,903
0.709-0.500	45,196	567	12	1,460	10,572	121	0	57,928
0.499-0.355	26,888	338	0	845	3,222	169	229	31,692
Total	195,484	3,295	531	36,857	95,642	1,714	736	334,270

Tableau 1: Données de l'étude effectuée en 1999

(PVC) à une masse volumique d'à peu près 1,4g/cm³, on peut calculer que les morceaux de plastiques ont un volume d'approximativement 0,01 cm³. Le problème n'est donc pas apparent à l'œil nu, mais il est tout de même présent.

Ce qui surprend, c'est que tous ces morceaux furent trouvés en surface. Puisque le plastique a en général une masse volumique supérieure à 1, il coule. Ce qui fait en sorte

que ces plastiques

Matières plastiques	masse volumique kg/m ³
ABS	1 040 - 1 060
Polystyrène	1 040 - 1 060
Nylon 6,6	1 120 - 1 160
<u>Polyacrylate de méthyle</u>	1 160 - 1 200
<u>Polyméthacrylate de méthyle (PMMA - Plexiglas)</u>	1 180 - 1 190
PVC + plastifiant	1 190 - 1 350
Bakélite	1 350 - 1 400
<u>Polychlorure de vinyle (PVC)</u>	1 380 - 1 410
<u>Polyéthylène téréphtalate</u>	1 380 - 1 410
<u>Polypropylène</u>	850 - 920
Polyéthylène basse densité	890 - 930
Polyéthylène haute densité	940 - 980

restent en surface,

c'est la tension

superficielle de

l'eau. En étant en

contact avec la

surface de l'eau,

les débris sont

retenus par celle

ci. Par contre,

seuls les déchets

Tableau 2: Masse volumiques de certains plastiques. Remarquez que la majorité est inférieure à 1.

légers peuvent flotter. Si le déchet est trop lourd, il brise la tension de surface et coule, pour aller se désagréger dans les fonds marins.

Les autres types de débris flottant sont les bouteilles de plastic fermées. Puisqu'elles restent vides, elles ont une masse volumique apparente inférieure à 1 et peuvent donc rester en suspension dans l'eau. Vu leur grosseur, elles sont d'ailleurs plus visible que les déchets minuscules. Par contre, elles représentent un danger moindre, car, mis à part les espèces géantes, aucun animal ne peut les manger.

Production industrielle des plastiques

Mondialement

En 2007 la consommation mondiale de plastique c'est élevé à 260 à 300 Mt (million de tonnes). Il est prévu qu'elle dépassera 300 Mt en 2010. Depuis 2008, les compagnies des États-Unis et du Canada débutent lentement (à leur avantage) l'utilisation de moins de plastique pour la production de leurs produits. Prenons l'exemple des détergents à lessive, ils ont doublé la concentration du produit et du même coup la grandeur du contenant a diminué elle aussi.

➤ *Tableau de la production de plastique dans le monde en 2007 disponible.*

Source : <http://www.planete-energies.com/content/petrole-gaz/petrochimie/plastiques.html>

Au Québec

Au Québec, l'industrie des matières plastiques et des matériaux composites compte quelque 540 entreprises et plus de 30 000 travailleurs. Il y a 2,2 Mt (millions de tonnes) de plastique qui sont produites localement, et cela représente seulement 57% de la demande, le reste vient d'ailleurs à travers le monde.

Taux de recyclage

Le recyclage du plastique est de plus en plus présent partout autour du globe, mais malgré cela, il demeure bas. Le taux de recyclage du plastique se situe présentement à moins de

Tableau 3: Taux de recyclage des différents plastiques aux États-Unis (2006)

Number	Type of plastic	Amount recycled in 2006
#1	Polyethylene terephthalate (PETE or PET)	24 percent
#2	High density polyethylene (HDPE)	26 percent
#3	Polyvinyl chloride (PVC or vinyl)	less than 1 percent
#4	Low density polyethylene (LDPE)	less than 1 percent
#5	Polypropylene (PP)	9 percent
#6	Polystyrene (PS)	(data not available)
#7	Other (often polycarbonate (PC))	(data not available)

3.5% dans le monde. Il faut se demander pourquoi si peu est fait.

Par exemple, aux Royaume-Unis, en 2001, 80% du plastique fût enterré, 8% fût incinéré et seulement 7% fût recyclé. Aux États-Unis, plus de 8000 programmes de recyclage sont présent, desservants un peu plus de 60% de toute la population. Malgré cela, la majorité du plastique se retrouve tout de même au dépotoir. Le problème ne vient donc pas de l'état, mais plutôt du consommateur. En 1998, 10% des foyers américains avaient la capacité de recycler tout les types de plastique (#1 à #7) et depuis, ce chiffre à grandement augmenté.

➤ *Figure des différentes figures représentant les types de plastiques recyclé*

Source : <http://marcolavoie.com/wpress/?m=20071121>

En ce qui attrait au Québec, en 2008, le taux de recyclage des matières résiduelles était de 57%. En ce qui concerne le plastique, le Québec en recyccla 121 000 tonnes en 2008.

Cette

Tableau 4: Comparaison des taux de recyclage et de compostage au niveau des municipalités.

dernière

statistique

touche

	Québec	États-Unis	Union européenne (UE 27)
Année de référence	2008	2007	2007
Génération annuelle/personne	408 kg/personne*	760 kg/personne	522 kg/personne
Taux de récupération et de mise en valeur (recyclage + compostage)	36.00%	33.00%	39.00%

l'ensemble des municipalités et de l'industrie. Si l'on prend les municipalités à part, elles ont produit, en 2008, 209 000 tonnes de plastique et en on recyclé 27 000, pour un taux de recyclage de 17%. Donc, si on compare le Québec avec le reste de la planète, on peut dire qu'il est dans la bonne voie, car ses taux sont élevés comparativement à d'autres nations.

Modes de recyclage au Québec

Les trois modes de recyclage du plastique au Québec

Il y a trois principaux modes de recyclage du plastique au Québec, chimique/thermique, Conventionnel (mécanique), et en vrac.

- Le recyclage chimique, sépare certains composants du plastique par l'utilisation de réactions chimiques pour le transformer et le séparer en matière réutilisable, ou le procédé thermique qui représente de chauffés le plastique jusqu'à l'obtention du produits pétroliers liquide de base utilisé pour sa confection.

- Le recyclage conventionnel (mécanique), consiste à transformer le plastique avec l'utilisation de machines qui permettent de le déchiqueté pour le recycler.
- Le recyclage en vrac, consiste à liquéfier et mouler des plastiques mélangés de sorte à obtenir des matériaux durables qui peuvent être utilisé en construction et pour d'autres applications.

Types de produits crée par le recyclage du plastique.

Le plastique peut être recyclé et transformé en de multiples produits : tuiles, palettes de manutention, tuyaux de drainage, bac de parc, bac de récupération etc. Il aide à réduire la production de plastiques non recyclé et aide à servir la cause de l'environnement.

Les 3RV sont la meilleure façon de faire sa part avec le recyclage

- Réduire à la source
- Réemployer
- Recycler
- Valoriser (les matières résiduelles)

En Conclusion

Le plastique est une matière qui nous est chère. Elle peut accomplir diverses fonctions utiles et est très facilement produite. À cause de cela, il est difficile de s'imaginer que cette matière est extrêmement dangereuse pour l'environnement. Elle est très polluante et en plus, elle prend un temps insensé à se décomposer. Elle s'accumule facilement dans tous les écosystèmes et y reste pour un temps indéterminé. Il faut donc utilisé le plastique d'une manière plus consciencieuse, il en va du bien être même de la biodiversité.

Les programmes en place pour contrevenir à ce problème on en ce moment peu d'efficacité, car la population planétaire ne connais pas encore l'impacte qu'à le plastique sur l'environnement. Il est donc important de faire comprendre aux gens que leurs moindres gestes comptent. C'est grâce à un effort collectif que ce problème pourra être enrayé.

➤ *Images de la pollution marine disponible.*

Source : www.Oceanwideimages.com

*David Larente
Antoine Robertson
Terry St-Pierre*

Bibliographie

- ❖ http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/terre-3/d/pollution-de-la-mer-par-le-plastique_3675/
- ❖ <http://oceans.greenpeace.org/fr/1-expedition/nouveau%C3%A9s/nos-oceans-ne-sont-pas-une-pou>
- ❖ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Biodiversit%C3%A9>
- ❖ http://seme.uqar.qc.ca/01_pollution_marine/differents_ecosystemes_affectes.htm
- ❖ <http://oceans.greenpeace.org/raw/content/fr/documents-et-rapports/debris-plastiques-et-pollution.pdf>
- ❖ <http://www.greenpeace.org/canada/fr/campagnes/oceans/dangers/pollution-marine/dechets>
- ❖ <http://yannbenard.canalblog.com/archives/2010/03/06/17136861.html>
- ❖ <http://www.greenpeace.org/canada/fr/campagnes/oceans>
- ❖ <http://www.greenpeace.org/canada/fr/actualites/un-peu-plus-de-600-000-km2-de>
- ❖ http://www.notre-planete.info/actualites/actu_1471_continent_dechets_atlantique_nord.php
- ❖ http://www.robindesbois.org/PCB/asbestol_au_pyrallene.html
- ❖ http://fr.wikipedia.org/wiki/Bisph%C3%A9nol_A
- ❖ <http://www.greenfacts.org/fr/perspectives-mondiales-biodiversite/index.htm#1>
- ❖ http://images.google.ca/imgres?imgurl=http://www.univers-nature.com/images/actu/iucn-liste-rouge-amphibien.jpg&imgrefurl=http://www.casafree.com/modules/newbb/viewtopic.php%3Ftopic_id%3D25856&usg=__Z5DAL1mO90LKbXGMDsbABpOpt04=&h=330&w=500&sz=19&hl=en&start=103&um=1&itbs=1&tbnid=KscKXpWy0A1kIM:&tbnh=86&tbnw=130&prev=/images%3Fq%3Dbiodiversit%C3%A9%26start%3D100%26um%3D1%26hl%3Den%26cr%3DcountryCA%26client%3Dfirefox-a%26sa%3DN%26rls%3Dorg.mozilla:en-US:official%26ndsp%3D20%26tbs%3Disch:1
- ❖ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Recyclage>
- ❖ <http://grandquebec.com/nouvelles-quebec/recuperation-recyclage-quebec/>
- ❖ http://www.formulaire.gouv.qc.ca/cgi/affiche_doc.cgi?dossier=9591&table=0
- ❖ http://images.google.ca/imgres?imgurl=http://www.memoireonline.com/07/09/2375/Leffet-du-nombre-de-recyclage-du-PVC-sur-les-proprietes-de-polyethylene-reticule-par-le-silan2.png&imgrefurl=http://www.memoireonline.com/07/09/2375/Leffet-du-nombre-de-recyclage-du-PVC-sur-les-proprietes-de-polyethylene-reticule-par-le-silan.html&usg=__KPhuRZ77A5o7RYH2im4EXaeatxA=&h=512&w=448&sz=241&hl=en&start=10&um=1&itbs=1&tbnid=UVpShM1BI2fs-M:&tbnh=131&tbnw=115&prev=/images%3Fq%3Dplastique%2Bm%25C3%25A9lang%25C3%25A9%26um%3D1%26hl%3Den%26client%3Dfirefox-a%26rls%3Dorg.mozilla:en-US:official%26tbs%3Disch:1
- ❖ http://www.polymtl.ca/spequebec/documents/Expoplast_2008/Gervais_H_FR.pdf
- ❖ <http://www.greenpeace.org/canada/fr/campagnes/oceans/dangers/pollution-marine/dechets>
- ❖ http://fr.wikipedia.org/wiki/Courant_marin
- ❖ <http://www.reflexiences.com/dossier/147/vent-de-panique-sur-le-gulf-stream/3/un-fleuve-qui-circule-dans-l-atlantique/>
- ❖ http://www.greenpeace.org/international/campaigns/oceans/pollution/trash-vortex?MM_URL=http://oceans.greenpeace.org/en/our-oceans/pollution/trash-vortex
- ❖ <http://www.greenpeace.org/international/news/disposable-oceans>
- ❖ <http://www.greenpeace.org/international/news/trashing-our-oceans>
- ❖ <http://www.rue89.com/tele89/2010/01/22/les-oceans-ces-immenses-poubelles-a-plastique-134877?page=1#>
- ❖ http://en.wikipedia.org/wiki/Great_Pacific_Garbage_Patch
- ❖ <http://www.alguita.com/gyre.pdf>
- ❖ <http://www.thalassa.france3.fr/?page=accueil&id=&play=yes>
- ❖ <http://www.rue89.com/2008/02/02/une-mysterieuse-ile-de-dechets-dans-le-pacifique>
- ❖ http://fr.wikipedia.org/wiki/Masse_volumique
- ❖ <http://www.youtube.com/watch?v=M7K-nq0xkWY>
- ❖ <http://www.wasteonline.org.uk/resources/InformationSheets/Plastics.htm>
- ❖ http://www.plasticbagfree.com/iframe_facts.php
- ❖ <http://www.greenerchoices.org/products.cfm?product=plastic&pcat=homegarden>
- ❖ <http://www.americanchemistry.com/plastics/doc.asp?cid=1581&did=6012>
- ❖ <http://en.wikipedia.org/wiki/Plastic>
- ❖ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Plastifiant>
- ❖ <http://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate>
- ❖ DELMAS, Robert et al., Atmosphère, océan et climat, paris, Belin-Pour la Science, coll. "Bibliothèque scientifique", 2007, 287
- ❖ KNAPP, Brian, Plastics, Making use of the secrets of matter, Danbury
- ❖ <http://www.planete-energies.com/content/petrole-gaz/petrochimie/plastiques.html>
- ❖ http://4.bp.blogspot.com/_ItlwJvdYKWs/SWgQpsojJl/AAAAAAAAABIE/-r55GpOntAI/s400/CarcasseAlbatrosBouchonsPlastique.jpg
- ❖ http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=547&no_cache=1&ext=fiche_marche&mode=fiche&id_fiche=36
- ❖ <http://www.petitgestevert.ca/trucs-ecologiques/activites-et-evenements-verts/une-histoire-danneaux-en-plastique/>