

MANUEL DE L'ENSEIGNANT









Proiet réalisé par :

Grâce à la participation de :













Crédits

Chargé de projet : Thomas Renaudie

Contribution : Caroline Cloutier, Éric Frenette, Soazig Le Breton et Andrée-Anne Rouleau

Révision : Aurore Pérot & Jean-Christophe Dubreuil

Graphisme : MAP DESİGN

Photos de couverture : Comité ZİP Côte-Nord du Golfe

TABLE DES MATIÈRES

PRÉSENTATIONS : PRÉAMBULE	3
PRÉSENTATION 1 : LE CYCLE DU CARBONE	5
Le cycle du carbone	
Les réservoirs de carbone	
Les processus d'échanges de carbone	
Cycle du carbone et changements climatiques	
PRÉSENTATION 2 : LE CYCLE DE L'EAU	14
Le cycle de l'eau	14
PRÉSENTATION 3 : L'ÉROSION	18
Les agents d'érosion littoraux	
Les agents d'érosion subaériens	19
PRÉSENTATION 4 :	
LES ÉCOSYSTÈMES ET LA CHAÎNE ALIMENTAIRE	21
L'écosystème	
La pyramide alimentaire	23
PRÉSENTATION 5 : L'EFFET DE SERRE	
L'effet de serre	
Les gaz à effet de serre (GES)	29
PRÉSENTATION 6 :	
LES CAUSES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	32
La révolution industrielle	33
Les conséquences des inventions de la révolution industrielle	
sur l'environnement	
Le pétrole et ses produits dérivés	
Biodégradation	35



LES CONSÉQUENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	37
Réchauffement des mers et océans	38
Chaleur importante en été et période de dégel en hiver	39
La fonte des glaces	39
Hausse du niveau des océans	42
İnondations	
Phénomènes météorologiques extrêmes (tempêtes et ouragans)	43
Érosion	
Hausse du parasitisme	
Baisse de la biodiversité	47
PRÉSENTATION 8 :	
LES ÉCOGESTES GAGNANTS POUR L'ENVIRONNEMENT	51
Les éco gestes à la maison	
Les éco gestes à l'école	
Les éco gestes pendant les loisirs	59
PRÉSENTATION 9 : LE CAPELAN	61
PRÉSENTATION 10 : LA MORUE FRANCHE	64
PRÉSENTATION 11 : LE FOU DE BASSAN	66
PRÉSENTATION 12 : LE BÉLUGA DU SAINT-LAURENT	70
PRÉSENTATION 13 : LE RORQUAL BLEU	73
LEXIQUE	77
LE JEU DU GOLFE	81
LE THÉÂTRE DES OMBRES	83

PRÉSENTATIONS-PRÉAMBULE

Les présentations PowerPoint délivrées au professeur sont enregistrées pour être compatibles avec toutes les versions de la suite bureautique *Office* de Microsoft© et des suites libres de droits, tels que *Open Office* ou *Libre Office*. En faisant de la sorte, aucune manipulation de la part de l'enseignant n'est requise.

Durée

La durée des présentations est comprise entre 10 et 15 minutes afin d'alléger ce vaste domaine que représentent les changements climatiques. Ce format a été choisi pour rendre l'information plus facilement assimilable pour l'élève. De plus, vous pourrez les adapter à votre rythme et les étaler sur la durée de votre choix.

Déroulement

Il est suggéré que vous vous familiarisez avec les présentations afin de bien comprendre le mécanisme de chaque diapositive. Dans plusieurs cas, le contenu est présenté de la manière suivante :

Question — Réponse sous forme d'animation

Généralement, les questions font appel à de l'information vue précédemment, mais il se peut aussi qu'elles soient posées dans le seul exercice de mettre les élèves au défi d'y répondre. Cela permet d'accroître la participation des élèves et de rendre la présentation plus dynamique. Grâce aux animations, une grande partie du texte peut être remplacé par du contenu visuel et alléger ainsi la lecture.

Informations et connaissances

Toute l'information pertinente se trouve dans la partie *Commentaires* de chaque diapositive des présentations. Vous trouverez aussi dans ce guide, une information plus détaillée. Les informations délivrées dans les diapositives prennent la forme suivante :





Les mots en caractère gras se divisent en plusieurs catégories :

- Caractère gras simple : les notions importantes que les élèves doivent retenir. Si une notion est vue dans une autre présentation, ce sera indiqué ;
- Caractère gras souligné : les notions nécessitant une attention particulière ;
- *Caractère gras étoilé* : les compléments d'information pour l'enseignant (ce dernier jugera s'il est pertinent de transmettre l'information ou non).

La progression des apprentissages

Le contenu général des présentations suit les directives du Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). Les connaissances qu'elles contiennent font appel à des notions vues dans les autres matières, ou bien proposent directement le contenu du programme et répondent aux attentes du MELS dans les matières suivantes : français (communiquer oralement), mathématiques (arithmétique, mesure et probabilités), sciences (la Terre et l'espace et l'univers du vivant) et éthique et culture religieuse (pratiquer le dialogue). Pour chaque présentation, une description des connaissances à acquérir (tel que préconisé par le MELS) sera faite. En intégrant le contenu des présentations aux exigences du MELS et à la matière qui doit être couverte en 4°, 5° et 6° année du primaire, vous bénéficiez d'un outil pertinent et utile.

Pour aller plus loin

Cette section propose des sites internet facilement accessibles permettant d'approfondir les connaissances et qui contiennent des informations complémentaires au guide de l'enseignant.

Les sites suivants sont suggérés, étant donné le traitement pédagogique du développement durable qu'ils offrent :

- **Allo Prof**, un site avec beaucoup d'exercices, de thèmes, et de conseils pratique pour l'animation de la classe : **www.alloprof.qc.ca**
- Notre Planète, un site très complet sur l'actualité environnementale : www.notre-planete.info
- Futura Science, un excellent site de vulgarisation des différents concepts scientifiques : www.futura-sciences.com/magazines/nature
- Verdura, un site très complet sur tout ce qui touche le développement durable : http://www.vedura.fr/

PRÉSENTATION I : LE CYCLE DU CARBONE

Objectifs pédagogiques en lien avec la présentation

FRANÇAİS

	Prendre la parole pour répondre à diverses intentions de communication (ex.: raconter, informer, inciter à agir, expliciter ou justifier ses propos)	√
	S'adresser à différents interlocuteurs (ex. : connus/inconnus, familiers/non familiers, du même âge/plus jeunes/plus vieux)	√
	Laisser émerger sa pensée de différentes façons avec ou sans l'aide d'un support (ex : exemples, gestes, dessins, croquis, paraphrases)	√
	Porter attention à la pertinence et à la suffisance des informations à partager	√
	Intervenir à bon escient (ex. : à tour de rôle, en alternance, en réponse aux demandes)	√
	Faire part de ses idées (ex : observation, réaction, question, réflexion)	√
ľ	Ajouter des précisions ou des détails	√
	Questionner ses interlocuteurs (privilégier les questions ouvertes, comme : Qu'en pensez-vous? Qu'est-ce qui te fait dire que? Pourquoi? Comment?)	√
	Confronter ses idées à celles des autres	√
	S'adapter au contexte de la communication (ex. : en direct/en différé)	√
	Tenir compte des réactions verbales et non verbales des interlocuteurs (ex.: répétition, reformulation)	√
	Tenir compte de ce qui vient d'être dit (ex : idée nouvelle, précision)	√
	Se recentrer sur le sujet, s'il y a lieu	√
	Utiliser un vocabulaire précis et varié	√
	Ajuster sa prononciation, son intonation, son volume et son débit	√
	Recourir à un registre de langue approprié (familier, standard ou soutenu)	√
	Recourir au langage non verbal et paraverbal au cours des interactions	√
	Verbaliser sa compréhension des propos entendus	√
ľ	Faire des liens avec ses expériences et ses connaissances antérieures	√
	Întégrer les propos entendus dans sa propre expérience	√
	Participer aux échanges selon la formule retenue (ex : causerie, cercle de lecture, table ronde, discussion, mini-débat)	√
	Prendre des risques quant à la formulation sur le plan du contenu ou la manière de dire quelque chose (ex. : hésitations, tâtonnements, répétitions, contradictions)	√
	Se centrer ou se recentrer sur le sujet ou le thème abordé	√



ÉTHIQUE ET CULTURE RELIGIEUSE

	Respecter des règles de fonctionnement d'un dialogue	√
	Exprimer correctement ses idées	√
	Respecter le droit de parole des autres	√
ĺ	Écouter attentivement les propos d'une personne pour en décoder le sens	

SCIENCES ET TECHNOLOGIE (LA TERRE ET L'ESPACE)

Décrire les principales structures à la surface de la Terre (ex. : continent, océan, calotte glaciaire, montagne, volcan)	√
İdentifier des sources d'énergie fossile (ex. : pétrole, charbon, gaz naturel)	√
Expliquer ce qu'est une énergie non renouvelable	√
Expliquer que les combustibles fossiles sont des sources d'énergie non renouvelables	√
Nommer des combustibles issus du pétrole (ex : essence, propane, butane, mazout, gaz naturel)	1
Distinguer le sens d'un terme utilisé dans un contexte scientifique et technologique du sens qui lui est attribué dans le langage courant (ex. : espace, révolution)	V

N.B. Par souci d'alléger la lecture, les objectifs liés au français, à l'éthique et cultures religieuses ne seront présentés qu'une seule fois dans la mesure où ils reviennent à chaque présentation.

Informations et connaissances

Le carbone se retrouve partout sur terre: dans l'eau, dans l'air, dans le sol. Le cycle du carbone permet de maintenir l'équilibre naturel du carbone entre les émetteurs et les absorbeurs et ainsi régulariser la température du globe. Cependant cet équilibre est fragile et tend à être perturbé par les activités humaines qui vont entraîner des changements importants dans le climat global de la planète. Mieux connaître le cycle du carbone est donc essentiel pour comprendre les changements climatiques.

Cette présentation met en évidence les formes du carbone dans la nature, les réservoirs du carbone, les émetteurs et les absorbeurs de carbone.

Le cycle du carbone

Le carbone circule constamment entre les organismes et les différents réservoirs par le biais de processus d'échanges physiques et biologiques. Il existe deux cycles du carbone :

- Le cycle court, qui se caractérise par les échanges entre les différents êtres vivants. Les échanges au sein de ce cycle se font très rapidement.
- Le cycle long, qui se caractérise par un processus s'étalant sur plusieurs milliers d'années, comme pour le cas de la transformation des êtres vivants en charbon ou en pétrole, mais aussi dans la dynamique de la tectonique des plaques (Anderson et Anderson, 2010; MRN, 1996).

Les réservoirs de carbone

Il existe quatre réservoirs de carbone, comme cela est présenté à la figure 1.1.

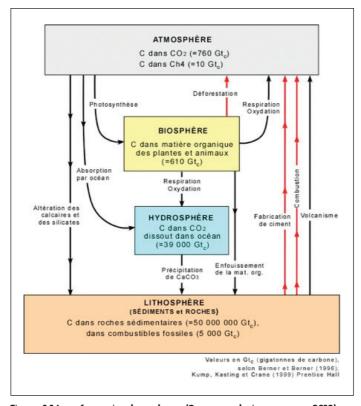


Figure 1.1 Les réservoirs de carbone (Source : vdsciences.com, 2013)



La lithosphère

C'est le principal réservoir de carbone qui se retrouve sous diverses formes :

- **Minérale** : (carbonate de calcium) provenant des coraux et crustacés qui précipitent au fond des océans après leur mort.
- Fossile: (gaz, pétrole, charbon) provenant de grandes quantités de matières organiques qui n'ont pas eu le temps de minéraliser. Bien que le remplissage de ce réservoir soit très long (cela prend des milliers d'années) et que le carbone présent y soit très stable, l'utilisation (extraction, combustion) que nous en faisons perturbe le cycle court du carbone en libérant de nouveaux atomes de carbone présents dans le pétrole, charbon, gaz.

Les 3 autres réservoirs, c'est-à-dire, l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère sont, quant à eux, impliqués dans le cycle court du carbone. En effet, ces derniers sont soumis à un cycle inférieur à un siècle et l'état du carbone impliqué dans le processus, le CO_2 , joue un rôle important dans l'effet de serre.

L'hydrosphère

Il s'agit du principal réservoir du cycle court du carbone. Le carbone présent dans ce réservoir est 50 fois plus important que dans l'atmosphère (39 000 gigatonnes). L'hydrosphère est la partie terrestre qui contient l'eau. Le carbone y est présent sous forme dissoute, c'est-à-dire sous une forme assimilable par des organismes vivants pour leur nutrition ou leur croissance (Anderson et Anderson, 2010).

La biosphère

C'est le second réservoir d'importance puisque la quantité de carbone y est 4 fois plus importante que dans l'atmosphère (3 200 gigatonnes) lorsque l'on inclut le carbone des organismes vivants (600 gigatonnes) mais aussi celui du sol et des détritus (2 600 gigatonnes). Ce sont les végétaux qui vont assumer le rôle le plus important dans ce réservoir. Ils absorbent le CO_2 par le biais de la photosynthèse, surtout durant leur croissance. Ce carbone est ensuite stocké, d'abord dans les végétaux, puis dans le sol (lors de la chute des feuilles et de la décomposition des végétaux). Tous les sols ne stockent pas la même quantité de carbone. En effet, les forêts, les tourbières et les prairies naturelles stockent plus de carbone que les terres agricoles. Les déforestations et l'artificialisation des terres pour y construire des villes ou des infrastructures humaines vont grandement réduire la capacité d'absorption de CO_2 de ces milieux. Ce débalancement va créer un déséquilibre dans le rapport entre émission et absorption de CO_2 .

L'atmosphère

Ce réservoir correspond à l'enveloppe gazeuse entourant la Terre. Le carbone est présent en faible quantité (770 gigatonnes) par rapport aux deux autres réservoirs du cycle court du carbone. C'est dans ce réservoir que le processus d'effet de serre se déroule.

Les processus d'échanges de carbone

Deux types de mécanismes permettent les échanges entre les différents réservoirs : les échanges biologiques et les échanges physico-chimiques. La figure 1.2 propose un schéma de la circulation du carbone selon les pompes physique (à gauche) et biologique (à droite).

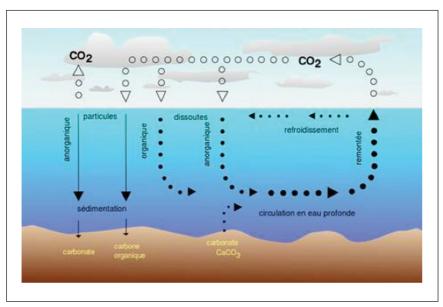


Figure 1.2 Pompes physique et biologique des océans (Source : coursgeologie.com, 2011)

Les échanges physiques

Absorption de CO₂

 Dissolution: Le CO₂ atmosphérique se dissout dans les eaux de surface. Cette dissolution a lieu principalement dans les eaux froides, dont les courants plongent ensuite en profondeur, transportant avec eux le CO₂.



- Sédimentation: Le CO₂ dissout dans l'eau réagit avec les molécules d'eau pour former du carbonate de calcium qui se transforme en un corps solide dans des conditions particulières sédimentant alors au fond des océans. Le carbone se retrouve ensuite emprisonné dans les roches sédimentaires. Le carbonate de calcium intervient également dans la composition des carapaces d'organismes marins qui, une fois morts, contribuent également à la formation des roches sédimentaires riches en molécules de carbone.
- Fossilisation: En général, lorsqu'un organisme vivant meurt, ses parties molles (la matière organique) et ses parties dures (squelette, coquille, etc.) se décomposent par l'action des éléments chimiques du sol, de l'eau et par le biais des décomposeurs (champignons, mousses, etc.). Toutefois, il arrive que ce processus de décomposition ne puisse se faire lorsque les organismes vivants se font enfouir rapidement dans le sol, dans la glace ou dans un liquide. Ces organismes vivants deviennent alors des fossiles. Il existe deux types de fossiles:
 - Les fossiles directs qui sont les restes des êtres vivants.
 - Les fossiles indirects qui sont les traces des êtres vivants ou de leurs mouvements (empreintes, déjections, etc.).

Le processus de fossilisation est un terme global qui en réalité peut désigner une minéralisation, une carbonisation, une incrustation, ou encore une momification (phénomène qui ne survient que très rarement).

Émission de CO₂

La lithosphère va par la suite libérer le carbone de façon ponctuelle par un processus d'<u>érosion</u> libérant le carbone contenu dans les roches. Les <u>éruptions volcaniques</u>, quant à elles, vont libérer des quantités importantes de carbone de façon soudaine. Les <u>feux de forêt</u> et la <u>combustion</u> des carbones fossiles (gaz, pétrole et charbon) contribuent également à libérer du CO₂ dans l'atmosphère.

Les échanges biologiques

Absorption de CO₂

La <u>photosynthèse</u> est un processus utilisé par les plantes (y compris par les plantes <u>aquatiques</u>) et d'autres organismes autotrophes pour convertir la lumière du soleil en énergie chimique qui peut être utilisée pour alimenter les activités des organismes. Durant le processus, des hydrates de carbone, tels que les sucres, sont synthétisés à partir du ${\rm CO_2}$ et de l'eau. Durant ce processus, il y aussi émission d' ${\rm O_2}$. Ce processus est représenté à la figure 1.3, montrant le processus général et simplifié de la photosynthèse.

Ce processus à lieu sur terre (plantes et arbres), mais également dans les océans. En effet, par le biais de la photosynthèse, le phytoplancton absorbe le CO_2 dissous dans les eaux de surface, réduisant ainsi sa quantité dans les eaux. La capacité d'absorption de CO_2 des océans reste importante.

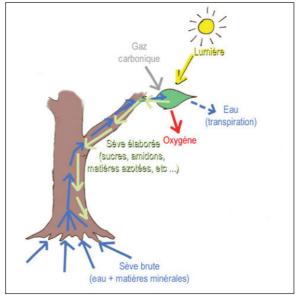


Figure 1.3 Processus général et simplifié de la photosynthèse (Source : ParlonsBanzai.com)

Émission de CO₂

- Respiration : La respiration utilise l'oxygène de l'atmosphère et transforme l'énergie chimique (un hydrate de carbone comme le glucose) en ${\rm CO}_2$.
- Fermentation : La fermentation utilise du carbone non atmosphérique et se fait par le biais de micro-organismes qui décomposent la matière organique non consommée retrouvée dans le sol ou les sédiments marins.



Cycle du carbone et changements climatiques Stockage du CO₂

Lors de la dissolution du ${\rm CO}_2$ atmosphérique dans les eaux de surface, ce dernier est stocké en profondeur pendant environ 1000 ans. Toutefois, par le biais du réchauffement climatique qui augmente la température des eaux, il y a un risque que l'efficacité de cette pompe soit réduite puisque l'eau deviendra de moins en moins froide et donc ne pourra plus enfouir le carbone au fond des océans.

Acidification des océans

Les activités humaines entrainent une augmentation de l'émission de ${\rm CO}_2$ dans l'atmosphère. Par le même fait, une plus grande quantité de ${\rm CO}_2$ se trouve à être dissoute dans les océans. Ce qui, de prime abord, apparait être une bonne chose pour le contrôle de l'effet de serre s'avère être néfaste pour les océans. Ces derniers deviennent en effet plus acides. En parallèle, cette augmentation de ${\rm CO}_2$ dans l'océan entraîne une diminution des ions carbonatés présents dans l'eau pour former du bicarbonate en plus grande quantité. Cette diminution des ions carbonatés est critique pour les organismes marins qui l'utilisent pour former leur coquille et leur squelette. L'encadré 1, sur la chimie des carbonates en milieu marin, résume très bien le processus, depuis l'absorption de ${\rm CO}_2$ atmosphérique par les océans jusqu'à l'impact que cela cause sur les organismes marins.

À mesure que le CO₂ se dissout dans l'eau de mer, il réagit avec les molécules d'eau (H₂O) pour former de l'acide carbonique (H₂CO₂):

La plupart de l'acide carbonique se dissocie alors en bicarbonate (HCO₃·) et en ions hydrogène (H+):

$$[H_2CO_3] \Leftrightarrow [H^+] + [HCO_3]$$

C'est cette augmentation d'ions H* qui diminue le pH de l'eau de mer et qui rend l'océan plus acide. Les ions H* en surplus poussent les ions carbonate (CO_3^2) à réagir avec eux pour former plus de bicarbonate :

$$[H^+] + [CO_3^2] \Leftrightarrow [HCO_3^-]$$

L'équilibre de ces trois réactions est débalancé vers la droite et les concentrations de H^+ , H_2CO_3 et HCO_2 augmentent, tandis que la concentration de $CO_3^{2^2}$ diminue.

Moins de carbonate dans l'eau de mer gêne la formation du carbonate minéral par les organismes marins (pour leurs coquilles ou squelettes).

 $[Ca_2^+] + [CO_3^2] \Leftrightarrow CaCO_3 minéral$

Encadré 1 La chimie des carbonates en milieu marin (Source : Québec-Océans, 2012)

L'acidification des océans diminue également la survie du phytoplancton, qui devient moins efficace pour capter le carbone.

Expériences recommandées

Expérience 3 : Acidification de l'eau

Pour aller plus loin

- Le processus de la photosynthèse expliqué dans les moindres détails : <u>www.aquaportail.com/definition-1251-photosynthese.html</u>
- Centre national de recherche scientifique (CNRS), un site qui résume de façon claire le cycle du carbone au sein des différents réservoirs et de l'évolution du CO₂, www.cnrs.fr/cnrs-images/sciencesdelaterreaulycee/contenu/dyn_ext2-1.htm
- Québec Océans, un site très complet qui explique superbement bien le processus d'acidification des océans : http://www.quebec-ocean.ulaval.ca/pdf_xls_files/Fiche4.pdf

Sources

- Anderson, R. et Anderson, S. (2010). *Geomorphology : The Mechanics and Chimistry of Landscape*. Cambridge University Press, 637 p.
- Centre national de recherche scientifique (CNRS) (2013). Le cycle du carbone.
 CNRS, en ligne [http://www.cnrs.fr/cnrs-images/sciencesdelaterreaulycee/contenu/dyn_ext2-1.htm]
- Ministère des ressources naturelles (MRN) (1996). Le cycle du carbone : de la photosynthèse aux produits forestiers, Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 56 p.
- Pêches et Océans Canada (2013). Acidification de l'océan. Pêches et Océans Canada, en ligne [http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/oceanography-oceanographie/impacts/acidification-fra.html]



PRÉSENTATION 2 : LE CYCLE DE L'EQU

Objectifs pédagogiques en lien avec la présentation :

FRANÇAİS		
ÉTHIQUE ET CULTURE RELIGISIEUSE	1	

SCIENCES ET TECHNOLOGIE (LA TERRE ET L'ESPACE)

Décrire les principales structures à la surface de la Terre (ex.: continent, océan, calotte glaciaire, montagne, volcan)	V
Décrire différents types de précipitations (pluie, neige, grêle, pluie verglaçante)	√
Expliquer le cycle de l'eau (évaporation, condensation, précipitation, ruissellement et infiltration)	√
Utiliser adéquatement la terminologie associée à l'univers de la Terre et de l'espace	√
Décrire la fonction de la photosynthèse	√
Distinguer le sens d'un terme utilisé dans un contexte scientifique et technologique du sens qui lui est attribué dans le langage courant (ex. : habitat, respiration, métamorphose)	V

Informations et connaissances

Essentielle à toute forme de vie, l'eau a longtemps été considérée comme un bien disponible et inépuisable. Pourtant, si le volume d'eau douce disponible sur la planète reste constant, sa répartition sur la planète est inégale. Les changements climatiques vont avoir un impact conséquent sur le cycle de l'eau en le perturbant, modifiant ou aggravant ainsi son accès et sa consommation.

Cette présentation met en évidence les différentes formes de l'eau, la dynamique du cycle de l'eau ainsi que sa répartition sur la Terre.

Le cycle de l'eau

C'est un cycle biogéochimique terrestre. La Terre a comme particularité d'être la seule planète du système solaire sur laquelle l'eau existe sous trois états : liquide, solide et gazeux (MDDEFP, 2004). Le cycle de l'eau consiste en un échange d'eau entre les différents réservoirs de la Terre : les océans, l'atmosphère et la biosphère.

Ces réservoirs contiennent de l'eau en quantité variable : beaucoup dans les océans, moins dans la biosphère et très peu dans l'atmosphère. Le mécanisme du cycle de l'eau est présenté à la figure 2.1.

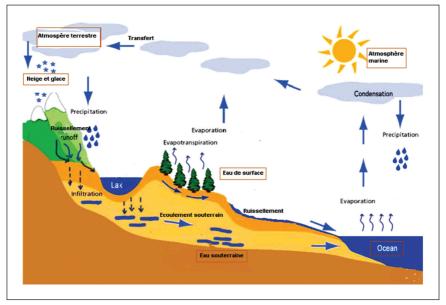


Figure 2.1 Le mécanisme du cycle de l'eau (Source : eduterre.ens-lyon.fr, 2010)

L'évaporation

L'évaporation est le passage de la forme liquide à la forme gazeuse, qui intervient par le biais d'une importante source de chaleur. Cela se produit quand les molécules d'eau à la surface sont séparées par l'énergie des rayons solaires. L'évaporation se produit donc plus facilement lorsque les températures élevées et quand l'air est très sec. La vitesse du vent est également importante puisque le vent vient soulever les particules d'eau qui sont en surface, subissant alors une évaporation plus rapide (MDDEFP, 2004).

Sur terre, une très grande partie de l'évaporation est provoquée par les végétaux (évapotranspiration), qui prélèvent l'humidité du sol et qui la rejettent par leurs feuilles dans l'atmosphère. Ce type d'évaporation dépend de la disponibilité de l'eau du sol et du développement des végétaux, mais aussi des espèces, de leur nombre ainsi que de la saison (en hiver, les végétaux vont retenir l'eau pour ne pas mourir) (MRN, 1996).



La condensation

Ce mécanisme survient quand les particules d'eau issues de l'évaporation se retrouvent en grande quantité dans l'air. Il va donc en résulter un refroidissement de l'air ambiant et les particules d'eau vont se regrouper pour former des nuages (MDDEFP, 2004).

La précipitation (pluie)

La précipitation survient quand les particules d'eau contenues dans les nuages s'accumulent en très grande quantité que leur masse devient tellement importante qu'elles finissent par tomber (MDDEFP, 2004).

La précipitation (neige)

La précipitation sous cette forme suit la même logique que précédemment sauf qu'elle intervient dans des zones géographiques très froides. Les particules d'eau ne tombent pas sous forme liquide, mais plus solide : la neige (MDDEFP, 2004).

L'infiltration

Lors des précipitations, il se peut que l'eau (ou la glace) vienne alimenter les réservoirs comme les lacs et les rivières, mais aussi qu'elle frappe le sol. Cette eau, si elle ne rejoint pas les cours d'eau, va s'infiltrer dans le sol et être captée par les végétaux ou alors rejoindre les nappes phréatiques (réservoirs d'eau souterrains) (MDDEFP, 2004)

Le ruissellement

Lorsque les réservoirs d'eau sont saturés ou lorsque la précipitation est trop importante, l'eau va rejoindre les cours d'eau qui, par effet de gravité, vont se jeter dans la mer et les océans (MDDEFP, 2004). Le cycle peut alors recommencer perpétuellement.

Expériences recommandées

Expérience 8 : Hausses des températures - Thermohaline

Pour aller plus loin

Une très belle animation du cycle de l'eau avec toute l'information pertinente : http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=geo-0012-2

Sources

- Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs (MDDEFP) (2004). Gestion intégrée de l'eau par bassin versant : concepts et application. Bureau de la gestion par bassin versant, Québec, 58 p.
- Ministère des ressources naturelles (MRN) (1996). Le cycle du carbone : de la photosynthèse aux produits forestiers, Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 56 p.



PRÉSENTATION 3 : L'ÉROSION

Objectifs pédagogiques en lien avec la présentation

FRANÇAİS	√	
ÉTHIOLIE ET CLIITLIDE DELIGISIELISE	1/	٦

SCIENCES ET TECHNOLOGIE (LA TERRE ET L'ESPACE)

Décrire les principales structures à la surface de la Terre (ex.: continent, océan, calotte glaciaire, montagne, volcan)	√
Décrire différents types de précipitations (pluie, neige, grêle, pluie verglaçante)	√
Décrire certains phénomènes naturels (ex.: érosion, foudre, tornade, ouragan)	./
Décrire l'impact de certains phénomènes naturels sur l'environnement	٧
ou le bien-être des individus	
Utiliser adéquatement la terminologie associée à l'univers de la Terre et de l'espace	√
Distinguer le sens d'un terme utilisé dans un contexte scientifique et technologique du sens qui lui est attribué dans le langage courant (ex.: habitat, respiration, métamorphose)	√

Informations et connaissances

L'érosion est un phénomène naturel qui s'observe facilement dans la région de la Côte-Nord et de manière générale sur tout le littoral. L'érosion se fait au niveau de la mer, mais aussi sur les hauteurs. Le mécanisme d'érosion est très lié au cycle de l'eau. En perturbant le cycle de l'eau, les changements climatiques viennent amplifier le phénomène d'érosion ce qui conduit à d'importantes conséquences néfastes pour les populations vivant dans les zones à risque.

Cette présentation met en évidence les agents d'érosion, les mécanismes d'érosion selon les agents et les conséquences.

Les agents d'érosion littoraux

Les vagues

Elles se forment par un processus de transfert du vent à la surface de l'eau. La masse d'eau est alors poussée dans la direction du vent formant ainsi des vagues qui provoquera l'usure du littoral. L'érosion faite par les vagues est amplifiée lors des tempêtes. Les vagues provoquées par les bateaux (qui sont appelées batillages) augmentent la force d'érosion des vagues naturelles. En absence de vagues, le batillage va alors créer de l'érosion (Comité ZİP Côte-Nord du Golfe, 1996).

Le courant

Il ne s'agit pas d'un véritable agent d'érosion, mais il va permettre aux vagues d'aller plus loin sur la plage ou frapper les falaises avec plus de puissance et augmenter ainsi le phénomène d'érosion (Comité ZÍP Côte-Nord du Golfe, 1996).

<u>Les glaces</u>

Elles se forment sur le Saint-Laurent en hiver et vont venir jouer un rôle de protection puisqu'elles vont contenir la force d'érosion des vagues en limitant leur amplitude (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996). Cette protection est aussi valide pour les glaces au pied des falaises. Quand la glace est absente, l'érosion peut suivre son cours. Si la glace n'est pas assez épaisse, elle va amplifier le phénomène d'érosion en augmentant la réflexion des vagues, c'est-à-dire qu'elles vont se répartir avec une certaine force, érodant ainsi la base de la plage ou de la falaise (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996).

Les agents d'érosion subaériens

Les précipitations

Elles vont venir éroder le paysage principalement lors des fortes pluies ou de la fonte des neiges. Les précipitations vont aussi finir par créer des ravines (des cours d'eau miniatures) qui creusent le sol. Il arrive même que d'importantes quantités d'eau s'infiltrent dans le sol que cela fasse des trous (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996).

<u>La gravité</u>

Cela correspond aux mouvements de masse comme les décrochements, les glissements de terrain, les éboulements ou les effondrements. Ce phénomène intervient surtout sur les falaises dont la hauteur est supérieure à 10 mètres (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996). La gravité s'explique par la force d'attraction de la Terre. Plus la falaise est haute plus la force d'attraction sera importante. Le sommet est donc sujet à s'effondrer lorsqu'il est fragilisé (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996). L'érosion du Rocher Percé représente un très bon exemple d'érosion par gravité lorsque des parties de la falaise se détachent.



Le vent

Durant les fortes tempêtes, la force d'érosion du vent est largement visible lorsque les arbres sont arrachés. Bien souvent, le vent joue un rôle négligeable comme principal agent d'érosion, par contre il va jouer le rôle de catalyseur sur les autres agents d'érosion en amplifiant leurs effets (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996).

Le gel-dégel (ou gélifraction)

Cela intervient surtout lorsque les températures sont basses. L'eau va s'infiltrer dans des microcavités et des microfissures de la roche. Ce sont surtout les falaises orientées au Sud qui vont être touchées puisque la possibilité que la glace fonde et se reforme dans la même journée est plus fréquente (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996). La glace va effectuer une pression importante sur la roche. Plus les cycles de gel-dégel sont importants, plus la pression sera répétée est donc importante. La roche va finir par se fracturer.

Il existe aussi d'autres agents d'érosion, comme la dessiccation (phénomène qui fracture le sol lors des épisodes de sécheresse), l'activité sismique ou encore les activités de l'être humain (enrochement, déforestation, dévégétalisation, enrochement, rétention d'eau lors de la construction des barrages ou détournement des cours d'eau pour l'irrigation des terres agricoles, etc.) (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 1996).

Expériences recommandées

Expérience 6 : Phénomène d'érosion

Expérience 9 : La rétention de l'eau par les végétaux

Pour aller plus loin

- Un site très complet sur le processus d'érosion hydrique et ses facteurs : http://www.ma.auf.org/erosion/chapitrel/Chapl-sommaire.html
- Memphrémagog Conservation: un site sur le lac Memphrémagog et sur son érosion: http://www.memphremagog.org/fr/lexique.php?id=36
- Le manuel du Comité ZİP Côte-Nord du golfe sur l'érosion : http://www.zipcng.org/CLİENTS/1-1-zipcng/docs/upload/sys_docs/ Erosion_des_berges_au_Quebec_maritime.pdf

Sources

 Comité ZİP Côte-Nord du Golfe (2006). L'érosion côtière et les impacts des méthodes de stabilisation sur l'environnement. Comité ZİP Côte-Nord du Golfe, Sept-Îles, 39 p.

PRÉSENTATION 4 : LES ÉCOSYSTÈMES ET LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

Objectifs pédagogiques en lien avec la présentation :

FRANÇAİS	√	
ÉTHIQUE ET CULTURE RELIGISIEUSE		

SCIENCES ET TECHNOLOGIE (LA TERRE ET L'ESPACE)

Décrire les principales structures à la surface de la Terre (ex : continent, océan, calotte glaciaire, montagne, volcan)	√
Associer des animaux familiers à leur régime alimentaire (carnivore, herbivore, omnivore)	√
Illustrer une chaîne alimentaire simple (3 ou 4 maillons)	√
Décrire une pyramide alimentaire d'un milieu donné	√
Ídentifier des habitats ainsi que les populations animales et végétales qui y sont associés	√
Décrire comment les animaux satisfont à leurs besoins fondamentaux à l'intérieur de leur habitat	√
Expliquer des concepts scientifiques et technologiques associés au recyclage et au compostage (ex.: propriétés de la matière, changements d'état, changements physiques, changements chimiques, chaîne alimentaire, énergie)	√
Utiliser adéquatement la terminologie associée à l'univers vivant	√
Distinguer le sens d'un terme utilisé dans un contexte scientifique et technologique du sens qui lui est attribué dans le langage courant (ex.: habitat, respiration, métamorphose)	√

Informations et connaissances

La compréhension des mécanismes qui régissent les écosystèmes de la planète est importante, car la vie se fait selon un cycle bien précis et qui répond à un équilibre délicat. Du bon fonctionnement de ces écosystèmes et des espèces vivantes qui y vivent dépend la survie de chaque être. C'est dans ces écosystèmes que le principe de la chaîne alimentaire est omniprésent et garant de nourriture pour chacun. Les changements climatiques vont venir perturber ces écosystèmes et remettre en question la disponibilité de la nourriture.



Cette présentation met en évidence la description d'un écosystème, les interactions entre les différents êtres vivants d'un écosystème via la chaîne alimentaire et enfin le principe de la pyramide alimentaire.

L'écosystème

Il est composé d'une biocénose et d'un biotope. La biocénose désigne les êtres vivants (espèces animales, végétales et organiques) interagissant entre elles dans un milieu (le biotope), qui peut être l'air, le sol, le sous-sol ou l'eau. Les interactions des êtres vivants se traduisent par la création de la chaîne alimentaire (ou chaîne trophique) qui met en place une hiérarchie entre les différentes espèces selon le concept de prédateur-proie.

Les espèces vont donc être classées selon leur place dans la chaîne alimentaire :

- Les producteurs (végétaux) fabriquent leur nourriture, à partir de l'environnement avec du CO₂, des nutriments provenant du sol et de la lumière solaire.
- · Les consommateurs (animaux) sont répartis en trois catégories :
 - Les herbivores, qui consomment des végétaux, appartiennent au deuxième niveau trophique.
 - Les consommateurs primaires qui se nourrissent des herbivores.
 - Les carnivores secondaires qui se nourrissent des consommateurs primaires.
- Les super prédateurs se nourrissent des consommateurs (primaires ou secondaires), mais aussi des herbivores.
- Les décomposeurs (micro-organismes, champignons, bactéries) dégradent les matières organiques de toutes les autres espèces et restituent les éléments inorganiques et minéraux qui serviront aux producteurs pour s'alimenter.

L'être humain joue le rôle de prédateur ultime dans le sens où il n'est la proie d'aucune autre espèce.

Grâce aux producteurs, l'énergie solaire entre dans l'écosystème et est transformée en matière organique. Cette productivité primaire (biomasse) est transmise d'un niveau trophique à un autre par l'intermédiaire du principe de prédateur-proie. À chaque niveau trophique, des processus biologiques (décomposition) et géologiques (érosion) rendent possible la remise en circulation des divers nutriments. On nomme ce processus le « recyclage chimique ».

La chaîne alimentaire repose sur un certain équilibre et la disparition ou la réduction importante de la population d'une espèce va entraîner d'importantes conséquences sur les autres espèces. Celles qui s'en nourrissent devront alors évoluer en adaptant un nouveau régime alimentaire (changement de proie) ou bien disparaître de l'écosystème (mort ou migration). Le changement de comportement ou la réattribution du nombre et du rôle des espèces va perturber la mécanique au sein d'un écosystème.

Il est important de préciser qu'un écosystème peut être immense (écosystème océanique) ou bien minuscule (écosystème d'un aquarium). La figure 4.1, propose une représentation schématique de la chaîne alimentaire marine, comme celle que l'on retrouve dans le Golfe du Saint-Laurent.

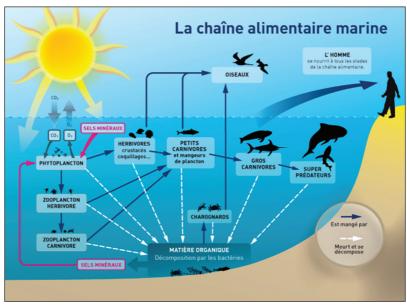


Figure 4.1 Représentation schématique de la chaîne alimentaire marine (Source : Plancton-du-monde.org, 2011)

La pyramide alimentaire

C'est une autre façon de représenter la chaîne alimentaire. Nous retrouvons à la base les producteurs, puis, à chaque palier, chacune des catégories auxquelles les espèces sont rattachées. L'aspect intéressant de la forme de la pyramide est qu'elle montre que le nombre d'espèces à la base est plus important que celui

des espèces au sommet de la pyramide et que plus on avance dans les paliers de la pyramide, plus la perte d'énergie est importante. En règle générale, la dynamique entre les écosystèmes reste relativement stable et le nombre d'espèces de chaque palier de la pyramide va rester sensiblement le même. L'action de l'être humain et les catastrophes naturelles vont venir perturber cet équilibre et remettre en question la dynamique existante. L'extinction d'une espèce peut aboutir à la disparition de nombreuses autres espèces et à la déstabilisation d'écosystèmes entiers. La figure 4.2 offre une illustration de la pyramide alimentaire dans les deux principales chaînes alimentaires que l'on trouve sur Terre, soit les chaînes terrestre et aquatique.

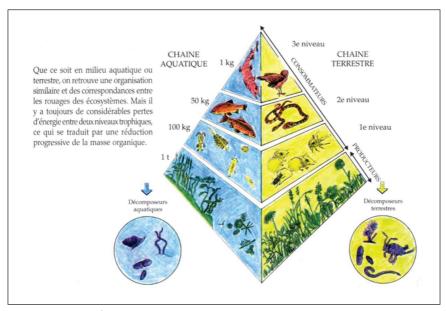


Figure 4.2 Illustration des pyramides alimentaires terrestre et aquatique (Source : le guide illustré de l'écologie, 2007)

Les deux exemples suivants donnent une très bonne représentation des bouleversements qui peuvent intervenir.

L'exemple de la morue franche (Gadus morhua)

L'exploitation massive de la morue dans les années 1970-1980 a entraîné une modification majeure de l'écosystème du Saint-Laurent. De nouvelles techniques de pêche venaient de faire leur apparition, permettant d'augmenter considérablement le volume de morues pêchées. La baisse importante du nombre de morues a augmenté le nombre de petits poissons pélagiques qui sont les proies des morues. Ces poissons ont consommé d'importantes quantités de zooplancton, étant donné leur nombre élevé puisque la morue ne les chassait plus. La quantité de phytoplancton (la proie du zooplancton) a augmenté, ainsi que celle des phoques étant donné le nombre croissant des poissons pélagiques. L'augmentation du nombre de phoques quant à lui a minimisé les chances de rétablissement de la morue

L'exemple du loup du parc de Yellowstone

Au début du 19e siècle, au Wyoming, les êtres humains ont chassé si intensivement le bison que l'espèce a disparu. Les loups, qui se nourrissaient du bison, se sont rabattus sur le bétail, les vaches, pour s'alimenter. Une importante chasse au loup a été opérée dans la région menant à l'extinction de l'espèce, et ce, même si les individus vivants dans le parc de Yellowstone étaient protégés. En effet, ces derniers sont sortis des limites du parc perdant ainsi leur protection.

Au milieu du 20° siècle, les loups ont été réintroduits dans le parc de Yellowstone et les conséquences de cette réintroduction ont été spectaculaires. En effet, puisque les loups avaient disparu, les populations d'élans et de cerfs n'ont cessé de croître. Leur nombre causa de grands dégâts sur le territoire, se nourrissant principalement de jeunes pousses d'arbres et d'autres végétaux. La réintroduction du loup empêcha une explosion démographique de ces deux espèces, mais permit aussi de :

- Revégétaliser la région.
- Offrir un habitat plus conséquent à d'autres espèces (rongeurs et oiseaux) qui ont besoin des végétaux pour vivre.
- · Augmenter le nombre de proies (rongeurs et oiseaux) pour les autres espèces.
- Augmenter la population de castors et donc le nombre de barrages, permettant ainsi à certaines espèces d'oiseau de revenir dans la région et à certaines plantes de croître.
- Augmenter le nombre de carcasses des proies des loups et donc d'observer une augmentation d'espèces de charognards tel que l'aigle.



La présence du loup dans cet écosystème est primordiale pour conserver un certain équilibre. Dans ce genre de cas, le loup joue le rôle d'espèce « clef de voûte » et représente un maillon important de la chaîne alimentaire.

Expériences recommandées

Expérience 10 : Pollution – Germination Expérience 11 : Pollution – Plantes Expérience 12 : Pollution – Animaux

Pour aller plus loin

- Un excellent site animé sur le fonctionnement de la chaîne alimentaire. Une belle activité à faire en classe, en groupe : http://ljourlactu.com/science/le-docu-mentaire-multimedia-qui-mange-qui/
- Reproduire la chaîne alimentaire grâce à ce site interactif : http://nature.ca/ukaliq/030act/017_fwb_f.cfm
- Un site très complet sur la chaîne alimentaire : http://aquagazel.free.fr/biologie/ PresentationPDF2009/4-LaChaineTrophiqueParNathalie.pdf

Sources

- Atlas canadien (2013). Déclin de la morue. L'Atlas canadien en ligne, en ligne [http://www.canadiangeographic.ca/atlas/themes.aspx?id=atlantic&sub= atlantic features codcalamity&lang=Fr]
- Comité ZİP Côte-Nord du Golfe (2009). Le vécu d'une génération raconté: La pêche à la morue sur la Côte-Nord du Golfe. Comité ZİP Côte-Nord du Golfe, Sept-Îles, document vidéo (DVD), 28 minutes.
- Cyr, M. (1986). Écologie : principes de base. Éditions du Renouveau pédagogique, Montréal, 308 p.
- McIntire, E. (2010). Fondements de la conservation de l'environnement. Cours dispensé dans le cadre du programme d'aménagement du territoire, Université Laval, 2010.

PRÉSENTATION 5 : L'EFFET DE SERRE

Objectifs pédagogiques en lien avec la présentation

FRANÇAİS	√	

ÉTHIQUE ET CULTURE RELIGISIEUSE √

SCIENCES ET TECHNOLOGIE (LA TERRE ET L'ESPACE)

Utiliser adéquatement la terminologie associée à l'univers de la Terre et de l'espace	√
Expliquer que le Soleil est la principale source d'énergie sur Terre	√
Décrire l'impact de certains phénomènes naturels sur l'environnement ou le bien-être des individus	√
Expliquer des concepts scientifiques et technologiques associés au recyclage et au compostage (ex. : propriétés de la matière, changements d'état, changements physiques, changements chimiques, chaîne alimentaire, énergie)	V
Utiliser adéquatement la terminologie associée à l'univers vivant	√

Informations et connaissances

L'effet de serre est un phénomène naturel tout à fait normal. Grâce à lui, la vie est possible sur Terre puisqu'il régule la température de la planète. L'effet de serre est le fruit d'un équilibre des différents gaz à effet de serre (GES) issus du cycle de l'eau, du cycle du carbone ou de la décomposition des plantes. Les changements climatiques sont la conséquence d'une trop grande quantité des GES dans l'atmosphère.

Cette présentation met en évidence le mécanisme de l'effet de serre, les principaux GES qui se trouvent dans l'atmosphère, leur source et la conséquence de l'augmentation des GES dans l'atmosphère.



L'effet de serre

<u>l^{re} étape</u>

Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, environ un quart de ces rayons est directement réfléchi vers l'espace, par l'air, les nuages blancs et la surface claire de la Terre, en particulier les régions blanches et glacées comme l'Arctique et l'Antarctique. C'est ce que l'on nomme l'effet albédo. Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère et la surface terrestre.

2º étape

La partie du rayonnement absorbée par la Terre lui apporte de la chaleur (énergie), qu'elle restitue à son tour, surtout pendant la nuit et en hiver, en direction de l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges. Ce rayonnement est alors absorbé en grande partie par les gaz à effet de serre. La chaleur est de nouveau émise dans toutes les directions, notamment vers la Terre.

3º étape

C'est le rayonnement qui retourne vers la Terre qui crée l'effet de serre et qui est à l'origine d'un apport supplémentaire de chaleur à la surface terrestre. Sans ce phénomène, la température moyenne sur Terre serait à -18 °C. Si cela devait être le cas, la glace s'étendrait sur le globe, l'albédo terrestre serait plus important, et la température moyenne de la Terre baisserait encore.

La figure 5.1 illustre l'effet de serre et les différentes étapes de son mécanisme.

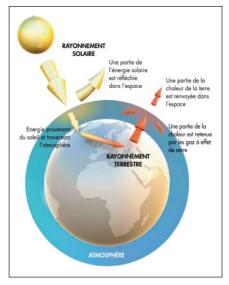


Figure 5.1 Mécanisme de l'effet de serre (Source : le guide illustré de l'écologie, 2007)

Les gaz à effet de serre (GES)

Les différents GES sont évalués selon leur potentiel de réchauffement, que l'on calcule sur 100 ans, et leur durée de vie. Le potentiel de réchauffement d'un gaz correspond à la quantité de chaleur qu'il peut accumuler, contribuant ainsi à la hausse des températures atmosphériques.

<u>La vapeur d'eau (H₂O)</u>

Le GES en plus grande concentration dans l'atmosphère est la vapeur d'eau, ce qui explique pourquoi il fait plus chaud dans les régions humides, car les particules d'eau dans l'air retiennent efficacement la chaleur absorbée pendant la journée. Au contraire, dans les régions sèches, les températures sont bien plus basses. Au Québec, il suffit de regarder les écarts de température entre Montréal et Sept-Îles pour bien comprendre le phénomène puisque la chaleur ressentie à Montréal est plus importante, car il y fait plus humide.

Le gaz carbonique (CO₂)

Il s'agit du deuxième GES d'importance dans l'atmosphère. La quantité de CO₂ émise par les activités humaines a créé un déséquilibre dans le cycle naturel du carbone, puisque sa concentration dans l'atmosphère a augmenté de 25% par rapport à la teneur « naturelle » préexistante. On estime cette teneur moyenne à 275 ppm (partie par millions), alors qu'elle est aujourd'hui rendue à 400 ppm. Les activités humaines, liées à la forte population et les besoins qui en découlent, contribuent de plus en plus aux émissions de CO2 avec le développement de l'agriculture, les feux de forêt accidentels, les brûlis (défrichement par le feu) et la révolution industrielle. En consommant les réserves de carbone fossile, comme le gaz naturel, le pétrole et le charbon (des énergies non renouvelables), l'être humain émet 27 000 millions de tonnes de CO2 chaque année. La déforestation correspond aussi à une émission de CO2 dans l'atmosphère. Ces émissions anthropiques (humaines) sont tellement importantes que les océans ne peuvent plus remplir adéquatement leur rôle de pompe dans le cycle naturel du carbone, étant incapables d'absorber tous les excédents de CO2 de l'atmosphère. L'accumulation du CO₂ dans l'atmosphère pose aujourd'hui un problème important puisque l'on ne sait pas quelle va être l'ampleur des perturbations et des impacts.



Le méthane (CH₄)

Le méthane est un autre GES dont une partie des émissions est attribuable aux activités humaines. Le méthane provient essentiellement de la décomposition biochimique des végétaux, mais il est aussi dégagé lors de la fermentation entérique (la digestion) des animaux herbivores (surtout les ruminants). C'est également le gaz qui est émis dans des rizières et les marais. Les émissions de méthane sont donc étroitement liées à la pratique de l'agriculture et donc à la croissance de la population. La quantité de méthane dans l'atmosphère a presque doublé au cours des deux derniers siècles et son potentiel de réchauffement est 20 fois plus grand que celui du CO₂, malgré le fait que les concentrations de méthane ne correspondent qu'à 2 % du total de GES dans l'atmosphère.

L'oxyde nitreux (N₂O)

Ce GES est aussi lié aux activités agricoles, puisqu'il provient des sols vierges ou en friche. Les émissions naturelles d'oxyde nitreux ne posent pas un problème en soi, par contre avec les moyens de fertilisation des sols (apport d'engrais), ces émissions deviennent de plus en plus importantes. Avec une population humaine croissante, l'utilisation répandue de l'azote ne fait qu'augmenter la concentration de l'oxyde nitreux dans l'air. Comme pour le méthane, la concentration de l'oxyde nitreux par rapport à la concentration totale de GES est très faible, mais le potentiel de réchauffement de ce gaz est 310 fois supérieur au CO_2 .

L'ozone (O₃)

L'ozone est un gaz qui a différents rôles en fonction de sa présence dans la stratosphère (25-250 km d'altitude) ou dans la troposphère (0-10 km d'altitude). Dans la zone stratosphérique, l'ozone protège les êtres vivants des rayons ultraviolets du soleil, alors que dans la zone troposphérique l'ozone est un GES. Dans cette zone, l'ozone est la principale composante du smog, que l'on observe beaucoup dans les grandes villes lors des journées chaudes. Ce gaz est très dangereux pour les êtres vivants et les animaux, entraînant des problèmes de respiration, ainsi que pour les végétaux qui éprouvent de la difficulté à réaliser la photosynthèse. Ce polluant provient surtout des usines et du secteur des transports comme les gaz imbrûlés provenant des pots d'échappement des véhicules.

Les perfluocarbures (PFC)

Les PFC sont des composés synthétiques, c'est-à-dire qu'ils sont produits artificiellement. On les emploie surtout dans les systèmes de réfrigération comme les climatiseurs. Bien qu'émis en faible quantité dans l'air, ils ont un potentiel de

réchauffement énorme lorsqu'on les compare au ${\rm CO_2}$ puisqu'ils sont en moyenne 7 600 fois plus puissants. De plus, ces gaz ont une durée de vie phénoménale de 26 000 ans dans l'atmosphère.

Expériences recommandées

Expérience 1 : Effet de serre

Pour aller plus loin

- Le site de **La documentation française** propose un dossier très bien fait sur l'effet de serre : http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/changement-climatique/effet-serre.shtml
- Le site du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, propose des réponses intéressantes à l'effet de serre et sur le climat : http://www.cea.fr/jeunes/themes/climat-environnement/questions-sur-l-effet-de-serre

Sources

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GİEC) (2007). Les changements climatiques 2007: Rapport de synthèse. GİEC, Genève, 114 p.
- Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs (MDDEFP) (2011). Înventaire québécois des émissions des gaz à effet de serre en 2009 et leur évolution depuis 1990. Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 20 p.
- Ministère des transports du Québec (MTQ) (2013). Gaz d'échappement. En ligne [http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/ environnement/changements_climatiques/transport_changements_ climatiques/gaz_echappement]
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (2001). Changements climatiques: fiches informatives. Maison internationale de l'environnement, Genève, 63 p.
- Radio-Canada (2013). 400 ppm de CO₂ dans l'atmosphère. Émission radio Le matin du Nord du 28 mai 2013. Radio-Canada, en ligne [http://www.radio-canada.ca/emissions/le_matin_du_nord/2012-2013/chronique.asp?id Chronique=294817]



PRÉSENTATION 6 -LES CAUSES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Objectifs pédagogiques en lien avec la présentation

FRANÇAİS	√	
ÉTUIOUE ET CUUTURE RELICICIEUEE		

SCIENCES ET TECHNOLOGIE (LA TERRE ET L'ESPACE)

Utiliser adéquatement la terminologie associée à l'univers de la Terre et de l'espace	√
Expliquer que le Soleil est la principale source d'énergie sur Terre	√
Décrire l'impact de certains phénomènes naturels sur l'environnement ou le bien-être des individus	√
Expliquer des concepts scientifiques et technologiques associés au recyclage et au compostage (ex. : propriétés de la matière, changements d'état, changements physiques, changements chimiques, chaîne alimentaire, énergie)	√
Utiliser adéquatement la terminologie associée à l'univers vivant	1

Informations et connaissances

Les changements climatiques correspondent à une modification durable du climat global de la Terre. Cette modification est comprise entre une dizaine et 1 million d'années. Les causes des changements climatiques peuvent être liées à des facteurs externes (météorites, activité solaire) ou bien internes (activités humaines). Le réchauffement climatique est déjà une réalité au Québec. Dans sa partie méridionale, les températures moyennes annuelles ont augmenté de 0,3 °C à 1,5 °C entre 1960 et 2008. Les averses de neige ont augmenté dans le nord du Québec, mais ont diminué dans le sud. Ainsi, d'ici à 2050, les températures hivernales pourraient connaître des hausses atteignant 3,8 °C dans le sud du Québec et 6,5 °C dans le nord.

Cette présentation a pour but de présenter les acteurs qui sont en grande partie responsables des changements climatiques actuels pour mieux comprendre quelles sont les sources de GES qui se retrouvent en grande concentration dans l'atmosphère.

La révolution industrielle

C'est une époque de développement de l'industrie qui a eu lieu entre la moitié du 18° siècle et la fin du 19° siècle. Il s'agit du passage d'une économie reposant presque exclusivement sur la production artisanale et l'agriculture à une société organisée autour d'une utilisation de plus en plus intensive des machines et de la production à grande échelle. L'augmentation de la population provoqua une augmentation de la demande de biens de consommation, ce qui incita à en produire en très grand nombre.

Pour répondre à la demande, de nombreuses inventions ont vu le jour afin d'accroître les rendements des entreprises et de l'agriculture. La machine remplaçant le travail humain, cette période connut aussi un important exode rural de la population vers les villes afin de trouver du travail et pouvoir vivre. L'impact sur l'environnement a été conséquent, car pour produire la grande quantité de biens de consommation, les usines brûlèrent énormément de combustible fossile, principalement du charbon. De grandes surfaces forestières ont été rasées pour implanter les usines, pour accroître la taille des villes et pour les reconvertir en terres agricoles.

Les conséquences des inventions de la révolution industrielle sur l'environnement

Le tableau 6.1 propose une comparaison des avantages et des inconvénients environnementaux des certaines inventions qui ont été créées durant cette époque.

INVENTIONS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
La machine à vapeur	Apparition de moyens de transport plus rapides (locomotives)	Grande consommation de charbon, donc pollution énorme.
L'automobile	Déplacements plus faciles et plus rapides	Beaucoup de pollution Artificialisation des milieux naturels pour construire des routes
Le vaccin	Permets de guérir es malades et d'empêcher la maladie.	Explosion démographique Artificialisation des milieux naturels pour construire des routes
		Déforestation.
		Hausse de la consommation des ressources naturelles.
		Hausse de la pollution.

Tableau 6.1 Comparaison des avantages et des inconvénients environnementaux des inventions de la révolution industrielle (Adapté de Charron, 2002)



Le pétrole et ses produits dérivés

L'essence est le produit dérivé du pétrole brut le plus utilisé. Cependant, il existe d'autres types de produits (6 000) qui sont fabriqués entièrement ou en partie à partir du pétrole. Ces produits contiennent des polymères. Un polymère est une suite de molécules fabriquées par combinaison de plusieurs petites molécules appelées monomères. Les possibilités d'obtenir des polymères sont très nombreuses, car la variété de monomères et très importante. Les os, le cartilage, les tendons, les cheveux, les enzymes, certaines hormones, l'ADN, le coton, la laine, le bois ou encore le latex sont des exemples de polymères naturels.

Les polymères synthétiques sont principalement fabriqués à partir du pétrole et permettent de fabriquer des milliers de produits. Ces substances sont présentes

Appareils photos	Collants	Protections et ballons	Vitres de sécurité
Armoires frigorifiques	Colle	Prothèses auditives	Pulls
Aspirine	Colle époxyde	Gilets et canots de sauvetage	Radios portables
Bacs à glaçons	Colliers insecticides	Gobelets en plastique	Rapporteurs
Bagages	Combinaisons de plongée	Gobelets isothermes en mousse	Raquettes de tennis
Balles de golf	Conduites d'eau	Gommes	Rasoirs jetables
Balles de ping-pong	Conservateurs alimentain	es Hochets	Réflecteurs
Balles de tennis	Conteneurs	Horloges numériques	Réfrigérateurs
Ballons	Corbeilles	Imperméables	Règles
Ballons de basket	Cordes de guitare	Insecticides	Revêtement vinyle
Ballons et filets de volley	Cordons prolongateurs	Isolation	Rollers
Bandages	Couches jetables	Jouets	Roues de skateboard
Batteries de voiture	Coupe-vent	Laque	Rouge à lèvres
Biberons	Courroies de ventilateur	s Lecteurs CD	Ruban isolant
Boîtes à leurres	Coussins	Lecteurs MP3	Rubans élastiques
Boîtes à oeufs	Crayons de couleur	Lentilles de contact	Sacs à ordures
Boîtes à repas	Crème à raser	Lentilles de contact souples	Sacs en plastique
Boîtes de stockage des alimer	nts Cuissardes	Ligne de pêche	Sèche-cheveux
Bougies	Deltaplanes	Lunettes de soleil	Semelles de chaussur
Bouteilles de shampooing	Dentiers	Mannequins	Sifflets
Bouteilles isothermes	Dentifrice	Médicaments	Stylos
Boutons	Déodorant	Mètres à ruban	Tableaux de bord
Bouts de lacets	Dessous-de-verre	Mixeurs	Tapis
Brosses à dents	Écouteurs	Ordinateurs	Tapis de gymnastiqu
Cadrans de montres	Emballage bulle	Palets de hockey	Tapis de sol
Canards en plastique	Emballages alimentaires	Palmes	Tasses à café
Caoutchoucs pour les chaussi	res Encaustique	Parachutes	Teintures
Capsules de vitamine	Encre	Parapluies	Téléphones
Cartables	Engrais	Pare-soleil	Tentes
Cartes à jouer	Éponges	Parfums	Tétines
Cartes de crédit	Équipement médical	Peignes	Tissus synthétiques
Casques	Essuie-glaces	Peinture et pinceaux	Toiture
CD/DVD	Fausses dents	Perruques	Trousses
Chaises	Fermetures à glissière	Petites voitures/maquettes d'avid	ns Tubas
Chaises de jardin	Film Cellophane	Photos	Tubes en plastique
Chewing gum	Film de cinéma	Plafonniers	Tuile
Cire à parquets	Film photographique	Planches de surf	Vaisselle en plastiqu
Clarinettes	Film thermorétractable	Pneus	Velcro
Claviers de piano	Flotteurs de pêche	Poignées de vélo	Verres
Clous	Flûtes	Pots à lait	Vêtements

Tableau 6.2 Liste (non exhaustive) des produits dérivés du pétrole (Adapté de centre canadien de formation en énergie, 2009)

partout, des bouteilles de soda en plastique aux tasses en styromousse en passant par les couches jetables. Le tableau 6.2 présente une liste non exhaustive des produits dérivés du pétrole.

Biodégradation

Une substance biodégradable est une substance qui peut, sous l'action d'organismes vivants, se décomposer en éléments divers n'ayant aucune conséquence néfaste sur l'environnement. La liste suivante donne des exemples du temps de biodégradation de certaines matières.

TEMPS DE BIODÉGRADATION

Sac en amidon de maïs : 2 semaines à 2 mois Pelures d'orange ou trognon de pomme : 1 mois

Morceaux de coton : 1 à 5 mois

Papier : 2 à 5 mois Mouchoirs en papier : 3 mois Corde : 3 à 14 mois

Journal : 3 à 12 mois **Fruits et légumes :** 3 mois à 2 ans

Allumette : 6 mois Chaussette en laine : 1 à 5 ans Mégot de cigarette (avec filtre) : 1 à 2 ans

Ticket de bus ou de métro : 1 an Brique de lait : 5 ans

Gomme à mâcher: 5 ans Papier de bonbon: 5 ans Chaussures en cuir: 25 à 40 ans Tissu en nylon: 30 à 40 ans Boîte de conserve: 50 à 100 ans Briquet en plastique: 100 ans

Textiles: 100 à 500 ans

Canette en aluminium: 200 ans

Emballage plastique d'un pack de 6 bouteilles : 400 ans

Bouteilles en plastique : 400 ans Sac plastique : 450 ans Couches jetables : 500 ans Carte de crédit : 1000 ans Polystyrène : 1000 ans Bouteilles Verre : 4000 ans

Pile : 7800 ans **Pneus** : Non biodégradables

Résidus domestiques dangereux : Non biodégradables

(Adapté de CPESÍ, 2013)



Pour aller plus loin

• **Planète énergies**, un très bon site sur les changements climatiques (les causes) : http://www.planete-energies.com/fr/energie-et-environnement/rechauffementclimatique/les-causes-du-rechauffement-climatique-139.html

Sources

- Centre canadien de formation en énergie (2009). Le pétrole et ses nombreux dérivés. Centre canadien de formation en énergie, en ligne [http://www.centreforenergy.com/Documents/TeachingResources/PetrSource-Resource-FR.pdf]
- Charron, C. (2002). La révolution industrielle. Cours dispensé dans le cadre du séminaire d'initiation informatique de recherche en histoire, Université du Québec à Montréal, 2002.
- Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles (CPESI) (2013). Jeu sur le temps de biodégradation des résidus. CPESI, Sept-Îles.
- Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs (MDDEFP) (2012). Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques – Phase 1. Bibliothèques et Archives nationales du Québec, 66 p.
- Recyc-Québec (2010). Les matières organiques : fiches informatives. Recyc-Québec, en ligne [http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/ Fiche-compost.pdf]

PRÉSENTATION 7 -LES CONSÉQUENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Objectifs pédagogiques en lien avec la présentation

FRANÇAİS	√
ÉTHIQUE ET CULTURE RELIGISIEUSE	√

Informations et connaissances

Il existe de nombreuses conséquences aux changements climatiques qui affectent grandement différentes régions de la planète. Nous n'en avons pas toujours conscience, car ce sont des changements qui s'opèrent bien souvent à une petite échelle. Cependant, leur présence et leur intensité augmentent, nous donnant des exemples concrets de la réalité et de l'ampleur des changements climatiques.

Au Québec, certains changements du climat ont des effets sur :

- · l'eau : modifications de sa qualité et de sa quantité;
- · l'air : augmentation de la quantité de pollens, par exemple;
- · la faune : déclin de certaines populations animales;
- · la flore : modification de la composition des forêts;
- l'environnement géophysique : fonte des sols gelés en permanence (pergélisol), inondations, érosion des côtes (usure du sol sous l'action de l'eau);
- l'environnement bâti : défaillance des infrastructures routières, des infrastructures pour l'eau potable ou les eaux usées;
- l'économie : par exemple, on estime que la tempête de verglas en 1998 a coûté 5.4 milliards:
- la dynamique sociale : adoption de la Loi sur la sécurité civile en 2001, en réponse aux recommandations de la Commission Nicolet sur la tempête de verglas de 1998;
- le bien-être, la sécurité et la santé de la population : le verglas de 1998 a occasionné 28 décès, 945 blessés et quelque 100 000 évacués.



Le but de cette présentation est de démontrer l'importance des changements climatiques par le biais de différents exemples.

Réchauffement des mers et océans

Le réchauffement climatique concerne l'atmosphère, mais également la température des mers et des océans : leur température augmente au même titre que la température atmosphérique, et les conséquences de ce réchauffement sont importantes. La température moyenne mesurée depuis 2000 à la surface de l'océan Arctique était de 2 à 3°C supérieure par rapport à ces 50 dernières années. Le réchauffement de l'eau a pour conséquence une augmentation du nombre et de l'intensité des phénomènes violents tels que les ouragans. Ainsi, il a été mesuré qu'une augmentation de la température à la surface de l'océan de l'ordre de 0,5°C a élevé de 40% le nombre d'ouragans dans l'océan Atlantique entre 1996 et 2005.

La dilatation thermique engendrée par l'augmentation de la température de l'eau contribue à élever le niveau des mers, ainsi que la fonte des glaces de l'Antarctique, du Groenland, et des nombreux glaciers. Les prévisions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) annoncent une augmentation de 18 à 59 cm du niveau des mers à l'horizon 2100. Les nombreuses villes situées en zone côtière et les territoires situés en basse altitude pourraient être inondés par l'élévation du niveau des mers et des océans causant ainsi de nombreux problèmes de sécurité et de salubrité publique comme la fragilisation des infrastructures et les problèmes d'approvisionnement des denrées alimentaires. Entre 1993 et 2001, le niveau moyen des océans s'est élevé d'environ 2 centimètres, selon les mesures spatiales par satellite.

Les océans et les mers ont un également un effet direct sur le changement climatique : l'eau s'évapore à cause de l'augmentation des températures. La vapeur d'eau étant un gaz à effet de serre, elle contribue à accélérer le réchauffement du climat, et donc l'évaporation d'eau. C'est un cercle vicieux. Et même si les océans jouent également un rôle de puits de carbone (pompes physique et chimique), la forte concentration de CO_2 dans l'atmosphère en diminue son efficacité. Le réchauffement climatique aurait également une incidence sur l'oxygénation des océans : la solubilité de l'oxygène diminue avec l'augmentation de la température de l'eau : plus l'eau est chaude, moins il y a d'oxygène. Les conséquences sont l'asphyxie de la biodiversité marine et la limitation de son habitat.

Chaleur importante en été et période de dégel en hiver

Au cours du 20e siècle, plusieurs tendances ont été observées au Québec :

- Dans le sud du Québec, le nombre de jours chauds et de nuits chaudes a augmenté, pendant que le nombre de jours de gel et de nuits froides a diminué;
- Le réchauffement est plus rapide dans la région nordique. Cette région est passée de façon soudaine d'une période de léger refroidissement à une période nettement plus chaude dans le milieu des années 1990;
- La quantité totale de précipitations (neige et pluie) a augmenté, de même que le nombre de jours avec des précipitations de faibles intensités;
- La quantité de neige a diminué dans le sud du Québec, mais a augmenté dans le nord.

Les changements climatiques au Québec risquent d'être de plus en plus marqués et varieront selon la saison et la région géographique. Les changements les plus importants devraient être plus perceptibles dans le nord du Québec puisque l'hiver sera plus court et moins froid en général. Les saisons propices aux évènements climatiques majeurs (tempêtes) vont s'allonger et les couverts de neige et de glace diminueront dans les régions maritimes.

Toutefois, le réchauffement de la température ne se fait pas de façon continue et régulière. Le froid sera encore présent, mais le nombre de jours consécutifs de grand froid et de froid intense diminuera.

La fonte des glaces

Le réchauffement global des températures serait la cause principale du recul des glaciers. Le 20° siècle a connu les décennies les plus chaudes du millénaire (GIEC, 2007; OURANOS, 2007). Dans certains cas, la fonte d'un glacier peut avoir une autre cause que les changements climatiques, mais ces derniers vont en amplifier les effets. Ces causes sont souvent une déforestation massive aux contre-bas du glacier, ce qui a pour effet de perturber le climat local en réduisant le volume des précipitations.

Le volume de glace dans les cercles polaires est très important puisqu'elle représente 28 millions de km³. Par comparaison, l'eau douce disponible par les lacs, les nappes phréatiques et les cours d'eau correspond à 8,25 millions de km³. Les changements dans l'océan Arctique peuvent ainsi affecter :



- les courants océaniques, entraînant des modifications dans la répartition des poissons
- · les courants atmosphériques, avec des effets sur les précipitations
- l'augmentation du niveau de la mer, avec des conséquences dramatiques pour des pays à très basse altitude, comme le Bangladesh.
- Le trafic des navires dans l'océan Arctique, rendant le commerce entre l'Amérique, l'Asie et l'Europe plus facile.

La fonte des glaces va entraîner une perturbation dans les zones polaires et principalement sur l'effet albédo. L'effet albédo dans les cercles polaires est illustré à la figure 7.1 et montre aussi les effets de cale et de bain chaud. Un effet albédo moins important conduit à un cercle vicieux. Effectivement, au fur et à mesure que la glace fond, il y a de moins en moins d'énergie solaire qui est réfléchie par la glace et de plus en plus qui est absorbée par l'océan, ce qui fera fondre encore plus de glace.

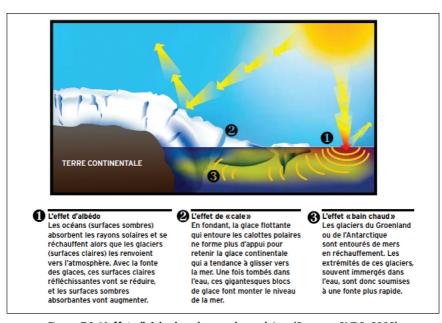


Figure 7.1 L'effet albédo dans les cercles polaires (Source : CNRS, 2008)

Les conséquences de la fonte des glaces

- · Sur les zones glacées :
 - Le nord de la Sibérie a déjà perdu l'équivalent en superficie de plus de deux fois la France en surface de glace.
 - L'augmentation de la température au pôle Nord pourrait atteindre 8°C dans 60 ou 80 ans, dans le cas où l'émission de GES ne soit pas réduite.
 - La banquise antarctique quant à elle ne présente pas actuellement une préoccupation majeure, elle subit beaucoup moins les effets néfastes du changement climatique que l'arctique.
 - Les zones montagneuses perdent peu à peu leurs surfaces glacées, l'épaisseur des glaciers continue sans cesse de diminuer.

· Sur l'eau potable

Les glaciers disparaissent et les ressources en eau potable se raréfient, puisque le phénomène de fonte des glaces est indissociable du phénomène de disparition de ressources en eau potable, car les glaciers alimentent certaines rivières d'eau potable.

· Sur le niveau des mers

La banquise fond et le niveau des mers monte. Cela représente un véritable risque pour les zones côtières et les petites îles. Si la température du Groenland monte de 3°C, le niveau des mers pourrait lui aussi monter de 1 mètre. Les risques de fonte du Groenland et d'inondations pour les régions côtières sont bien réels, et un grand nombre de villes risquent de disparaître de la carte du monde.

Sur la biodiversité

La biodiversité est bien présente dans les cercles polaires. En devenant moins épaisse, la glace devient plus fragile et les risques qu'elle cède sous le poids d'un animal deviennent plus importants. Par exemple, l'ours polaire a besoin de glace pour y vivre et pour chasser. Une glace moins épaisse implique que l'ours polaire ne pourra plus autant se déplacer et chasser, remettant en question sa survie. Avec la réduction de leur épaisseur, les plaques de glace se divisent et les territoires de chasse aussi. La nourriture se raréfie pour les carnivores. Les cétacés qui dépendent des eaux polaires pour leur habitat et leurs ressources alimentaires subissent sévèrement la réduction de la couverture de glace de



mer. Parmi eux, on peut compter différentes espèces de baleines, de dauphins et de marsouins qui tentent de résister au déclin de leur nourriture, du changement de la température de la mer et des modifications de la salinité de l'eau.

Hausse du niveau des océans

La hausse du niveau des océans est un phénomène qui est pris très au sérieux par des nombreux scientifiques, puisque les conséquences risquent d'être importantes. Un très récent rapport a revu à la hausse les précédentes estimations de la montée du niveau des mers au cours du 21° siècle. D'après ses résultats, le niveau moyen des eaux à l'échelle mondiale devrait augmenter de 8 à 23 centimètres d'ici 2030 (par rapport au niveau de 2000), de 18 à 48 cm d'ici 2050, et de 50 à 140 cm d'ici 2100. Cette dernière estimation est sensiblement supérieure à celle proposée par le Groupe d'Experts intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), dont la dernière étude de référence sur les changements climatiques date de 2007. En effet, le Rapport de 2007 du GIEC prévoyait qu'une montée des eaux comprise entre 18 et 59 cm d'ici 2100, avec jusqu'à 17 cm d'augmentation supplémentaire en cas de changements brusques dans les cycles de formation de la glace.

L'aspect le plus inquiétant dans la montée des eaux est la capacité des gouvernements à émettre des normes et des règlements en matière de lutte aux changements climatiques. Une équipe de plusieurs groupes scientifiques montre que même si les plus ambitieuses mesures de réductions de GES étaient adoptées, elles ne pourraient pas suffire à arrêter totalement la montée du niveau des eaux. Cette équipe est composée des chercheurs du Centre National pour la Recherche Atmosphérique au Colorado (NCAR), de l'organisation Climate Central et du Center for Australian Weather and Climate Research de Melbourne. Les chercheurs notent que la montée des eaux sera importante même si des mesures drastiques en matière de réduction des gaz à effet de serre sont prises par les gouvernements.

Inondations

Relativement à la fonte des glaces et la montée des eaux, les inondations vont venir ajouter plusieurs conséquences néfastes. Une inondation survient quand de l'eau qui déborde recouvre temporairement les terres normalement sèches. La gravité d'une inondation dépend de différents facteurs :

- · la topographie de la zone (vallées, collines, etc.);
- · la possibilité que l'eau se répande sur une grande surface;

- · les infrastructures érigées aux alentours du lieu inondé;
- · divers facteurs humains.

Plusieurs phénomènes différents peuvent causer les inondations, par exemple :

- · les pluies abondantes associées aux ouragans ou aux orages;
- · la fonte rapide de la neige ou de la glace;
- · un cours d'eau obstrué;
- · les vagues de tempête dans les régions côtières;
- · les affaissements de terrain.

Les changements climatiques auront aussi des conséquences sur les infrastructures et sur les communautés. Les municipalités peuvent être très affectées par les inondations. En fait, les inondations constituent le risque naturel le plus répandu au Canada. De 1900 à 2005, 260 inondations majeures ont causé 235 décès au Canada et ont provoqué d'importants dégâts, qui s'évaluent en milliards de dollars.

Au Québec, 27 inondations qualifiées de catastrophes sont survenues de 1990 à 2005. Les inondations de 1996 au Saguenay ont fait 10 victimes et ont obligé 15 825 personnes à être évacuées. Les inondations entraînent des coûts moyens annuels de 10 à 15 millions de dollars. De plus, elles entraînent de nombreux effets indirects la santé et le bien-être des populations affectées : le stress, les maladies causées par l'eau, la perte de revenu, l'accès difficile ou impossible au territoire.

Phénomènes météorologiques extrêmes (tempêtes et ouragans)

Un ouragan, aussi appelé cyclone tropical, se forme principalement lorsqu'il fait chaud et humide. C'est une tempête dotée d'un centre dépressionnaire (basse pression). Elle est accompagnée d'orages et de vents violents. D'énormes quantités d'eau tombent en très peu de temps. Un ouragan peut aussi donner naissance à de hautes vagues, à des ondes de tempête dévastatrices, voire à des tornades. Les ouragans se forment lorsque l'air chaud et humide se déplace à la surface de l'océan. La vapeur d'eau monte dans l'atmosphère, se refroidit et forme des gouttes d'eau, ce qui libère de la chaleur et allège l'air. L'air réchauffé continue à monter; l'humidité de l'océan prend la place laissée libre, ce qui augmente la vitesse du vent.



Les tempêtes tropicales peuvent déverser de 100 à 200 millimètres (mm) de pluie. Les ouragans peuvent en déverser plus de 200 mm. En touchant les côtes, un ouragan risque de causer d'importants dommages et des inondations. L'intensité des ouragans est mesurée grâce à l'échelle de Saffir-Simpson, constituée en cinq catégories d'intensités. La figure 7.2 présente les différentes classifications des ouragans selon la force des vents moyens et des rafales qui les accompagnent.

égorie	vent moyen en km/h	rafales en km/h
6	118 - 153	160
9	154 - 177	170 - 180
9	178 - 210	230
9	210 - 249	260 - 280
5	+ 249	300 - 330

Figure 7.2 Échelle de Saffir-Simpson (Source : TVA, 2008)

<u>Les ouragans au Canada</u>

De 1901 à 2000, 351 tempêtes ont été répertoriées au Canada, dont 31 au Québec. Presque la moitié de ces tempêtes, soit 173, atteignirent la force d'un ouragan :

- · 89 ouragans de catégorie 1;
- · 57 de catégorie 2;
- · 22 de catégorie 3;
- 5 de catégorie 4.

Chaque année, trois ou quatre tempêtes tropicales menacent le Canada ou ses eaux territoriales. Avec les changements climatiques, ce nombre pourrait augmenter. D'ailleurs, les études menées dans le rapport du GIEC de 2007 confirment le lien direct entre le nombre de phénomènes météorologiques extrêmes et la courbe de hausse des températures mondiales, au cours du 20° siècle. De 1900 à 1930, la présence moyenne de six épisodes dépressionnaires importants a été répertoriée. De 1930 à 1940, cette moyenne est passée à dix pour se retrouver à 15 entre 1995 et 2005.

Le lien entre les ouragans et la concentration de CO₂ dans l'atmosphère

Les forêts sont d'importants puits de carbone, c'est-à-dire qu'elles absorbent le carbone pour leur croissance et le conserve durant toute leur durée de vie. Cependant, les ouragans réduisent le potentiel de ce puits de carbone en détruisant d'importantes surfaces forestières et végétales. Or le réchauffement climatique risque d'augmenter le nombre et la force des ouragans et des autres phénomènes climatiques extrêmes. Les forêts sont en effet très touchées par les ouragans : le tristement célèbre ouragan Katrina qui a ravagé la Nouvelle-Orléans en 2005 aurait ainsi détruit près de 320 millions d'arbres. Une fois abattus, les arbres cessent d'absorber du CO_2 et, s'ils sont laissés sur place, deviennent émetteurs de CO_2 au cours de leur décomposition. Dans ce genre d'événement d'importance, la pousse des jeunes arbres ne semble pas compenser les pertes provoquées par les tempêtes puisque la régénération n'est pas assez importante pour revenir à un équilibre.

Érosion

L'érosion côtière est un cycle naturel de déplacement des sédiments causé par l'action combinée de la mer et des facteurs climatiques tels que les niveaux d'eau, les glaces, les tempêtes les précipitations et le gel-dégel. Dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent, ce phénomène semble s'accroître depuis quelques années, ce qui représente une menace pour les activités et les infrastructures de transport situées près des côtes. Il est en effet estimé que 60% des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent sont en érosion. La hausse des températures modifie le régime des vagues, des vents, et des marées, la durée et l'épaisseur du couvert de glace. La modification de ses facteurs va avoir des impacts sur l'érosion. Une augmentation de la force des vents, du niveau de la mer et une réduction de l'épaisseur du couvert de glace, sont des conséquences des changements climatiques et du réchauffement global des températures. Tous ces phénomènes ont comme incidence d'accroître les problèmes d'érosion côtière de



certaines régions. La submersion des rives et les glissements de terrain pourraient également devenir plus fréquents, particulièrement dans les zones côtières sensibles.

Les zones côtières ont une importance sociale, économique et environnementale cruciale. Elles constituent un lieu privilégié d'établissement des populations humaines. C'est pourquoi les activités et les infrastructures de transports des personnes et des marchandises sont essentielles pour desservir ces régions. Les infrastructures, construites en bordure des côtes, sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Au Québec, les régions de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, de la Côte-Nord ainsi que du Bas-Saint-Laurent seront les plus touchées. Par exemple, aux Îles-de-la-Madeleine, 70 % des côtes sont à risque de submersion. La figure 7.3 présente un détail de la sensibilité de la région du Saint-Laurent à l'élévation du niveau de la mer. Les dommages à la route 132 en Gaspésie lors d'événements climatiques extrêmes, telles les surcotes de tempête, peuvent être importants, comme ceux survenus à La Martre en décembre 2000. Lors d'une tempête, un tronçon de plus d'un kilomètre de la route 132 a été complètement emporté par la mer.

L'érosion est une réalité avec laquelle il faut composer dans les régions côtières du Golfe du Saint-Laurent et qui risque de perturber profondément le paysage local ainsi que la dynamique des activités qui y sont menées (pêches, infrastructures routières, etc.).

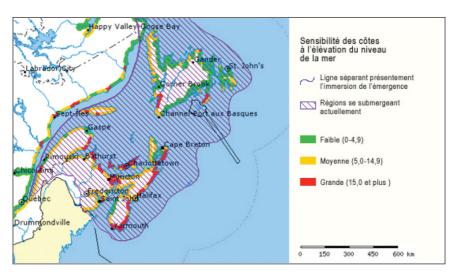


Figure 7.3 Índice de sensibilité du littoral du Saint-Laurent à l'élévation du niveau de la mer (Source : MTQ, 2005)

Hausse du parasitisme

Une situation de parasitisme s'observe lorsqu'un organisme vit et se développe au détriment d'un autre organisme vivant. Bien que les effets du parasitisme puissent être bénins, tel que la démangeaison provoquée par les poux, il arrive que les effets soient plus importants et plus graves, notamment dans le cas des maladies. Il existe plusieurs maladies liées au parasitisme, telles que la dengue, le paludisme, la maladie de Lyme ou le virus du Nil occidental. Toutes ces maladies se propagent par la piqûre de vecteurs, comme les moustiques, les tiques et les mouches. Le lien entre ce genre de maladie et les changements climatiques sont les abondantes pluies dans des zones normalement sèches, ce qui a pour effet de créer des flaques d'eau stagnante dans lesquelles les moustiques se reproduisent.

Dans le cas du paludisme, le moustique responsable de cette maladie digère le sang plus rapidement et s'alimente plus souvent par temps plus chaud, accélérant ainsi la transmission. Le parasite achève pendant ce temps son cycle de vie et se reproduit plus rapidement. Ainsi, le réchauffement de la planète permettrait à ces vecteurs de se répandre dans des régions qu'ils n'étaient pas capables de coloniser auparavant.

Baisse de la biodiversité

La biodiversité rend de nombreux biens et services écologiques aux êtres humains, comme la nourriture, l'énergie, les médicaments, la purification de l'air et de l'eau, la régulation du climat, les matériaux pour se loger, etc.

Rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes

Plus un écosystème contiendra d'espèces, plus il sera diversifié et plus il sera apte à supporter la disparition d'espèces du fait de l'impact d'évènements naturels ou par action de l'être humain. L'atténuation de ses perturbations permet le maintien du bon fonctionnement d'un écosystème et par le fait même de garantir le nombre de services et de biens qu'il procure.

Rôle de la biodiversité dans la régulation du climat

Les grandes déforestations engendrent des modifications très sévères du cycle hydraulique et ont souvent des conséquences climatiques régionales très marquées comme la sécheresse ou une humidité abondante.



Rôle socio-économique de la biodiversité

La valeur socio-économique des biens et services fournie par les écosystèmes est quantifiable et varie selon les usages qui en sont faits. Il existe plusieurs catégories de valeur de la biodiversité :

- · La valeur d'usage qui peut être divisée en trois sous catégories
 - La valeur de consommation : elle suppose une consommation directe des ressources sans transformation (cueillette, chasse, pêche).
 - La valeur productive : les ressources génétiques sont utilisées dans des cycles productifs (médicaments, bois).
 - La valeur récréative : la biodiversité est exploitée pour les loisirs sans prélèvement pour la consommation (excursions, promenades).
 - La valeur écologique est le rôle des organismes dans le bon fonctionnement de l'écosystème et dans la pérennité de la biosphère.
 - La valeur d'option est la possibilité d'exploiter différemment dans le futur les ressources génétiques.

Rôle alimentaire de la biodiversité

La biodiversité est primordiale pour que les espèces vivantes puissent se nourrir adéquatement. L'être humain a besoin d'avoir un apport diversifié de nutriments pour ne pas avoir des carences dans son alimentation qui pourraient alors avoir certaines conséquences sur son développement et sa qualité de vie.

Rôle pharmaceutique de la biodiversité

Les médicaments qui servent à l'être humain pour se soigner ou pour améliorer sa qualité de vie proviennent de la biodiversité. Il est estimé que près de la moitié des médicaments utilisés sont issus d'une matière active naturelle extraite du vivant (dans les deux tiers des cas d'une plante).

Expériences recommandées

Expérience 2 : Fontes des glaces – Banquise Expérience 4 : Fontes des glaces - Glacier

Expérience 5 : Hausse des températures - Océans

Expérience 7 : Hausse des températures – Formation des cyclones

Expérience 13 : Vases communicants

Pour aller plus loin

Il existe de nombreux sites traitant des changements climatiques. Les sites généraux présentés en préambules proposent une information fournie et intéressante de l'actualité. Autrement, il existe des sites plus scientifiques ou gouvernementaux comme le site du PNUE (www.unep.org/french), d'OURANOS (http://www.ouranos.ca), du GIEC (http://www.ipcc.ch), d'Environnement Canada (http://www.ec.gc.ca) ou du Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (http://www.mddep.gouv.gc.ca).

Sources

- AqualWal (2013). L'eau dans le monde. AquaWal, en ligne [http://www.aquawal.be/fr/source-de-vie/eau-dans-le-monde/]
- Anderson, R. et Anderson, S. (2010). *Geomorphology : The Mechanics and Chimistry of Landscape*. Cambridge University Press, 637 p.
- Bernatchez, P. et Dubois, J.M., (2004) Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien. Géographie physique et Quaternaire, vol. 58, no 1, p.45-71
- Centre national de la recherche scientifique (CNRS) (2008). Climat: une enquête aux pôles. CNRS, en ligne [http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dospoles/index.html#]
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GİEC) (2007). Les changements climatiques 2007: Rapport de synthèse. GİEC, Genève, 114 p.
- Institut national de santé publique du Québec (2006). Changements climatiques au Québec méridional: perceptions des gestionnaires municipaux et de la santé publique. Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 182 p.
- Institut national de santé publique du Québec (2006). Maladies zoonotiques et à transmission vectorielle - Examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec. Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 24 p.



- Massicotte, E. (2012). Évaluation économique de la valeur des biens et services écologiques: démarches, méthodes et exemple du lac Brampton. Université de Sherbrooke, 91 p.
- Mon climat et moi (2011). Air: Ça brasse dans la cabane !!! Mon climat et moi, en ligne [http://monclimatetmoi.ca/a-propos-des-4-elements/air/les-evenements-meteorologiques-extremes/la-situation-au-canada/ca-brasse-dans-lacabane/]
- National Aeronautics and Space Administration (NASA) (2007). Forests Damaged by Hurricane Katrina Become Major Carbon Source. NASA, en ligne [http://www.nasa.gov/mission_pages/hurricanes/archives/2007/katrina_ carbon.html]
- Nature climate change (2012). Hotspot of accelerated sea-level rise on the atlantic coast of North America. Nature climate change 2, p. 884-888
- National Research Council (NRC) (2012). Sea-Level rise for the coasts of California, Oregon and Washington: past, present and future. The National academies press, Wahsington D.C. 201 p.
- National snow and ice data center (NSDİC) (2008). Antartic ice shelf disintegration underscores a warming world. NSDİC Notes, issue no.63, University of Colorado Press, 4 p.
- Organisation mondiale pour la santé (OMS) (2013). Changement climatique et santé humaine. OMS, en ligne [http://www.who.int/globalchange/ecosystems/ biodiversity/fr/index.html]
- OURANOS (2007). Vivre avec les changements climatiques au Canada Chapitre 5 : le Québec. Gouvernement du Canada, Ottawa, 56 p.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (2007). GEO4, l'environnement pour le développement. Maison internationale de l'environnement, Genève, 574 p.

PRÉSENTATION 8 -LES ÉCO GESTES GAGNANTS POUR L'ENVIRONNEMENT

Informations et connaissances

Un éco geste est un comportement réalisé dans l'objectif de réduire les impacts négatifs sur l'environnement et d'être plus responsable dans les actions que nous posons tous les jours. Les éco gestes se font à la maison, au travail, à l'école, en faisant ses courses ou son marché, dans ses déplacements, etc.

Le but de cette présentation est de démontrer les avantages des éco gestes et de renforcer leur utilisation au quotidien, que ce soit à la maison, à l'école ou ailleurs.

Les éco gestes à la maison

À la maison, tous nos gestes ont des répercussions sur l'environnement. Ce sont des gestes mécaniques, que l'on fait souvent sans réfléchir aux conséquences, comme :

- · Laisser les appareils électriques en veille,
- · Ne pas éteindre les lumières lorsque l'on sort d'une pièce,
- · Laisser le chauffage à une température élevée,
- · Laisser couler l'eau du robinet

Éteindre les appareils électriques

Laisser les appareils électriques, électroniques, les ordinateurs, le téléviseur, le lecteur DVD ou encore la chaîne stéréo en veille contribue à l'augmentation de la facture d'électricité d'un ménage de plus de 10 % par an. L'accumulation de l'énergie consommée par les différents appareils en veille dans un foyer peut atteindre 300 kWh par an, soit 10 % de la consommation totale.

Voici quelques exemples de consommation d'appareils laissés en veille :

· Télévision: 3 à 20 W

• Magnétoscope : 6 à 15 W

· Chaîne stéréo : 0 à 5 W



• Ordinateur PC : 0 à 4 W

• Lecteur CD: 0 à 21 W

Système alarme : 10 à 15 W

· Radioréveil : 1 à 3 W

• Photocopieur: 20 à 25 W

• Fax: 10 à 20 W

Machine à café : 2 à 4 W.

Réduire la consommation d'électricité a des conséquences multiples :

- Participer à la réduction des gaz à effet de serre émis par les centrales à énergies fossiles et responsables du réchauffement climatique.
- Éviter la construction de nouvelles centrales de production d'électricité, à partir de l'énergie nucléaire ou des énergies fossiles, pour satisfaire des besoins en électricité toujours plus importants.
- Lutter contre la hausse du prix de l'énergie, à cause d'une demande toujours croissante.
- · Réduire sa facture d'électricité.

Éteindre les lumières

Le réflexe d'éteindre les lumières permet d'éviter un gaspillage certain, surtout si la lumière reste allumée pendant un long moment. Même si la consommation d'électricité des ampoules n'est pas énorme (environ 5 % de la consommation totale), adopter ce geste évite ainsi de gaspiller de l'énergie.

Régler le chauffage

Le chauffage représente la plus grosse consommation d'énergie dans une maison. Avoir le réflexe de baisser le chauffage, c'est réduire sa facture, économiser l'énergie, et diminuer ses émissions de gaz à effet de serre. Au Québec, le chauffage représente plus de 50 % de la consommation énergétique totale. En général, 19°C à 20 °C suffisent amplement dans une salle de séjour et 18°C dans la chambre (16°C la nuit). Chaque degré supplémentaire augmente la consommation énergétique de 7 à 11 %. Il est donc important d'adopter le réflexe de baisser le chauffage lorsque les pièces sont aérées ou lorsqu'il n'y a plus personne dans la maison. Il faut aussi couper le chauffage lorsqu'une absence prolongée est prévue.

En installant un système de régulation pour le thermostat, afin de maintenir la température de la pièce en fonction de la température extérieure, il est possible d'économiser 10 à 25 % d'énergie, par rapport à un système de chauffage non régulé.

Économiser l'eau potable

Des solutions simples existent pour baisser considérablement la consommation d'eau provenant de la douche, des toilettes, ou des robinets.

- Les toilettes: Les toilettes standards ont un réservoir de 9 litres, soit une consommation annuelle de 15 m³ par an et par personne. Des chasses d'eau à double commande permettent d'économiser 6 litres d'eau à chaque utilisation, lorsque le bouton à débit réduit est enclenché. Un stop-eau permet de libérer la quantité d'eau selon la pression exercée sur le bouton. Sinon, des bouteilles lestées de sable peuvent être mises dans le réservoir d'eau des toilettes, ce qui permet d'économiser la contenance des bouteilles.
- Les robinets: des embouts ou des mousseurs (qui aèrent la sortie d'eau du robinet) fixés sur le robinet permettent de diminuer le débit de 3 à 4 litres d'eau par minute.
- La douche: des pommes de douche (douchettes) permettent d'économiser en moyenne 10 litres d'eau par minute. Un système-stop-douche peut également être installé, ou est déjà présent sur le pommeau de douche: il permet d'arrêter l'écoulement de l'eau pendant le savonnage. La douche est à préférer au bain, car celui-ci correspond à 7 douches en termes de consommation d'eau.
- Il faut éviter de laisser couler l'eau inutilement, lors du brossage de dents puisqu'en une minute un robinet peut laisser écouler 8 litres d'eau.
- Machine à laver : elle doit être de classe énergétique A, c'est-à-dire qu'elle consommera en moyenne 30 litres d'eau de moins qu'une machine ordinaire.
- Lave-vaisselle : il consomme en moyenne 2 à 3 fois moins d'eau par rapport à un lavage manuel, lorsqu'il est bien rempli.

Cette économie d'eau potable permet de réduire l'émission de GES surtout lorsque l'eau chaude est sollicitée. Chauffer de l'eau pour prendre une douche, pour laver le linge et la vaisselle nécessite de consommer de l'énergie, ce qui émet du CO₂. La construction d'infrastructures pour gérer l'approvisionnement de l'eau et pour en assurer le traitement va elle aussi faire augmenter l'émission de CO₂. Il est donc important d'apprendre à économiser l'eau et de l'utilisation de façon optimale.



<u>Recycler</u>

Le tri des déchets est la première étape indispensable au recyclage et à la valorisation des déchets. Pour les particuliers comme les entreprises, il s'agit de trier les déchets par catégorie ou type de déchets et de les jeter dans les poubelles adaptées :

- verre
- plastique
- · papier
- · carton
- déchets organiques
- acier
- aluminium
- déchets organiques, qui permettent de fabriquer du compost.
- Les poubelles de tri sont souvent identifiables par des couleurs significatives.
 Il suffit de lire les indications sur les poubelles.
- Les déchèteries effectuent aussi le tri et le recyclage de différents matériaux (matériel informatique, vêtements, huile, gravats, ferraille, végétaux, piles, etc.

Le fait de recycler les produits évite de créer de nouveaux biens et de consommer énormément d'énergie pour extraire et transformer les matières premières nécessaires à la fabrication de ces produits. Le recyclage d'une tonne de plastique revient à éviter l'extraction d'une tonne de pétrole. Aussi, le recyclage de certains métaux comme l'aluminium permet d'économiser 95 % de l'énergie nécessaire à l'extraction et à la transformation de l'aluminium brut. Cette économie d'énergie revient aussi à réduire l'émission d'une grande quantité de CO_2 .

<u>Composter</u>

Le compost est le produit de la fermentation à l'air libre de la matière organique par l'action de micro-organismes. Les résidus organiques se transforment par ce procédé biologique en terreau noir, odorant et riche en humus. Le compost améliore et fertilise les sols, il est utilisé comme engrais pour le gazon, les fleurs, les légumes et d'autres plantes. Les déchets organiques représentent environ 44 % du volume de déchets des Québécois, et ne font pas l'objet d'un traitement spécifique, alors qu'ils sont 100 % recyclables. Les déchets à jeter dans le compost sont constitués de restes alimentaires, du filtre et du marc de café, des feuilles de papier, des résidus végétaux, etc.

Il existe plusieurs techniques de compostage : il s'agit de s'assurer que les microorganismes aient les conditions idéales d'humidité et d'aération pour décomposer les matières organiques. Il existe aussi de nombreux moyens de fabriquer et stocker le compost : dans un fut, un bac, un lombricompost ou encore faire un tas dans le fond du jardin. Le compostage n'est pas coûteux et ne nécessite pas de connaissances techniques particulières.

Recycler tous ses déchets alimentaires et organiques pour en faire du compost permet de détourner un important volume des déchets domestiques des sites d'enfouissement. Lorsque les matières organiques se retrouvent dans les sites d'enfouissement, elles sont compactées et vont subir une décomposition par anaérobie dont va résulter du ${\rm CO_2}$, mais aussi d'importantes quantités de méthane (un GES très puissant). L'enfouissement des matières organiques est le principal responsable des émissions de GES des sites d'enfouissement.

Consommer de façon responsable

La consommation responsable est l'expression d'un consommateur averti, responsable et engagé. Son principe de base est de consommer que si cela s'avère vraiment nécessaire :

- Lire correctement une étiquette pour savoir reconnaître un label environnemental, chercher la provenance du produit et la liste des ingrédients utilisés.
- Encourager les bonnes pratiques de consommation et dénoncer les mauvaises.
- · Sensibiliser son entourage.
- Utiliser les boîtes à suggestions dans les magasins, interroger les vendeurs, les personnes de l'accueil sur l'origine du produit, sur ses conditions de fabrication.
- Consommer des produits locaux ou issus du commerce équitable, et en faire la promotion.

La boîte à lunch écologique

Une bonne idée pour nous aider à choisir le contenu d'une boîte à lunch pour qu'elle soit le plus écologique possible, c'est de garder en tête les 3RV : Réduction, Réutilisation, Recyclage et Valorisation. Il existe aussi les 3NJ, proposés par Laure Waridel, dans son livre *L'Envers de l'assiette*. Dans ce livre, il est encouragé de privilégier l'achat : des produits nus (sans emballage superflu), non loin (locaux), naturels (non transformés) et justes (ne provenant pas de multinationales). La boîte à lunch idéale devrait générer très peu de déchets.



Liste de produits et objets à éviter

- Aliments préemballés en petites portions : le suremballage est un problème important en Amérique du Nord.
- Assiettes en carton : 42% du bois coupé à travers le monde sert à fabriquer du papier.
- Boîtes à boire de type Tetra Pack : bien qu'elles soient recyclables dans plusieurs municipalités du Québec, elles peuvent être remplacées par d'autres alternatives.
- Bouteilles en plastique (comme les bouteilles d'eau de source) : elles ne sont pas conçues pour être réutilisées indéfiniment.
- · Canettes de boisson en aluminium.
- Essuie-tout et serviettes en papier : en utilisant ce genre de produit, nous contribuons à la coupe d'arbres.
- Papier ciré traditionnel : ce type de papier contient de la paraffine faite à partir de pétrole.
- Pellicule plastique de type « Saran Wrap, Glad » : ces plastiques sont fabriqués à partir de pétrole.
- Préparations individuelles : barres tendres, petits gâteaux et autres qui sont suremballés.
- Sacs Ziplocs.
- · Ustensiles (couverts) en plastique.
- · Verres à boire et gobelets jetables.

Liste de suggestions de remplacement pour une boîte à lunch plus écologique

- · Aliments les moins transformés possible et frais.
- · Assiettes lavables et réutilisables.
- Boîtes à lunch, ou sacs à lunch fabriqués à partir d'objets récupérés et recyclés ou fait de tissus, tel que le coton.
- · Bouteilles en acier inoxydable, en verre, ou en plastique exempt de PBA.
- · Bouteilles à usages multiples : pour les breuvages.
- Collations faites maison ou préparées à partir d'ingrédients biologiques et sains.
- · Papier ciré fabriqué à partir de cire de soya : ne contient pas de pétrole.
- · Produits locaux : les achats de produits et objets fabriqués localement (région).
- Serviettes en tissus : en coton ou des linges de lin ou de chanvre.

- · Ustensiles en métal ou même en bois.
- · Verres à boire et gobelets lavables et réutilisables.
- · Vrac : privilégier les aliments en vrac.

Plusieurs recettes sont présentées dans le dossier *Recettes* de la trousse et sont issues de réalisations provenant du site Recettes du Québec : http://www.recettes.gc.ca/, ainsi que d'expériences personnelles.

Les éco gestes à l'école

Se rendre à l'école en transports actifs, utiliser des fournitures scolaires écologiques et économiser le papier, participer à des projets pédagogiques sur l'environnement et la citoyenneté ou encore s'impliquer dans la vie de l'école sont des actions simples que tous les élèves, parents d'élèves, enseignants et personnels des établissements scolaires peuvent facilement appliquer.

La marche

Un enfant marche à une vitesse d'environ 4 km/h, sans se presser. Sachant qu'en ville 67 % des enfants résident à moins de 1 km de leur école, cela signifie que 15 minutes suffisent.

- Attention au sac à dos trop lourd : son poids ne devrait pas excéder 10 % de celui de l'élève
- Traverser la rue seulement aux intersections et aux passages piétonniers.

Le Trottibus

Le Trottibus, c'est un autobus pédestre qui suit des trajets prédéterminés avec des arrêts et des horaires planifiés. Deux adultes bénévoles (Grands trotteurs) accompagnent une dizaine de jeunes marcheurs sur chaque trajet. Le nombre d'enfants et de bénévoles peut augmenter, selon la demande.

Le vélo

Un enfant roule à une vitesse d'environ 12 km/h, il est donc possible de se rendre rapidement à l'école.

- Rouler dans le sens de la circulation à moins de se déplacer sur une bande cyclable à contresens.
- Le trottoir, c'est avant tout pour les piétons, mais si un enfant a moins de 8 ans, il peut y pédaler (à vitesse réduite). En zone inhospitalière, il peut être recommandé pour des raisons de sécurité de rouler momentanément sur le trottoir,



et ce, quel que soit l'âge du cycliste.

• Respecter le Code de la sécurité routière, par exemple s'arrêter aux feux rouges et être attentif aux intersections en ralentissant.

Le covoiturage scolaire

Le covoiturage scolaire reprend les principes du covoiturage classique. Toutefois, il ne s'agit pas de transformer sa voiture familiale en bus de ramassage scolaire. Mais si celui-ci ne passe pas près de chez soi, que l'école est trop loin ou que le parcours n'est pas sécurisé pour s'y rendre à pied, l'utilisation de la voiture est obligatoire. Dans ce cas-ci, il est intéressant de se mettre en commun avec d'autres personnes qui empruntent le même chemin en voiture pour se rendre à l'école.

Le covoiturage permet de faire quelques belles économies grâce à un partage des frais de déplacement. C'est avant tout un moyen de diminuer l'impact environnemental de chacun, puisque 82 % des conducteurs québécois roulent seuls dans leur voiture, pourtant une voiture consomme presque le même carburant que l'on soit seul ou à 5 dans la voiture. En diminuant le nombre de kilomètres parcourus en voiture, nous contribuons directement à réduire les émissions de gaz à effet de serre, responsables du changement climatique ainsi que les émissions de polluants nocifs pour la santé (oxyde nitreux).

Économie de papier

Dans toutes les écoles, et particulièrement dans les bureaux, beaucoup de feuilles, pochettes, dossiers en papier ou en carton sont utilisés. Pour préserver les forêts, il faut limiter sa consommation de papier en :

- Utilisant du papier recyclé et des crayons écologiques.
- · N'imprimant pas les courriels.
- Imprimant systématiquement en recto verso et en utilisant toute la surface du papier.
- · Ne photocopiant pas inutilement un document.
- Réduisant le nombre de copies pour diffusion d'un document à l'essentiel.
- · Réutilisez et recyclez le papier.

Il s'agit de limiter au maximum sa propre consommation de papier, et de sensibiliser les personnes autour de soi.

Les éco gestes pendant les loisirs

Le quad, ainsi que tous les types de véhicules hors route (VHR) motorisés (véhicules routiers à quatre roues motrices ou 4x4, jeeps et motocross) et non motorisés (bicyclette de montagne), ont un impact sur l'environnement. La situation du quad au Québec présente un contexte particulier. Le Québec compte des milliers de kilomètres de sentiers aménagés, sécuritaires et qui respectent l'environnement. L'importance des impacts sur l'environnement d'activités récréatives (des quads en particulier) dépend du respect de l'utilisateur à emprunter les sentiers balisés et à respecter la signalisation.

Milieux fragiles

En règle générale les sentiers évitent de passer par des milieux fragiles et plusieurs panneaux indicateurs précisent la présence de milieux fragiles ou en régénération. Il est donc important de respecter la signalisation.

Érosion

L'utilisation des sentiers balisés et aménagés diminue les probabilités de destruction directe sur la faune et la flore et la compaction directe du sol. Elle rend beaucoup moins significatifs les effets indirects tels que la concentration de l'écoulement, la perte de couvert végétal et l'augmentation du sol à nu garantissant ainsi une réduction du risque d'érosion.

<u>Faune et flore</u>

Étant donné que les véhicules récréatifs passent souvent par des milieux boisés, la perturbation causée peut déranger les espèces vivantes et troubler leur condition de vie dans leur habitat. Il est donc important d'être attentif à toute signalisation mettant en garde l'usage d'un sentier. Même en l'absence de signalisation claire, il faut être prudent dans ses déplacements pour éviter des accidents.

Pour aller plus loin

- Conseil canadien du compost, un site clair et précis sur les façons de faire son compost et les matières organiques domestiques à composter : http://www.compost.org/FrenchDomicile.html
- **Le coin de Rafale** (MDDEFP), un très bon site sur les pratiques responsables et respectueuses de l'environnement : http://www.mddep.gouv.qc.ca/jeunesse/ index.htm

- - **Le Programme d'économie d'eau potable**, un excellent site sur de nombreux conseils pour économiser l'eau : http://peep.reseau-environnement.com/fr
 - **Recyc-Québec**, un site incontournable pour tout savoir sur le recyclage : http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/client/fr/accueil.asp
 - Hydro-Québec, un site pour prendre connaissance de notre consommation quotidienne et des solutions à prendre pour éviter le gaspillage d'énergie : http://www.hydroquebec.com/residentiel/

Sources

- Conseil canadien du compost (2008). Le compostage domestique. Conseil canadien du compost, en ligne [http://www.compost.org/FrenchDomicile.html]
- Fédération des conseils de parents d'élèves (FCPE) Saint Péray. (2012). *Le Trottibus*. FCPE Saint Péray, en ligne [http://fcpe-st-peray.webnode.com/pedibus/]
- Fédération québécoise des clubs quads (FQCQ) (2010). Protection de l'environnement. FQCQ, en ligne [http://www.fqcq.qc.ca/index1.asp?id=614]
- Herbulot, F. (2001). Récupération et recyclage de l'aluminium. Techniques de l'ingénieur, en ligne [http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th]] / elaboration-et-recyclage-des-metaux-non-ferreux-423702]0/recuperation-et-recyclage-de-l-aluminium-strategie-m2345/]
- Hydro-Québec (2013). Économiser l'énergie. Hydro-Québec, en ligne [http://www.hydroquebec.com/residentiel/economiser-l-energie/]
- Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs (MDDEFP) (2002). Le coin de Rafale. MDDEFP, en ligne [http://www.mddep.gouv.qc.ca/jeunesse/index.htm]
- Ministère des transports du Québec (MTQ) (2013). Gaz d'échappement. En ligne [http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environne-ment/changements_climatiques/transport_changements_climatiques/gaz_ech_appement]
- Programme d'économie d'eau potable (2013). Économisez l'eau. Programme d'économie d'eau potable, en ligne [http://peep.reseau-environnement.com/fr/economisez-leau]
- Recyc-Québec (2013). Récupérer c'est créer. Recyc-Québec et Éco entreprises du Québec, en ligne [http://www.recreer.ca/]
- Recyc-Québec (2010). Les matières organiques: fiches informatives. Recyc-Québec, en ligne [http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fichecompost.pdf]

PRÉSENTATION 9 -LE CAPELAN

Informations et connaissances

LONGUEUR: De 20 à 30 cm.

POİDS : 15 à 50 g LONGÉVİTÉ : 5 à 6 ans

DİSTRİBUTİON MONDİALE : Eau froide douce ou salée. Vit en grands bancs jusqu'à des profondeurs de 725 mètres.

STATUT AU CANADA: Espèce abondante

Identification

Le capelan est un petit poisson pélagique de la famille des osméridés (tout comme l'éperlan arc-en-ciel) qui vit en eau froide. Selon les populations et les années, sa taille peut varier (de 20 à 30 cm). La longévité du capelan est évaluée à cinq ou six ans, et sa maturité sexuelle est atteinte vers l'âge de trois ans.

Habitat et répartition

Le capelan est un petit poisson des eaux froides de l'hémisphère nord. Au Canada, son aire de distribution se situe dans toute la zone nord, on le retrouve donc aussi bien sur la côte-Ouest que la côte-Est. Dans l'Atlantique Nord-Ouest, on le retrouve le long des côtes de Terre-Neuve et du Labrador, sur les Grands Bancs ainsi que dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le capelan est considéré comme une espèce « thermomètre », car dans les années où l'eau est plus froide, l'aire de distribution du capelan s'étend un peu plus vers le sud, parfois jusqu'au golfe du Maine. Ainsi, lorsque l'eau est plus chaude, le capelan va migrer vers le nord ou nager plus profondément pour rencontrer les conditions de vie adéquates.

Reproduction

<u>Sur la plage</u>

Lorsque le capelan se reproduit sur les berges, on dit qu'il « roule» (Photo 9.1). La ponte se produit principalement lorsque la température de l'eau se situe entre 6 et 10 °C et s'observe surtout la nuit. Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, le capelan « roule » sur les côtes entre la mi-avril et le mois de juillet. Au début de la fraie, deux bancs distincts se forment, l'un composé des mâles qui arrivent en premier et l'autre un peu en retrait composé des femelles. Lorsque les 2 bancs se



rencontrent, les mâles pressent les côtés des femelles pour faire sortir les œufs qui seront déposés dans le substrat, en général du sable. Les œufs se fixent dans le sable grâce à une substance adhésive qui les met à l'abri des marées et des prédateurs. Après la fraie, nombreux sont les capelans morts, surtout les mâles, retrouvés sur les plages en raison de l'épuisement, entraîné par la reproduction répétée et les blessures.

Un bon moyen de savoir si le capelan roule est de respirer l'air, car le capelan dégage une odeur caractéristique de concombres qui permet ainsi de détecter sa présence.



Photo 9.1 Capelan qui roule (A.Pérot/ZİPCNG)

En profondeur

Cette pratique de ponte est moins commune et dépend surtout des températures et des conditions climatiques. Les frayères peuvent se retrouver à des profondeurs variant de quelques mètres à 280 mètres.

Importance écologique du capelan

Le capelan est une espèce clé de l'écosystème du nord du golfe du Saint-Laurent et un maillon important dans l'écosystème des océans. Espèce dite fourragère, elle sert de proie à de nombreuses espèces de poissons, oiseaux et mammifères marins. Proie essentielle de la morue, le capelan fait aussi partie de l'alimentation d'une multitude d'espèces marines : les flétans, plies, saumons, rorquals, bélugas, dauphins, marsouins, phoques, Fous de Bassan et autres oiseaux marins en consomment en grande quantité.

Le capelan et les changements climatiques

Les changements climatiques entraînent une augmentation de la température de l'eau. Le capelan, qui est très sensible aux variations de température, va donc migrer et changer de comportement pour s'ajuster aux changements. Cette migration va entraîner une perturbation dans le comportement alimentaire des prédateurs du capelan, remettant ainsi en question leur survie.

Sources

 Pêches et Océans Canada (2012). Le capelan, Réseau des observateurs du capelan. Pêches et Océans Canada, en ligne, http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/signaler-report/ROC-CON/capelan-capelin-fra-2.html



PRÉSENTATION 10 -LA MORUE FRANCHE

Informations et connaissances

LONGUEUR: De 60 à 70 cm.

POİDS: 2 à 3 kg

LONGÉVÍTÉ: 4 à 20 ans

DISTRIBUTION MONDIALE: Eau froide salée.

Vit en grands bancs jusqu'à des profondeurs de 300 mètres.

STATUT AU CANADA: Espèce en voie de disparition

Identification

La morue possède trois nageoires dorsales (sur le dessus du corps), deux nageoires ventrales (anales) et une queue carrée. Un appendice charnu, appelé « barbillon », pend sous sa mâchoire inférieure. Sa peau est le plus souvent tachetée et de couleur grise ou verte, mais elle peut également être brune, rouge ou dorée dans des conditions particulières d'habitat ou selon son alimentation. De petites écailles lisses la recouvrent, et une ligne latérale est visible des branchies jusqu'à la queue. L'aspect général de la morue franche ainsi que ses détails sont très bien représentés à la photo 10.1.

Habitat et répartition

La morue est un poisson de fond qui vit dans les couches inférieures de l'océan, ordinairement à des profondeurs de 400 mètres ou moins. En général, la tempé-

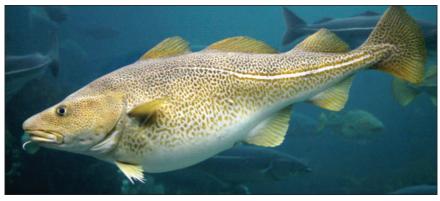


Photo 10.1 Morue Franche (D.Craasmann/Société géographique royale du Canada)

rature de l'eau où on la trouve se situe dans la plage de 2 à 11 °C. La morue est un poisson migrateur, mais certaines populations se déplacent plus que d'autres : alors qu'une population peut passer toute sa vie dans une même baie, une autre peut parcourir quelque 800 kilomètres en une année.

Au cours de l'été, la morue migre vers des eaux moins profondes pour s'alimenter. Ses proies sont le capelan, le hareng, d'autres morues plus petites, des crustacés, le lançon, la plie et les pierres pour digérer l'anémone de mer. Ses prédateurs sont principalement les phoques, les baleines et les humains.

Reproduction

Au printemps, la morue se reproduit au large à des profondeurs allant de 250 à 300 mètres. La femelle peut pondre entre 2 à 11 millions d'œufs. Les œufs flottant dans la colonne d'eau servent de nourriture à de nombreux poissons. En moyenne, seul un œuf de morue sur un million atteindra l'âge adulte, car une fois la ponte faite la morue ne se préoccupe plus de ses petits.

İmportance écologique

C'est le nombre d'œufs pondus par la morue qui constituent une importance écologique pour les autres espèces qui vivent dans le Saint-Laurent. Grâce à cette abondance de nourriture, et le peu de risque que cela comporte pour l'attraper, plusieurs espèces, telles que le capelan ou les jeunes morues, peuvent s'alimenter et croître.

La morue franche et les changements climatiques

Les changements climatiques viennent porter un dur coup à la population de morues par l'intrusion d'espèces envahissantes comme le crabe vert. Les crabes verts sont agressifs, rapides et prolifiques et peuvent facilement supplanter les espèces de crabes indigènes. Ils n'ont aucun prédateur naturel dans leurs eaux du Saint-Laurent. Le crabe vert peut également endommager les herbiers de zostère et d'autres habitats importants sur le plan écologique ou biologique puisqu'il creuse pour trouver ses proies ou s'abriter. Cela a pour conséquence de détériorer l'habitat des stocks de mollusques et de crustacés ainsi que les pouponnières des poissons juvéniles comme les jeunes morues.

Sources

Pêche et Océans Canada (2013b). Le monde sous-marin: la morue de l'atlantique.
 Pêches et Océans Canada, en ligne [http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/uww-msm/articles/atlanticcod-morueatlantique-fra.htm]



PRÉSENTATION II -LE FOU DE BASSAN

Informations et connaissances

LONGUEUR: De 80 à 100 cm.

Envergure des ailes : De 165 cm à 180 cm

POİDS : 2,8 à 3,2 kg LONGÉVİTÉ : 18 à 21 ans

DİSTRİBUTİON MONDİALE : Dans des escarpements rocheux

offrant un accès direct à la mer.

STATUT AU CANADA: Espèce peu préoccupante

Identification

Les Fous de Bassan sont de grands oiseaux de mer au corps blanc, au bout des ailes noir et à la tête de couleur chamois (Photo 11.1). Le bec est gris et les pattes sont noires (Photo 11.2). La coloration de la tête peut s'atténuer en période internuptiale. Leur chant est une suite de cris rauques et peu mélodieux.



Photo 11.1 Fou de Bassan en vol (Y.Seyer/UQAR)



Photo 11.2 Fou de Bassan (Y.Seyer/UQAR)

Le Fou de Bassan tire son nom de son comportement : il repère les bancs de poissons au vol, plongeant en piqué dans l'eau. En approche finale, il adopte une posture aérodynamique lui permettant de rentrer dans l'eau à une grande vitesse (100 km/h) sans se blesser. Le Fou de Bassan plonge ainsi jusqu'à 20 mètres de profondeur, traversant le banc au passage et capturant ses proies. Le nom de « fou » a été donné par les pêcheurs écossais de l'île de Bassan, premiers observateurs de cet oiseau, surpris par ces plongeons spectaculaires.

Habitat et répartition

En Amérique du Nord

Le Fou de Bassan se rencontre exclusivement dans l'Atlantique Nord. Il se reproduit dans 6 colonies au Canada, habituellement sur des falaises littorales abruptes, au sommet ou sur des parois rocheuses situées surtout sur des îles. Environ 75 % de la population nord-américaine niche à trois endroits dans le golfe du Saint-Laurent, soit l'île Bonaventure, la pointe est de l'île d'Anticosti, et les Rochers-aux-Oiseaux aux Îles-de-la-Madeleine. On compte aussi trois colonies sur la côte sud-est de Terre-Neuve (île Funk, île Baccalieu et Cap St-Mary's). La plus grande colonie, à l'île Bonaventure, compte un peu plus de 50 000 couples.

<u>Ailleurs dans le monde</u>

On observe d'importantes colonies de Fous de Bassan en Écosse (île de Bassan), en France (aux Sept-Îles) et au Cap en Afrique du Sud.

Reproduction

Le Fou de Bassan se reproduit pour la première fois à l'âge de cinq ou six ans. La femelle pond un seul œuf blanchâtre. L'incubation dure environ 44 jours, et les parents nourrissent leur petit pendant environ 90 jours. L'hiver, les Fous se déplacent vers le sud et ils hivernent au large des côtes de la Floride et dans le golfe du Mexique.

Comportement social

Les couples sont unis à vie, se formant vers 5-6 ans, lorsque l'oiseau devient mature. Les Fous de Bassan vivent durant l'été en société, utilisant des parades pour coder leur comportement. Malgré son comportement grégaire et le fait qu'il niche en grandes colonies, c'est un oiseau très territorial qui défend son nid ardemment contre tout intrus.



Importance écologique du Fou de Bassan

Le Fou de Bassan est un très bon indicateur de la qualité de l'eau du Saint-Laurent, notamment pour connaître la concentration de substances toxiques dans les eaux du Golfe. Les activités humaines émettent une importante quantité de substances polluantes et toxiques dans l'atmosphère. Ces substances vont se retrouver dans l'eau des mers lors des précipitations, car elles se seront mêlées avec les molécules d'eau présentes dans les nuages. Une fois dans l'eau, chaque espèce de cet écosystème va les absorber. La concentration de ces substances va augmenter au fur et mesure que l'on progresse dans la chaîne alimentaire. C'est le principe de la bioamplification, comme l'illustre la figure 11.1.

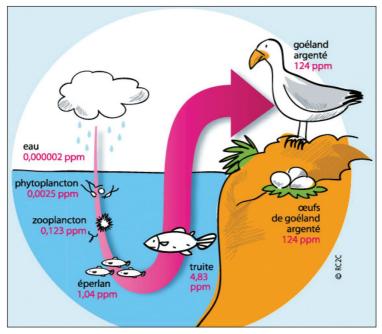


Figure 11.1 Principe de la bioamplification (Source : uved.univ-nantes.fr, 2009)

Par le biais de ce mécanisme, il est possible d'estimer la concentration de ces substances nuisibles dans les eaux du Saint-Laurent. Le Fou de Bassan est une espèce pélagique et se nourrit exclusivement de poissons, ce qui fait de lui un excellent candidat pour les mesures. Le fait qu'il se laisse approcher par l'être humain facilite les prélèvements et permet de mesurer la concentration de substances nuisibles et le danger que cela représente pour les espèces du Saint-Laurent si la concentration est trop importante.

Le Fou de Bassan et les changements climatiques

L'année 2012 aura été difficile pour les Fous de Bassan. De nombreux individus ont été retrouvés morts tout le long des rives la Côte-Nord, et la colonie de Bonaventure en Gaspésie enregistra un succès reproducteur exceptionnellement bas cette même année qui avoisinait les 2 %. De façon générale les poussins seraient morts d'inanition, les adultes étant incapables de nourrir leur petit convenablement. La raison de ce déclin reste toutefois assez nébuleuse puisque la cause exacte qui pourrait expliquer ce phénomène n'est pas encore connue. Une des hypothèses avancées concerne l'accessibilité à la ressource qui serait de plus en plus compromise par la hausse de la température de l'eau. En 2012, l'augmentation avoisinait les 2°C dans le Saint-Laurent. Les chercheurs estiment que cette augmentation aurait poussé les proies de Fous de Bassan, majoritairement les poissons, à se tenir plus en profondeur rendant la ressource en nourriture beaucoup moins accessible. En effet, la technique de chasse du Fou de Bassan devient moins efficace puisqu'elle ne lui permet pas de plonger plus bas que 20 mètres de profondeur alors que ces proies sont rendues à 40 mètres environ. C'est ce qui expliquerait d'ailleurs que depuis 2 ans, nous observerions de plus en plus de Fous de Bassan le long du littoral nord-côtier, l'eau y étant, en règle générale plus froide qu'ailleurs dans le golfe, donc la nourriture relativement plus facile à obtenir. Pour tenter de trouver de la nourriture, le Fou de Bassan doit quitter sa colonie pour une période de temps plus longue et parcourir une distance plus importante. Il arrive donc que les nids soient abandonnés par les deux parents, faisant en sorte que les oisillons meurent de faim. La régénération de la population du Fou de Bassan est alors compromise. À ce jour, aucune étude n'a permis de confirmer cette hypothèse et la colonie de Fous de Bassan est scrutée à la loupe pour savoir si cet épisode est particulier à 2012 ou s'il va perdurer dans le temps.

Sources

- Amiard, J.C. (2011). Les risques chimiques environnementaux : méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes. Éditions Lavoisier, Paris, 782 p.
- Faune et Flore du Pays (FFDP) (1993). *Le fou de Bassan*. FFDP, en ligne [http://www.hww.ca/fr/especes/oiseaux/le-fou-de-bassan.html]
- Le Devoir (2013). *Le climat menace les fous de Bassan*. Le Devoir, en ligne [http://www.ledevoir.com/environnement/actualites-sur-l-environnement/380285/le-climat-menace-les-fous-de-bassan]
- Le Huart (2012). *Les observations : Printemps et Été 2012.* Club d'ornithologie de la Côte-Nord İnc., Le Huart, avril 2013, volume 30, n°1.



PRÉSENTATION 12 -LE BÉLUGA DU SAINT-LAURENT

Informations et connaissances

Autres noms : Béluga, baleine blanche, canari des mers

Longueur : 3 à 4,5 m jusqu'à 5 m Poids : 0,7 à 1,5 t jusqu'à 2 t Longévité : Environ 60 ans

Distribution mondiale : Eaux côtières de l'Arctique. La population de l'estuaire du Saint-Laurent est isolée.

Statut au Canada: Menacée

Identification

Le béluga est aisément identifiable par sa couleur blanche très caractéristique, et par son éternel sourire (Photo 12.1). Le béluga est le seul cétacé à vivre toute l'année dans le Saint-Laurent.

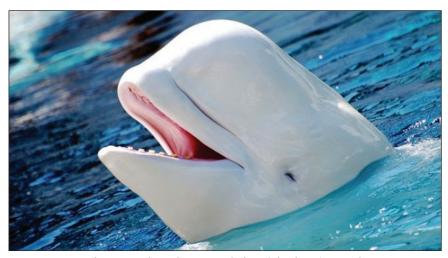


Photo 12.1 Photo de NOC, un béluga (File Photo/PressTV)

Population, répartition et habitat

Dans le Saint-Laurent

Son aire de répartition annuelle s'étend de l'estuaire au golfe du Saint-Laurent et dans le fjord du Saguenay. On estime la population de béluga à 1 000 individus. En été, la population se retrouve surtout dans l'estuaire entre l'île aux Coudres, Forestville (Haute-Côte-Nord) et l'île du Bic (rive sud) ainsi que le fjord du Saguenay. En hiver, elle se déplace dans la partie aval de l'estuaire (entre Forestville et Pointe des Monts) et dans la portion Nord du golfe. Au printemps, on observe le béluga plus fréquemment dans la péninsule gaspésienne jusqu'à l'île aux Coudres.

Dans le monde

Dans le reste du monde, on trouve les bélugas seulement dans l'hémisphère nord, dans des régions circumpolaires situées entre le 50° et 80° parallèle, dans des mers, des estuaires et des rivières.

Alimentation

Le béluga trône au sommet de la chaîne alimentaire, ce qui fait de lui un super prédateur. Il se nourrit de poissons de fond (capelan, hareng, éperlan, lançon), d'anquilles et d'invertébrés (le ver Néréis, calmars, poulpes, crustacés).

Comportement social

Le béluga est un animal grégaire, c'est-à-dire qu'il vit en groupes de 3 à plusieurs dizaines d'individus. Pour communiquer entre eux, les bélugas utilisent des « chants ». Le répertoire vocal du béluga est très étendu (sifflements, claquements, grincements et grognements), lui valant le surnom de « canari des mers ». Le béluga possède un système très performant d'écholocalisation comparable à un radar, pour naviguer et trouver ses proies.

Reproduction

Les femelles atteignent la maturité sexuelle entre 8 et 14 ans, le mâle entre 16 et 18 ans. L'accouplement a lieu entre avril et juin et la gestation dure de 12 à 15 mois. La mise bas se déroule de juin à septembre et l'allaitement dure de 20 à 30 mois.



İmportance écologique

Le béluga est un super prédateur et sa présence permet de réguler le nombre d'espèces de l'écosystème dans lequel il vit. Cela fait donc du béluga une espèce clef de voûte, comme pour le cas du loup du parc de Yellowstone. Sa disparition pourrait entraîner des perturbations importantes dans la dynamique de la chaîne alimentaire du Saint-Laurent.

Le béluga et les changements climatiques

La marée d'algues toxiques rouges qui est survenue dans l'estuaire du Saint-Laurent en 2008 est un exemple de conséquence tragique liée aux changements climatiques, puisqu'une dizaine de bélugas, mais aussi des milliers d'oiseaux et de poissons sont morts. Cette algue rouge (Alexendrium tamarense) est présente naturellement dans le Saint-Laurent, mais sa population peut exploser lorsque le taux de salinité du Saint-Laurent devient moins important. En 2008, ce sont les pluies importantes survenues en juillet qui ont causé ce phénomène. Absorbée en grande quantité, cette algue provoque une paralysie locale puis générale de tous les muscles d'un organisme. Le cœur finit par s'arrêter et la mort par asphyxie survient. Avec les changements climatiques, ce genre d'incident risque de se reproduire, car les précipitations, causées par le redoux du climat, risquent de devenir plus importantes et conduire au même évènement. À cela, il faut ajouter l'impact des changements climatiques sur la fonte des glaces et des glaciers, ce qui va avoir pour conséquence d'augmenter la concentration d'eau douce dans les océans, faisant baisser le taux de salinité. Ces conditions seront propices pour de nouveaux cas de prolifération d'algues.

Sources

- Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM) (2013). Les 13 espèces du Saint-Laurent Le rorqual bleu. GREMM, en ligne [http://www.baleinesendirect.org/baleines-du-st-laurent/les-13-especes-du-saint-laurent/]
- McIntire, E. (2010). Fondements de la conservation de l'environnement. Cours dispensé dans le cadre du programme d'aménagement du territoire, Université Laval.
- Pêche et Océans Canada (2013). La marée rouge de 2008 : une mortalité faunique record. Pêches et Océans Canada, en ligne [http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/article/2011/04-05-11-fra.html]

PRÉSENTATION 13 -LE RORQUAL BLEU

Informations et connaissances

AUTRES NOMS : Baleine bleue LONGUEUR : de 20 à 25 m.

Le plus gros spécimen capturé en Antarctique mesurait 33,5 m

POİDS : 80 à 120 t, jusqu'à 135 t LONGÉVİTÉ : jusqu'à 90 ans

DISTRIBUTION MONDIALE: Dans toutes les mers du monde

STATUT AU CANADA: En voie de disparition

Identification

Le rorqual bleu est le plus gros animal de la planète. Son flanc est bleuté et tacheté, sa nageoire dorsale est petite et éloignée vers l'arrière de l'animal (Photo 13.1). Le souffle du rorqual bleu est impressionnant (Photo 13.2), ainsi que son comportement alimentaire : une mâchoire béante remontant à la surface pour capturer sa nourriture.



Photo 13.1 Un rorqual bleu (G.Soury)





Photo 13.2 Le souffle d'un Rorqual Bleu (G.Soury)

Population, Habitat et Répartition

Dans le Saint-Laurent

Le rorqual bleu est surtout visible dans les eaux froides et profondes, dans des secteurs où le brassage des eaux de surface, aussi appelé « upwelling », augmente le nombre et la reproduction des proies, notamment le krill. On peut apercevoir le rorqual bleu dans le Saint-Laurent d'août à septembre. Il peut être observé parfois très près des côtes. Certains individus reviennent régulièrement sur leur site d'alimentation, presque chaque année. On estime leur population à 250 individus.

Dans le monde

Les rorquals bleus sont présents dans tous les océans. Ils fréquentent les eaux côtières et la haute mer.

Alimentation

Le rorqual bleu est un « engouffreur », c'est-à-dire qu'il remonte à la surface en ouvrant grand sa mâchoire pour attraper le plus de proies possible. Le rorqual bleu se nourrit essentiellement de krill, qui vit en grande concentration de bancs. Le rorqual bleu peut ingurgiter jusqu'à quatre tonnes par jour, soit environ 4% de son poids.

Comportement social

Le rorqual bleu est un animal plutôt solitaire, bien qu'on puisse l'observer en petits groupes durant l'été. Pour communiquer, à l'instar de tous les cétacés, le rorqual bleu utilise des « chants » dont les notes sont émises sur des basses fréquences. Ces chants sont utiles pour se repérer surtout dans les eaux du Saint-Laurent puisque le niveau sonore y est élevé (dû au trafic maritime)

Reproduction

La maturité sexuelle est atteinte vers l'âge de 10 ans. La durée de gestation est de 10 à 11 mois et l'allaitement dure 7 mois.

İmportance écologique

Quand les baleines mortes tombent dans les profondeurs de la mer où le plancton végétal ne peut se développer, les carcasses servent à la fois d'aliment et d'habitat à des centaines d'espèces de poissons et d'invertébrés. Au fond des mers, les carcasses de baleines adultes constituent de véritables aubaines pour un grand nombre d'espèces des grands fonds marins. La décomposition d'une baleine, dans le cas des plus gros spécimens, se déroule pendant 100 ans et se répartit en quatre phases :

- La phase des charognards, amphipodes et poissons : cette phase peut durer une dizaine d'années, et consiste à retirer de la dépouille toutes les chairs et les tissus mous
- La phase opportuniste : elle rassemble des bactéries et des invertébrés dans les sédiments et sur le squelette. C'est durant cette phase que des détritivores, comme le crabe des neiges, interviennent.
- La phase du soufre : elle dure jusqu'à 50 ans pendant laquelle des bivalves et des vers vivent en symbiose avec des bactéries qui transforment l'hydrogène sulfuré en soufre organique et nutritif.
- La phase récif : il ne reste que des traces de la carcasse et sera enseveli dans le sable ou bien servira d'habitats pour certaines espèces.



Les changements climatiques et le rorqual bleu

La survie des baleines bleues est mise en péril par le changement climatique qui contribue au réchauffement des mers et à la transformation progressive des systèmes de courants marins. Ceci affecte le développement du krill qui se déplace et diminue en quantité. Les baleines risquent de ne plus en trouver suffisamment là où elles ont l'habitude de s'approvisionner. Si ces changements se produisent trop rapidement, les baleines bleues n'ont pas le temps de s'adapter, ce qui peut avoir des conséquences catastrophiques. Leur espace vital est également détérioré par les nuisances dues à la présence de bateaux et de plates-formes de forage. Elles peuvent aussi se faire prendre dans de gigantesques filets de pêche qui ne leur sont pas destinés et dont elles ne parviennent à s'arracher qu'avec de graves blessures. De surcroît, à mesure que la couverture de glace diminue, on assiste à un accroissement des activités telles que le transport commercial par bateaux, l'exploration minière, des gisements de gaz et de pétrole, ainsi que les activités militaires dans les zones auparavant préservées de l'Arctique. Ces activités s'accompagnent d'un risque accru de pollution pétrolière et chimique, de perturbations acoustiques aggravées et d'un plus grand nombre de collisions entre baleines et bateaux

Sources

- Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM) (2013). Les 13 espèces du Saint-Laurent Le rorqual bleu. GREMM, en ligne [http://www.baleinesendirect.org/baleines-du-st-laurent/les-13-especes-du-saint-laurent/]
- Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM) (2013).
 Suivi du cas de Capitaine crochet. GREMM, en ligne [http://www.baleinesendirect.org/blogue/nouvelles-du-large/urgence-mammiferes-marins/rorqual-commun-empetre-dans-des-cordages-au-large-de-tadoussac/]
- Musée canadien de la nature (2010). Que se passe-t-il quand une baleine meurt?
 Musée canadien de la nature, en ligne [http://www.nature.ca/explore/di-ef/whwd_f.cfm]

LEXIQUE

Autotrophe

Désigne un organisme qui est capable de croître en produisant sa propre matière énergétique avec des matières minérales et par le biais de la photosynthèse. Ainsi, les végétaux sont principalement autotrophes, mis à part quelques espèces comme les plantes carnivores (CYR, 1986).

Bioamplification

Hausse de la concentration d'une substance (mercure, DDT, BPC, etc.) dans un organisme, tout au long de tout type de chaîne alimentaire (Amiard, 2011).

Biodiversité

La biodiversité désigne la diversité de la vie sous toutes ses formes : écosystèmes (milieux), espèces vivantes (animaux, végétaux, microorganismes) et gènes (variété au sein d'une espèce). (UNESCO, 2010)

Biosphère

Dans la définition écologique classique, la biosphère est composée de différentes couches de la Terre : l'hydrosphère (océans), la lithosphère (couche superficielle de la croûte terrestre) et l'atmosphère. Aussi, la biosphère est la partie de la Terre où la vie s'est développée, incluant donc une partie des océans, mais aussi de la lithosphère et de la partie la plus basse de l'atmosphère (Anderson et Anderson, 2010).

Décomposition par anaérobie

Désigne une décomposition d'organismes vivants en absence d'oxygène. La digestion se fait en milieu anaérobique (Amiard, 2011).

Dilation thermique

Ce phénomène survient lorsque la température d'un gaz, d'un liquide ou d'un solide augmente. Un excellent exemple de dilatation thermique est celui de la montgolfière dont le ballon se remplit lorsque l'on augmente la quantité d'air chaud (Anderson et Anderson, 2010).



Espèce clef de voûte

Ce concept en biologie désigne une espèce dont la présence est capitale pour le maintien de l'équilibre au sein d'un écosystème. C'est l'action, plus que son effectif, que cette espèce exerce sur les comportements ou sur le nombre des autres espèces, qui va être un facteur déterminant à l'existence même d'un écosystème (McIntire, 2010).

Pélagique

Une espèce pélagique est une espèce qui vit en haute mer (Cyr, 1986).

Prédateur-Proie

Ce concept met en relation deux espèces : un prédateur et une proie. Le prédateur va chasser la proie afin de s'en nourrir et ainsi garantir sa survie. Ce mécanisme est largement observable dans la dynamique de la chaîne alimentaire. Un bon exemple de prédateur-proie serait le Fou de Bassan qui chasse le capelan (Cyr, 1986).

Tectonique des plaques

La tectonique des plaques est une théorie scientifique qui explique la dynamique qui existe entre les différentes plaques continentales, ainsi que d'autres plaques plus petites, de la planète. Ces plaques glissent sur la lithosphère par le biais des forces internes de la Terre. (Anderson et Anderson, 2010).

Upwelling ou Remontée des eaux

C'est un phénomène océanographique qui se produit lorsque de forts vents marins poussent l'eau de surface, ce qui créé un « vide » où peuvent remonter les eaux des fonds marins et avec elle une importante quantité de nutriments (comme le phytoplancton) (Bernatchez et Dubois, 2004)

Zostère

Il s'agit d'une plante de 20 à 50 cm de long que l'on retrouve dans les écosystèmes marins dans les milieux saumâtres (mélange d'eau douce et d'eau salée). La zostère procure une source importante de nourriture et un habitat pour un grand nombre d'espèces (bernaches, crabes, plies, morues franches, etc.) (CREGÍM, 2006).

EXPÉRIENCES - PRÉAMBULE

Ces activités pratiques viennent apporter un complément visuel et stimulant aux présentations. Les expériences sont prévues pour être réalisées en classe avec un minimum de matériel scientifique qu'il est facile de se procurer. Les expériences peuvent être faites indépendamment des présentations ou bien ne pas être retenues par l'enseignant (cela ne pénalisera pas les élèves). Il est toutefois conseillé que les élèves puissent les réaliser pour une meilleure compréhension des phénomènes. Les expériences se trouvent dans le dossier *Expériences* de la trousse.

Durée

Les expériences sont très courtes puisque la plupart se réalisent en 20 minutes environ. Il est important de préciser que cette période correspond à la durée totale de l'expérience. Le fait qu'elles soient courtes permet de mieux les intégrer dans un cours sans que celles-ci ne soustraient du temps alloué à un cours. L'objectif est de proposer conjointement la présentation et l'expérience qui y est rattachée pour remplir une période de cours.

Déroulement

Chaque expérience précise le but recherché, que l'on nomme « hypothèse » dans le langage de l'expérimentation scientifique. La pratique expérimentale va permettre de vérifier cette hypothèse en suivant un protocole, c'est-à-dire la description des conditions et des étapes du déroulement de l'expérience. Ce principe est repris dans les expériences proposées dans la trousse.

Par la suite, la durée de l'expérience ainsi que le matériel nécessaire sont détaillés. Pour aider l'enseignant tout au long du protocole, des illustrations viennent préciser la façon de procéder. Ces illustrations sont volontairement faites sous forme de schéma et non de photos, réduisant le risque de mauvaises interprétations des photos au cas où le résultat ne donnerait pas exactement la même chose que sur la photo.

Enfin, lorsque l'expérience est finie, une partie discussion est proposée sous la forme de questions ouvertes à poser aux élèves, leur permettant ainsi de recueillir leurs impressions et favoriser les échanges. Les réponses sont incluses avec l'information pertinente.



La progression des apprentissages

Comme pour les présentations, la réalisation des expériences permet de répondre à certaines notions du programme scolaire.

SCIENCES ET TECHNOLOGIE (TECHNIQUE ET ISNTRUMENTATION)

Utiliser adéquatement des instruments de mesure simple	
Utiliser adéquatement et de façon sécuritaire des outils	

MATHÉMATIQUES (MESURE)

Estimer et mesurer les dimensions d'un objet à l'aide d'unités non conventionnelles	√
Estimer et mesurer les dimensions d'un objet à l'aide d'unités conventionnelles	√
Estimer et mesurer des volumes	√
Estimer et mesurer des capacités à l'aide d'unités non conventionnelles	
Estimer et mesurer des capacités à l'aide d'unités conventionnelles	√
Estimer et mesurer le temps à l'aide d'unités conventionnelles	√
Estimer et mesurer des températures à l'aide d'unités conventionnelles	√

LE JEU DU GOLFE

Le jeu du golfe est un jeu sur plateau représentant le golfe du Saint-Laurent. Il s'agit d'un jeu mettant à contribution les connaissances des élèves sur les changements climatiques, sur les processus naturels, les gestes écoresponsables et les espèces du Saint-Laurent

Règle du jeu

Le jeu met en scène 4 équipes représentées par la baleine bleue, le béluga, le Fou de Bassan et la morue franche. Les équipes vont toutes suivre la route du capelan puisque tous ces animaux s'en nourrissent.

Le jeu possède différents niveaux de difficulté : facile, intermédiaire et difficile. Les questions faciles peuvent être posées sans que les élèves aient reçu un enseignement particulier sur les thèmes abordés. Les questions intermédiaires sélectionnées dans le cas où les questions faciles seraient trop simples. Les questions difficiles, quant à elles, portent essentiellement sur l'information véhiculée dans les présentations de la trousse. Les questions difficiles permettront de valider l'acquisition des connaissances par les élèves.

La difficulté des questions peut aussi être utilisée en fonction du niveau scolaire des élèves.

Début

Chaque équipe dispose de 3 réserves de poissons. Pour commencer la partie, il faut identifier l'élève qui est le plus jeune. Son équipe commencera alors en premier.

Déplacement

Le déplacement se fait grâce à un dès à 6 faces.

Toutes les 8 cases, l'équipe obtient 1 réserve de poisson supplémentaire. Ces réserves correspondent au capelan qui est mangé.

Chaque case possède une couleur qui correspond à la couleur du thème qu'il faut tirer. Une fois sur la case, l'équipe doit répondre à la question en fonction du niveau choisi. Le niveau de difficulté est représenté par une étoile de mer. Si l'équipe répond correctement, elle pourra relancer le dès au prochain tour. Si l'équipe échoue, elle devra rester sur cette case et tenter de répondre à une nouvelle question.



Il y a 4 cases « écosystème » qui proposent des défis entre toutes les équipes. L'équipe qui remporte l'épreuve avant les autres gagne une réserve de poisson provenant de chacune des autres équipes.

Les cartes « changements climatiques » sont des cartes contraignantes et sont tirées au hasard. Elles octroient des pénalités obligatoires aux équipes.

But du jeu

Le but du jeu est de finir le tour du golfe en ayant le plus de réserves de poisson et ainsi de pouvoir vivre plus longtemps. Il est possible de faire plus d'un tour du Golfe si celui-ci a été trop rapide. L'autre option est d'allouer un temps limite à la partie (exemple : 25 min) et à la fin du temps imparti, peu importe si les élèves ont fini le tour, les équipes n'auront qu'à compter leur réserve de poissons.

Il peut arriver qu'une équipe se retrouve sans réserve de poisson. À ce moment, elle meurt et la partie est finie pour elle.

LE THÉÂTRE DES OMBRES

Le théâtre des ombres est une activité qui est proposée dans la cadre du projet de la trousse éducative sur les changements climatiques (CC). Cette activité vise à éduquer les élèves sur les CC et les comportements environnementaux à adopter.

Outil pédagogique

Le théâtre des ombres est une activité ludique qui implique les élèves aussi bien dans sa conception que dans sa narration. Les élèves deviennent alors acteurs et intervenants. Les élèves peuvent très bien participer pour la conception de silhouettes. Il n'y a qu'à définir les personnages et demander aux élèves de les fabriquer. Cette activité permet de s'approprier les personnages en leur donnant une identité. Une activité de classe peut être faite en proposant une ou plusieurs thématiques (selon le nombre d'élèves) afin que les jeunes puissent faire euxmêmes leur histoire et ainsi s'éduquer sur les changements climatiques par le biais de la recherche d'informations. En dehors de son rôle éducatif en environnement, le théâtre des ombres peut s'exporter facilement à d'autres matières (français et arts).

Déroulement

Il est recommandé que l'activité du théâtre des ombres ne dure pas plus de 20 minutes. Au-delà de cette durée, l'attention des élèves peut s'estomper. De plus, raconter une histoire sur une longue période de temps va demander beaucoup d'efforts. Ces aspects feraient donc du théâtre des ombres un outil peu modulable et même inintéressant. Le but du théâtre est de permettre une interaction dynamique entre les élèves et l'enseignant. Grâce au théâtre des ombres, il est possible d'aborder plusieurs sujets d'actualité et d'adapter son contenu selon l'auditoire. Beaucoup d'artistes ont recours à ce genre de technique pour véhiculer leur message. De surcroît, il s'agit d'un bon très moyen d'expression pour certains élèves plus timides en plus de solliciter la créativité de chacun.

Fabrication du théâtre des ombres

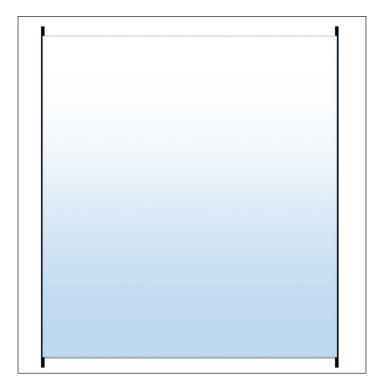
La conception du théâtre est relativement simple et ne demandera pas beaucoup d'effort ni de matériel spécialisé ou difficilement disponible. Le théâtre repose même sur deux des principes des 3RV qui sont la **réutilisation** et la **valorisation**. En effet, on peut fabriquer le théâtre et les silhouettes grâce à des boîtes de carton (pour le théâtre) et du carton de boîte de céréales (pour les silhouettes). Il est même possible de privilégier un théâtre d'ombres grandeur nature qui mettra les élèves dans une situation de jeu d'acteurs.



Théâtre grandeur nature

<u>Matériel nécessaire</u> : 2 bâtons de bois, une toile blanche fine (drap), un projecteur lumineux (lampe).

Il s'agit de fixer le drap aux 2 bâtons comme ceci :



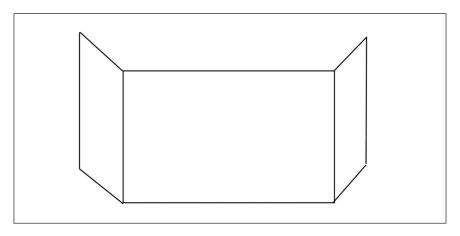
La taille de la scène peut varier selon le cas. Il est alors conseillé de prendre une toile assez grande dès le début et d'enrouler les parties en trop le long des bâtons de bois.

Pour maintenir la scène en équilibre, il faut la fixer au plafond ou bien trouver un système de fixation au sol. Il ne reste plus qu'à placer le projecteur lumineux derrière le théâtre. La distance entre le projecteur et la scène sera définie par des essais.

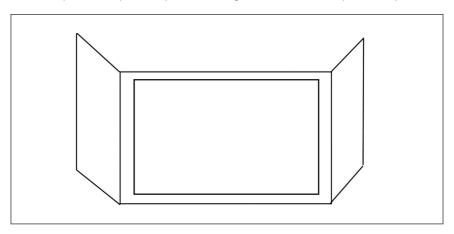
Théâtre marionnettes

<u>Matériel nécessaire</u> : 1 grande boîte en carton, 1 papier calque ou 1 toile blanche fine, 1 projecteur lumineux.

Avec la boîte en carton, il faut la découper pour ne garder que la façade et les bords :



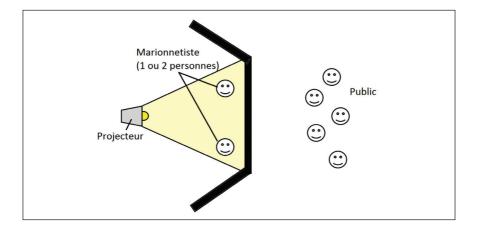
Ensuite, il faut découper une forme rectangulaire au centre du panneau frontal.



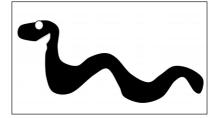
Une fois que la découpe est faite, il ne reste plus qu'à fixer une toile fine ou bien une feuille de papier calque. La lampe se situe derrière le théâtre afin que les ombres soient projetées sur l'écran. Le réglage de la lampe se fait par essais afin de savoir qu'elle est la distance la plus appropriée.



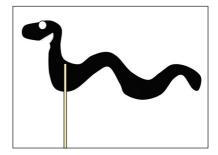
L'aspect final devrait ressembler à ceci :



Pour les silhouettes des personnages, il suffit juste de prendre un morceau de carton et de dessiner les contours, en faisant des incisions pour les yeux et le la bouche.



Il ne reste plus qu'à coller une petite tige de bois sur la silhouette afin de pouvoir la manipuler et la faire bouger.



Le Conte

Ce conte a été élaboré par la MRC de Sept-Rivières dans le cadre de son activité estivale de l'écopatrouille « l'heure du conte écologique ». Il est mis à la disposition de la trousse avec l'accord de Madame Caroline Cloutier, agente de développement durable à la MRC de Sept-Rivières. D'autres contes sont disponibles à ces adresses :

- Le site de la MRC de Sept-Rivières, où deux autres contes sont proposés (en bas de page) : http://www.ecopatrouille.org/fr/boite-a-outils 15/
- Le site d'énergie-environnement suisse, où plusieurs contes sont proposés selon les thèmes : http://www.energie-environnement.ch/maison/coin-des-ecoles/contes-pedagogiques

Les aventures d'Ulric, le lombric

Narrateur : Avant de commencer la lecture du conte, expliquez en quoi consiste le processus de compostage domestique et qu'un lombric est un ver de terre.

Ulric le lombric est un petit ver de terre qui vit paisiblement dans la pelouse de madame Laverdure sur la rue des Pissenlits. Ce petit ver de terre est orphelin depuis qu'il a perdu ses parents lors d'une grosse tempête, il y a quelques années. Ulric s'est habitué à vivre seul et il aime bien son chez-soi, une énorme galerie souterraine qu'il a creusé lui-même. Un jour, une grosse averse frappe la région et Ulric doit sortir de sa galerie qui se remplit d'eau.

Narrateur : Saviez-vous que les vers de terre vont à la surface pour ne pas se noyer lorsqu'il pleut? Est-ce que vous avez déjà vu des vers de terre sur le sol après la pluie ?

Mais lorsqu'il arrive à la surface, une étrange odeur lui monte au nez. **Ulric :** Euh... euh... (*il tousse*). Qu'est-ce qui sent mauvais comme ça? Euh... euh... (*tousse*). Ça pue et ça me fait mal à la gorge!

Un peu plus tard, lorsque l'averse est terminée, Ulric voit madame Laverdure étendre une poudre étrange sur sa pelouse.



Narrateur : En réalité la poudre étrange est de l'engrais chimique. Cet engrais sert à nourrir les plantes. Malheureusement, l'engrais n'est pas bon pour le sol et les organismes qui y vivent.

Ulric : Pourquoi fait-elle cela? Je ne veux pas vivre là-dedans moi! Je dois déménager!

C'est ainsi qu'Ulric part à la recherche d'un nouvel endroit pour vivre loin des produits toxiques! Il se met donc à creuser des tunnels souterrains et sort de la terre de temps en temps pour mieux s'orienter.

Plusieurs jours passent. Ulric creuse sans arrêt, mais il sent toujours la mauvaise odeur. Chaque fois qu'il sort la tête, il se rend compte qu'il est toujours sur le terrain de madame Laverdure. Ce terrain est très grand pour un petit ver de terre comme Ulric. Sans se décourager, Ulric continue sa route.

Un jour, alors qu'il est rendu très loin de chez lui, il rencontre un mille-pattes qui a l'air bien pressé.

Ulric: Salut monsieur mille-pattes, où vas-tu comme ça?

Mille-pattes : J'ai entendu parler d'un endroit magique pour les mille-pattes. Il paraît qu'on se sent bien dès qu'on y arrivé! Je veux trouver cet endroit le plus rapidement possible.

Ulric: Ah oui? Tu es chanceux qu'il existe un tel endroit pour les mille-pattes, je t e laisse continuer ta route alors. Bonne chance!

Un peu plus loin, Ulric tombe nez à nez avec une toute petite bactérie qui se promène très vite.

Ulric: Bonjour! Est-ce que tu cherches toi aussi un endroit magique?

Bactérie : Oui! On m'a parlé d'un lieu où il fait toujours chaud et où les bactéries sont heureuses.

Ulric: Wow! Bonne chance dans tes recherches!

Ulric se demande bien s'il existe un endroit aussi merveilleux pour les lombrics comme lui. Il poursuit sa route tout en restant positif.

Le lendemain matin, il rencontre un champignon arrêté devant un point d'eau, le temps de reprendre son souffle.

Ulric : Salut monsieur le champignon! Tu cours vers un endroit merveilleux pour les champignons, j'imagine.

Champignon : Oui, mes cousins m'ont dit qu'on ne manque jamais de nourriture là-bas! Mais attends petit lombric, cet endroit n'est pas seulement pour les champignons, c'est aussi pour les mille-pattes, les collemboles, les vers de terre, les bactéries et plusieurs autres petits organismes comme nous.

Ulric : C'est vrai? Je croyais que tout le monde avait un endroit fabuleux, sauf moi...

Champignon : Mais non! Faisons le reste de la route ensemble mon ami et tu découvriras ce lieu fantastique toi aussi!

Le lendemain matin, en continuant leur route, Ulric et le champignon aperçoivent un énorme dôme noir qui brille au loin, entouré de belle verdure.

Narrateur : Ulric a maintenant trouvé le composteur

Ulric et champignon : Wowwwwwwwwwwwww. On y est!

Ulric creuse un tunnel pour entrer à l'intérieur du grand dôme, son ami le champignon le suit derrière. Rapidement, il sent une chaleur réconfortante autour de lui, exactement comme ses amis lui avaient dit.

Ulric (tout bas): C'est un vrai paradis des lombrics ici.

Heureux, il décide d'explorer un peu plus l'endroit magique. Il se faufile d'abord entre les brindilles et les feuilles pour réussir à monter plus haut dans le bac. Soudain, il arrive à un endroit où il y a énormément de nourriture.

Ulric : Mmmmmmmm, c'est si bon des cœurs de pomme. Mmmmmmm, j'aime les pelures de bananes. Ohhhh, il y a de la laitue!

Il continue à monter et se retrouve à nouveau dans un mélange de feuilles mortes et de terreau. Il se sent si confortable! Au fur et à mesure qu'il monte, il retrouve aussi des restes de fruits et de légumes, des coquilles d'œufs, de la terre et surtout, plein de vers de terre comme lui.



Rendu presque au sommet, Ulric rencontre un lombric beaucoup plus âgé que lui. Il porte une longue barbe blanche et il a l'air d'un vieux sage. Ulric trouve tout de même qu'il lui ressemble énormément quand soudain, il lui adresse la parole.

Papi lombric: Ulric!

Ulric: Comment sais-tu mon nom?

Papi Iombric: C'est moi ton papi Iombric! Mon Ulric, je savais que tu finirais par

venir me rejoindre ici.

Ulric : Papi! Je te reconnais! Ça m'a pris beaucoup de temps à trouver ce paradis des lombrics. C'est loin de chez moi ici. Papi, pourquoi il n'y a pas plus d'endroits merveilleux comme ça dans le quartier?

Papi lombric : Je vais te raconter une histoire et tu comprendras... Tu sais, les humains fabriquent beaucoup de choses et en jettent beaucoup aussi. Mais, ils sont habitués à vivre comme ça et les sacs de poubelles s'accumulent dans les lieux d'enfouissement.

Un lieu d'enfouissement, c'est l'endroit où tous les déchets de la ville se retrouvent après que le camion les ait ramassés, c'est un dépotoir.

Ulric: Ah oui? Je ne savais pas! Je ne connais pas beaucoup les humains.

Papi lombric : Oui, mais heureusement, beaucoup de personnes font maintenant du recyclage. Mais les matières organiques comme les pelures de bananes et les restes de gazon vont toujours au lieu d'enfouissement. Ils se décomposent mal quand ils sont entassés (sans oxygène). Cela crée du lixiviat (jus de poubelle) et des gaz toxiques pour la planète.

Ulric: Mais c'est horrible Papi! Est-ce qu'il existe une solution?

Papi lombric : Oui et elle est très simple! Cet endroit merveilleux où l'on se trouve est un composteur. Les humains y entassent toutes sortes de bonnes choses pour nous les lombrics. Mais ce ne sont pas tous les humains qui en connaissent les bienfaits. En plus de protéger l'environnement et de nous fournir toute sorte de bonne nourriture, le compost sert à nourrir les plantes qui poussent autour de nous. Plus besoin d'engrais chimique, tu sais, la petite poudre que les gens mettent sur leur gazon!

Ulric : Je connais bien ça! Ça goûte tellement mauvais ce genre de truc.

Papi lombric : Les humains commencent à faire du compostage, mais pas encore assez. C'est pourquoi il n'y a pas beaucoup de composteurs magiques dans le quartier.

Ulric: Ohhhhhhhh! Quelle histoire! İl faut faire quelque chose Papi!

Papi lombric : Oui Ulric, il faut agir! Je te confie une mission. Je suis trop vieux maintenant pour l'accomplir moi-même! Je t'attendais, car je sais que tu es vaillant et courageux. Bois cette potion, c'est une recette secrète de mes ancêtres, elle te permettra de comprendre le langage des humains. Tu pourras donc les convaincre de faire davantage de compostage.

Ulric boit donc la potion magique de son grand-père. Il se sent instantanément plus fort et plus courageux. Une cape bleue apparaît également sur son dos. Ulric est maintenant un super lombric! Il est prêt à accomplir sa mission.

Papi lombric : Va au sommet du bac et tu rencontreras Clémentine, la petite fille qui s'occupe du compostage ici, elle t'aidera, j'en suis sûr.

Ulric traverse les différents étages de compost et le voilà finalement à l'air libre. Il s'installe sur le rebord du composteur et attend Clémentine. Lorsqu'elle arrive pour mettre les matières dans le composteur, elle aperçoit Ulric habillé de sa petite cape qui lui fait des signes. D'abord surprise, Clémentine est heureuse de rencontrer un si joli ver de terre. En plus, il parle!

C'est ainsi qu'Ulric raconte son aventure à Clémentine. Il lui explique qu'elle doit l'aider à sensibiliser les gens de son quartier à l'importance du compostage. Clémentine accepte et dépose Ulric sur son épaule. La cape dans le vent, Ulric est fier de commencer sa mission. Les nouveaux amis commencent alors à rencontrer les citoyens du quartier, ils font du porte-à-porte comme les écopatrouilleurs. Ils cognent d'abord à la porte de la famille Larose. *Toc! Toc! Toc!*

Clémentine : Bonjour! Mon ami Ulric le lombric et moi venons vous parler du compostage domestique. Seriez-vous intéressé à en faire? C'est important pour notre planète. Vous allez voir, c'est très facile.

Monsieur Larose: Ah non, ça pue du compost et c'est trop compliqué...

Ulric: Mais non, le compost sent la bonne terre.

Garçon Larose: Papa, c'est vrai que le compostage c'est important, j'en fais à mon école.

Le petit garçon explique alors à son père la recette du compostage et lui demande ensuite s'il est maintenant d'accord de faire du compost à la maison.

Monsieur Larose : D'accord, j'accepte, mais à une condition : que vous m'aidiez à démarrer le tas de compost.



Ulric et Clémentine : Accepté!

Tout comme le font les écopatrouilleurs, Ulric et Clémentine montrent alors à toute la famille Larose comment préparer le composteur. Ils continuent ensuite leur tournée auprès des familles du quartier. Plusieurs personnes acceptent de composter. Nos amis ont même convaincu madame Laverdure. Elle utilisera maintenant son propre compost sur sa pelouse au lieu d'étendre des engrais chimiques toxiques. Madame Laverdure porte enfin bien son nom.

Ulric est très fier d'avoir accompli sa mission. Lui et Clémentine retourneront voir les citoyens. Le petit garçon de la famille Larose les a même invités à aller rencontrer les élèves de son école. Clémentine ramène donc Ulric dans le composteur. Papi lombric est heureux de retrouver son petit Ulric. Il lui demande comment s'est passée son aventure.

Ulric : Papi, finalement, les humains sont bien gentils. C'est qu'ils ne se souviennent pas toujours qu'il est facile de prendre soin de la nature.

Ulric range alors sa petite cape pour sa prochaine visite chez les humains et s'installe confortablement dans le composteur, son nouveau chez-soi.

FİN

