

# **Manitoba**

**Éducation, Citoyenneté et Jeunesse**

**BIOLOGIE 40S**

**Document de mise en œuvre**

**Regroupement 5 – Conservation de la  
biodiversité**

**ÉBAUCHE NON RÉVISÉE**

**Juin 2007**

## CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

**B12-5-01 discuter de diverses raisons qui viennent à l'appui du maintien de la biodiversité,**

**entre autres le maintien d'un fonds génétique varié, la valeur économique, la viabilité d'un écosystème;**

### Connaissances antérieures

En 6<sup>e</sup> année, les élèves ont appris le concept de la biodiversité et ils ont observé et décrit diverses formes de vie dans leur environnement local.

En 7<sup>e</sup> année, les élèves ont déterminé les facteurs environnementaux, sociaux et économiques qui doivent être pris en compte dans la gestion et la préservation des écosystèmes.

Dans les cours de sciences de la nature de 10<sup>e</sup> année, ils examinent les relations complexes présentes dans les écosystèmes et expliquent comment la biodiversité d'un écosystème contribue à sa durabilité ou pérennité. Ils s'interrogent également sur la façon dont les activités humaines influent sur un écosystème et utilisent le modèle de prise de décisions afin de proposer un plan d'action pour favoriser la durabilité.

### Remarques pour l'enseignant

Le résultat d'apprentissage de la présente section fournit aux élèves l'occasion d'intégrer les perspectives/valeurs culturelles locales et communautaires dans les discussions. Rappeler aux élèves que les valeurs peuvent varier d'un groupe à l'autre. Par exemple, la hierochloé odorante ou foin d'odeur (*Hierochloa odorata*) a une grande valeur spirituelle (inhérente) pour les Premières nations. La fumée du foin d'odeur sert à purifier et à nettoyer les objets, les lieux et les personnes. Le foin d'odeur a aussi une valeur utilitaire car on peut s'en servir pour garder la fraîcheur des vêtements dans les tiroirs et pour confectionner des paniers, et une tisane à partir de ses feuilles peut être utilisée pour traiter la fièvre, la toux et le mal de gorge.

### Remarques pour l'enseignant

Le fait pour l'élève de préciser ses valeurs peut représenter une excellente occasion de réfléchir au type de valeurs qu'il possède et aux motifs expliquant pourquoi il accorde de la valeur à certaines choses, et de dépasser son environnement immédiat pour explorer les univers qui l'entourent. Si désiré, amorcer la discussion sur la définition de *valeur*. Ne pas oublier que le rôle de

l'enseignant en est un de facilitateur au cours des activités; ne pas imposer ses propres valeurs durant la discussion.

Pendant les discussions sur une question environnementale, il est important de présenter plus d'une perspective et pas seulement celle des conservationnistes ou environnementalistes (c.-à-d. les défenseurs de la planète). Amener les élèves à prendre conscience qu'il n'y a pas qu'une seule bonne réponse à un problème, et que les décisions sont souvent fondées sur les priorités. Ce qu'une personne considère comme prioritaire peut ne pas l'être pour une autre, ce qui peut mener à des conflits.

### **Stratégies d'enseignement suggérées**

#### **En-tête**

##### ***Écoute, pense, trouve un partenaire, discute***

Demander aux élèves de réfléchir individuellement et de dresser une liste de toutes les choses provenant de sources naturelles qu'ils utilisent dans leur vie quotidienne. Leur proposer ensuite de trouver un partenaire (former une paire) et de partager leurs listes. Préciser qu'il peut s'agir d'articles comme les chaussures de cuir, le lait, les légumes, les vitamines, l'essence...

Demander aux élèves regroupés en dyades de penser à des choses qu'ils apprécient dans la nature et d'en dresser la liste, par exemple, chants d'oiseaux le matin, fleurs, couchers de soleil, air pur, marche sur une plage ou en forêt...

Poser la question suivante aux groupes :

- *Comment décririez-vous la différence entre les deux listes?*

Les élèves répondront peut-être que la première liste contient des choses que nous considérons utiles ou pratiques (utilitaires), tandis que la deuxième énumère des choses ayant une beauté intrinsèque ou naturelle (inhérente).

#### **En quête**

##### ***Enseignement direct***

Discuter avec les élèves des termes utilitaire et inhérent (utilitaire : utile, pratique; inhérent : intrinsèque, naturel) et fournir les définitions. Leur demander d'énumérer, à partir de la définition et de l'activité Pense-Trouve un partenaire-Discute, des exemples de choses ayant une valeur personnelle utilitaire (p. ex., vache=cuir et viande) et une valeur personnelle inhérente (p. ex., chant d'un pinson= son joyeux).

**Des valeurs à préciser**

Cette activité offre l'occasion pour les élèves de préciser leurs valeurs et les aide à déterminer l'importance qu'ils accordent à la biodiversité. Voir l'**annexe 1** : *Des valeurs à préciser*.

**Stratégies d'évaluation suggérées**

Utiliser la discussion et les réponses écrites de l'activité de l'annexe 1 pour évaluer si les élèves peuvent :

- reconnaître les conflits potentiels pouvant survenir quand on prend des décisions sur des questions environnementales;
- expliquer la logique et la validité requises dans la construction d'opinions personnelles.

**En fin****Billet de sortie**

Poser les questions suivantes aux élèves :

- *Devrions-nous préserver seulement les choses dans la nature qui ont une valeur utilitaire? Pourquoi ou pourquoi pas?*

Évaluer la logique et la clarté des réponses des élèves. Préciser que la réponse devrait inclure :

- la position adoptée par l'élève sur l'enjeu;
- les motifs à l'appui de sa position.

**Ressources**

Le magazine *Perspectives sur la biodiversité* (Édition du Manitoba, 2005) est publié par Keewatin Publications et présente la perspective manitobaine sur divers sujets (p. ex., Moustiques, pesticides et manifestations). Ce magazine découle des *Perspectives mondiales sur la biodiversité*, qui renferme des articles sur différents sujets selon une perspective mondiale (p. ex., Pourquoi la diversité biologique est-elle une préoccupation?). On peut également avoir des perspectives canadiennes (Protéger les espèces en péril), et à l'échelle des Prairies (La forêt boréale).

Voir <http://www.keewatin.ca/Media/BioManitobaFrnch2.pdf>.

Pour obtenir des exemplaires pour les élèves, veuillez communiquer avec [Keewatin@sasktel.net](mailto:Keewatin@sasktel.net) ou appeler au (306) 586-9536.

Le projet ATOUT FAUNE est un programme interdisciplinaire d'éducation en environnement et en conservation destiné aux éducateurs des niveaux élémentaire et secondaire. Le guide du projet contient une variété d'activités à

intégrer au programme scolaire. Le guide est fourni à tous ceux qui participent aux ateliers du projet ATOUT FAUNE.

Le Canon Envirothon ([www.envirothon.org](http://www.envirothon.org)) est un concours annuel où se mesurent les équipes gagnantes des États ou provinces, qui doivent démontrer leurs connaissances en sciences environnementales et en gestion des ressources naturelles; des prix et des bourses d'études sont en jeu. L'Envirothon offre des expériences en classe, s'intégrant au programme scolaire, et sur le terrain qui sont axées sur l'écologie, la gestion des ressources naturelles et les enjeux environnementaux d'actualité. Pour plus de détails sur l'Envirothon du Manitoba, visiter le site [www.mbforestryassoc.ca/Envirothon/envirothon\\_home\\_page.htm](http://www.mbforestryassoc.ca/Envirothon/envirothon_home_page.htm) (site anglais).

Le Projet WET est un autre programme interdisciplinaire d'éducation à l'environnement et à la conservation plus précisément axé sur l'eau. Le guide du Projet WET contient diverses activités pédagogiques à intégrer au programme scolaire. Des exemplaires du guide sont fournis à tous les participants à l'atelier du Projet WET.

**B12-5-02 décrire des stratégies employées pour conserver la biodiversité, par exemple la préservation des habitats, les trajets de passage de la faune, les programmes de préservation des espèces, l'éducation du public;**

### **Connaissances antérieures**

Dans les cours de sciences de la nature de 7<sup>e</sup> année, les élèves apprennent les facteurs environnementaux, sociaux et économiques qui doivent être pris en compte dans la gestion et la préservation des écosystèmes. Les élèves proposent des mesures à prendre pour protéger l'habitat d'un organisme en particulier dans un écosystème.

Dans les cours de sciences de la nature de 10<sup>e</sup> année, les élèves examinent les répercussions des activités humaines sur un écosystème et utilisent le modèle de prise de décisions afin de proposer un plan d'action pour renforcer sa durabilité.

### **Remarques pour l'enseignant**

Les élèves confondent souvent conservation et préservation. Préciser ces deux concepts, en indiquant que la conservation est axée sur le maintien de la biodiversité des espèces au moyen d'une gestion durable des plantes et animaux sauvages (flore et faune) et de leurs habitats. Indiquer qu'une gestion durable ne signifie pas nécessairement interdire la chasse, la pêche et la récolte. Par exemple, la population de cerfs (chevreuils) du Manitoba est gérée en partie grâce à la chasse.

En général, un programme de préservation d'espèces met l'accent sur une espèce végétale ou animale menacée ou en danger d'extinction (p. ex., programmes de reproduction en captivité dans les zoos).

Le terme « intendance » désigne tout l'éventail des mesures volontaires qu'on peut prendre pour préserver l'environnement. Les activités en question vont de la surveillance et la conservation d'espèces sauvages et de leur habitat jusqu'à la protection et l'amélioration de la qualité des sols, de l'eau, de l'air et des autres ressources naturelles. (Service canadien de la faune, mai 2005,

[http://www.cws-scf.ec.gc.ca/index\\_f.cfm](http://www.cws-scf.ec.gc.ca/index_f.cfm)).

### **Remarques pour l'enseignant**

Il existe un large éventail de stratégies de conservation de la biodiversité utilisées au Manitoba. Certains programmes sont axés sur la conservation d'une espèce en particulier, tandis que d'autres mettent l'accent sur la préservation ou la restauration d'un habitat afin de conserver la biodiversité de l'écosystème. Une approche locale ou régionale est recommandée pour la conservation de la biodiversité au Manitoba.

### **Stratégies d'enseignement suggérées**

#### **En-tête**

#### ***Remue-méninges***

Les élèves connaissent divers programmes de conservation/préservation. Amorcer une réflexion en groupe et dresser une liste des programmes de conservation d'habitats ou de préservation d'espèces mentionnés par le groupe. Exemples de programmes :

- Banques de semences
- Zoos
- Programmes de reproduction en captivité
- Adopter un animal (p. ex., programme du Fonds mondial pour la nature)
- Réintroduction d'espèces (p. ex., le bison en Saskatchewan)
- Protection de l'habitat (aménagement de parcs et de réserves, ...)
- Prévention du commerce illégal d'animaux sauvages (p. ex., vésicules biliaires d'ours, orchidées rares)
- Restauration d'habitats (restauration de terres humides, élimination de déchets toxiques, ...)
- Éducation du public (p. ex., inventaire des espèces en péril)
- Corridors fauniques
- Amélioration de l'aménagement forestier

- Limitation des prises pour les chasseurs, des casiers pour les pêcheurs et des pièges pour les trappeurs

Indiquer les programmes qui mettent l'accent sur la conservation et ceux axés sur la préservation.

## En quête

### ***Conférencier invité***

Inviter un conférencier à venir discuter de stratégies de conservation avec les élèves, par exemple :

- Agent de conservation
- Aîné
- Garde de parc national
- Bénévole de la Société zoologique du Manitoba
- Gestionnaire de district de conservation
- Représentant de la Manitoba Wildlife Federation
- Membre de la Canadian National Trappers Alliance

### ***Activité Prends position***

Cette activité encourage l'ouverture d'esprit et l'exploration de toute la gamme des points de vue relatifs à un enjeu controversé. Elle fournit aux élèves l'occasion d'examiner les zones grises existant entre deux pôles opposés concernant un enjeu précis, et les aide à mieux saisir toute l'étendue des opinions possibles. Voir l'**annexe 2** : *Activité Prends position – Renseignements pour l'enseignant*, qui présente des renseignements généraux sur la réalisation de cette activité en classe. Voir aussi des scénarios possibles à l'**annexe 3** : *Activité Prends position - Scénarios*.

### Stratégies d'évaluation suggérées

Inviter les élèves à réfléchir à leur participation à l'activité Prends position et à décrire sur quelle valeur (utilitaire et/ou inhérente) ils ont fondé leur décision. Évaluer l'exactitude et la clarté des réponses des élèves, qui doivent indiquer :

- la position initiale de l'élève concernant un enjeu,
- la valeur sur laquelle se fonde sa position,
- si sa position a changé au cours de l'activité,
- pourquoi sa position a changé ou est restée la même.

## Ressources

Le site Web de Conservation Manitoba ([www.gov.mb.ca/conservation](http://www.gov.mb.ca/conservation)) présente notamment de l'information sur les espèces en péril au Manitoba, sur les enjeux

environnementaux, la protection de la faune et l'initiative des aires protégées (site surtout en anglais).

Le centre éducatif du zoo du parc Assiniboine ([www.zoosociety.com/education](http://www.zoosociety.com/education)), qui est géré par le service d'éducation de la Société zoologique du Manitoba, vise à promouvoir les concepts liés à la conservation des espèces et animaux sauvages menacés grâce à l'éducation populaire et à l'apprentissage interactif (site anglais).

Le site Web de la Manitoba Conservation Districts Association ([www.mcda.ca](http://www.mcda.ca)) fournit une liste des districts de conservation du Manitoba et de personnes-ressources (site anglais).

Le bulletin en ligne *EnviroZine* d'Environnement Canada ([http://www.ec.gc.ca/EnviroZine/french/issues/28/feature1\\_f.cfm](http://www.ec.gc.ca/EnviroZine/french/issues/28/feature1_f.cfm)) couvre un large éventail d'enjeux environnementaux d'actualité qui intéressent les Canadiens et fournit des liens vers d'autres renseignements détaillés sur le site Web d'Environnement Canada, la Voie verte et vers d'autres sites Internet importants.

La Fédération canadienne de la faune ([www.cwf-fcf.org](http://www.cwf-fcf.org)) encourage la protection des espèces et des espaces sauvages du Canada et stimule la sensibilisation et l'appréciation des Canadiens relativement à notre environnement naturel. Le site Web renferme des données sur les programmes, les ressources, les enjeux d'actualité et les mesures mises en œuvre, ainsi que des liens vers d'autres sites Web.

Le Fonds mondial pour la nature ([www.wwf.ca](http://www.wwf.ca)) s'est donné pour mission de conserver la diversité biologique dans le monde, en s'assurant que l'usage des ressources renouvelables se fait selon une approche durable, et en encourageant la réduction de la pollution et de la consommation à forte production de déchets. Le site Web contient de l'information sur des ressources et des programmes de conservation et fournit des liens vers d'autres sites Web.

**B12-5-03 choisir et utiliser les outils ou les procédures appropriés afin de déterminer et de surveiller la biodiversité d'une région,**

***par exemple les guides d'excursion, les clés dichotomiques, les quadrats, les transects, les méthodes de marquage et de recapture;***

**Connaissances antérieures**

Dans les cours de sciences de la nature de 6<sup>e</sup> année, les élèves apprennent à reconnaître diverses formes de vie à l'aide d'une clé de classification, et ils observent et décrivent la diversité des organismes vivants dans l'environnement local. En 10<sup>e</sup> année, les cours de sciences proposent aux élèves d'observer et de documenter un éventail d'organismes qui illustrent la biodiversité à l'intérieur

d'un écosystème local ou régional, et les mathématiques appliquées du même niveau fournissent des méthodes d'échantillonnage statistique.

### **Remarques pour l'enseignant**

Les guides d'excursion et les clés dichotomiques sont des outils utilisés pour l'identification d'organismes sur le terrain. Les populations végétales peuvent être échantillonnées par transects ou par quadrats, qui sont des parcelles choisies de façon aléatoire à l'intérieur desquelles on détermine le nombre et les types d'espèces présentes. Mais pour évaluer la taille d'une population animale mobile, on peut utiliser la méthode de marquage (bague ou étiquetage) et recapture des animaux marqués.

Ces techniques se fondent sur des méthodes statistiques d'échantillonnage aléatoire. Il faut s'assurer que l'échantillonnage a bien été fait au hasard, sinon les estimations de populations seront erronées.

Les biologistes peuvent ensuite déterminer si une population est en croissance ou en déclin en répétant ces mesures ultérieurement.

### **Remarques pour l'enseignant**

Le résultat d'apprentissage de cette section fournit une excellente occasion d'intégrer des travaux de terrain au cours, mais si les conditions atmosphériques ou les ressources disponibles empêchent ces sorties, il est possible de simuler diverses méthodes d'échantillonnage (voir l'étude de **l'annexe 4** : *Estimation de la taille d'une population*).

### **Stratégies d'enseignement suggérées**

#### **En-tête**

#### ***Question d'introduction***

Comment font les biologistes travaillant sur le terrain pour identifier les différentes espèces d'organismes présentes? Exemples de réponses possibles :

- Guides d'excursion
- Manuels de référence
- Clés dichotomiques
- Collecte d'échantillons et envoi à un spécialiste
- Connaissances personnelles

## En quête

### ***Clés dichotomiques/Guides d'excursion***

Il est relativement facile de trouver et d'utiliser des clés dichotomiques et des guides d'excursion. On peut obtenir des clés dichotomiques dans divers guides et manuels de laboratoire, et sur Internet. Voir les ressources mentionnées ci-dessous, qui indiquent où trouver des guides d'excursion et des clés sur la flore et la faune locales.

### ***Travaux de terrain/excursions***

Diverses organisations du Manitoba pilotent des programmes offrant aux élèves l'occasion de participer à des études de terrain en écologie. Voir les suggestions dans les Ressources ci-dessous.

## **Stratégies d'évaluation suggérées**

### ***En-quête***

Voir l'**annexe 4** : *Estimation de la taille d'une population*, qui présente une activité où les élèves apprennent comment faire un échantillonnage par quadrat et transect, ainsi que la méthode de marquage et de recapture. Évaluer les réponses des élèves aux questions posées dans l'étude.

Note : Pour l'exercice de marquage-recapture de l'étude, placer de 800 à 1000 grains de riz par pot.

### **Ressources**

Le Centre Fort Whyte de Winnipeg offre une variété de programmes de recherche pratique sur le terrain pour les élèves du secondaire. Pour plus d'informations, appeler le Centre au 989-8364, ou visiter le site Web au [www.fortwhyte.org](http://www.fortwhyte.org).

Conservation Manitoba offre gratuitement des programmes pour les écoles dans certains de ses parcs provinciaux. Pour plus d'informations, consulter le site Web [www.gov.mb.ca/conservation/parks/education/teachers.html](http://www.gov.mb.ca/conservation/parks/education/teachers.html)

Le Centre d'interprétation du marais Oak Hammock est accessible à longueur d'année et offre divers programmes scolaires pour les jeunes, ainsi qu'un centre d'interprétation. Consulter le site Web [www.ducks.ca/ohmic](http://www.ducks.ca/ohmic) ou appeler au 1-888-506-2774.

Consulter le site Web de Conservation Manitoba pour trouver sa clé dichotomique pour les poissons de pêche sportive du Manitoba, au [www.gov.mb.ca/conservation/fish/images/fishkey1.pdf](http://www.gov.mb.ca/conservation/fish/images/fishkey1.pdf).

Consulter le site Web *Portail jeunesse sur la surveillance de l'eau* <http://www.pjse.ca/> pour trouver une clé informatique sur l'identification des macroinvertébrés.

Communiquer avec Conservation Manitoba au 945-6799 pour obtenir des brochures et autres publications, comme le *Guide d'identification des arbres indigènes du Manitoba*, Direction de la conservation et de la foresterie, Ressources naturelles Manitoba, MG-10041, réimprimé en mars 1992.

Lone Pine Publishing ([www.lonepinepublishing.com](http://www.lonepinepublishing.com)) d'Edmonton produit des livres axés sur la faune, l'histoire et le plein air à l'échelle locale. Au nombre de ses guides d'excursion, mentionnons *Animal Tracks of Manitoba* (Ian Sheldon et Tamara Eder, 2001), *Manitoba Birds* (Andy Bezener et Ken De Smet, 2000), *Plants of the Western Boreal Forest and Aspen Parkland* (Derek Johnson, Linda Kershaw et Andy MacKinnon) ainsi que *Manitoba Wayside Wildflowers* (Linda Kershaw, 2003).

**B12-5-04 étudier un enjeu lié à la conservation de la biodiversité, par exemple les semences patrimoniales, la qualité de l'eau du lac Winnipeg, les affectations du sol, le développement hydroélectrique;**

### **Connaissances antérieures**

Dans les cours de sciences de la nature 7<sup>e</sup> année, les élèves apprennent à reconnaître et à décrire des exemples positifs et négatifs d'interventions humaines qui ont un impact sur les écosystèmes. Ils examinent les facteurs environnementaux, sociaux et économiques qui devraient être pris en compte dans la gestion et préservation des écosystèmes.

Les élèves de 10<sup>e</sup> année apprennent en sciences comment la biodiversité d'un écosystème contribue à sa durabilité (ou pérennité). Ils s'interrogent également sur la façon dont les activités humaines influent sur un écosystème, et ils utilisent le modèle de prise de décisions afin de proposer un plan d'action pour favoriser la durabilité.

### **Remarques pour l'enseignant**

Il existe une vaste gamme d'enjeux liés à la conservation de la biodiversité au Manitoba. On recommande une approche à l'échelle locale ou régionale. L'enjeu de la qualité de l'eau, particulièrement dans le lac Winnipeg, est une préoccupation constante. Il est facile de trouver des articles de journaux sur le sujet. Les questions relatives à l'agriculture, comme le broutage du bétail dans les zones riveraines, le drainage des étangs, et l'entretien et la plantation de brise-vent pourraient être examinées. L'impact de la coupe de bois dans la forêt boréale est un autre sujet de discussion possible.

### **Remarques pour l'enseignant**

Offrir aux élèves la possibilité de faire des recherches sur un enjeu d'actualité touchant la conservation de la biodiversité au Manitoba. Cette recherche devrait inclure un processus de prise de décision. Les types de décisions peuvent varier grandement, et comprendre par exemple, les suivants :

- Une décision personnelle/individuelle (p. ex., dois-je remblayer un étang/cuvette sur ma terre pour agrandir mon champ, ou dois-je préserver cette parcelle comme site de nidification d'oiseaux?)
- Une décision communautaire (p. ex., notre village doit-il augmenter son taux de taxation pour financer l'amélioration de la station de traitement d'eau, qui améliorerait la qualité de l'eau du lac Winnipeg?)
- Une décision sociétale (p. ex., devrait-on continuer à construire des barrages hydroélectriques au Manitoba, ou devrait-on explorer des solutions de rechange?)

On peut utiliser différentes approches pour simuler une situation réelle ou encourager les interactions entre les élèves. Voir d'autres détails à **l'annexe 5** : *Prise de décisions*.

### **Stratégies d'enseignement suggérées**

#### **En-tête**

#### ***Question d'introduction***

De nos jours, un certain nombre d'enjeux liés à la conservation de la biodiversité sont discutés au Manitoba. Pouvez-vous en nommer quelques-uns? Exemples de réponses possibles :

- Sauver les ours polaires à Churchill (réchauffement climatique)
- Coupe du bois dans la forêt boréale/les parcs provinciaux
- Espèces envahissantes comme la salicaire pourpre ou la moule zébrée
- Déclin du lac Winnipeg
- Espèces en péril comme l'esturgeon, le pluvier siffleur, le faucon pèlerin, la chevêche des terriers
- Risques d'introduction d'espèces exotiques par la dérivation des eaux du lac Devil's, Dakota du Nord, dans la rivière Rouge
- Brise-vent dans les régions agricoles

#### **En quête**

#### ***Une pêche durable***

Il s'agit d'une série d'activités touchant un grand problème contextuel relatif au développement durable. Assigner aux élèves un lacensemencé de poissons et de l'argent dans un compte bancaire virtuel. Le but est de créer une pêche durable. Voir l'activité à **l'annexe 6**.

**Étude de cas- les îles Galápagos**

Inviter les élèves à lire l'étude de cas à l'**annexe 7** et à répondre aux questions.

**Stratégies d'évaluation suggérées*****Rapport écrit***

Demander aux élèves de préparer un rapport scientifique, soit une rédaction technique portant sur un dilemme lié à la conservation. Ce rapport doit insister sur les points suivants :

- définir l'enjeu et les paramètres correspondants;
- décrire des plans d'action possibles et les résultats éventuels;
- recommander une solution plus écologiquement durable.

**Ressources**

Le magazine *Perspectives sur la biodiversité* (Édition du Manitoba, 2005) est publié par Keewatin Publications et présente la perspective manitobaine sur divers sujets (p. ex., Moustiques, pesticides et manifestations). Ce magazine découle des *Perspectives mondiales sur la biodiversité*, qui renferme différents articles selon une perspective mondiale (p. ex., Pourquoi la diversité biologique est-elle une préoccupation?). On peut également avoir des perspectives canadiennes (Protéger les espèces en péril), et à l'échelle des Prairies (La forêt boréale).

Pour obtenir des copies pour les élèves, veuillez communiquer avec [Keewatin@sasktel.net](mailto:Keewatin@sasktel.net) ou appeler au (306) 586-9536.

Le projet WILD est un programme interdisciplinaire d'éducation en environnement et en conservation destiné aux éducateurs des niveaux élémentaire et secondaire. Le guide du projet contient une variété d'activités à intégrer au programme scolaire. Le guide est fourni à tous ceux qui participent aux ateliers du projet Wild.

Fédération canadienne de la faune. (1997) *Project WILD Activity Guide*. Fédération canadienne de la faune, Ottawa.

Le Canon Envirothon ([www.envirothon.org](http://www.envirothon.org)) est un concours annuel où se mesurent les équipes gagnantes des États ou provinces, qui doivent démontrer leurs connaissances en sciences environnementales et en gestion des ressources naturelles; des prix et des bourses d'études sont en jeu. L'Envirothon offre des expériences en classe intégrées au programme scolaire et sur le terrain, qui sont axées sur l'écologie, la gestion des ressources naturelles et les enjeux environnementaux d'actualité. Pour plus de détails sur l'Envirothon du Manitoba, visiter le site [www.mbforestryassoc.ca/Envirothon/envirothon\\_home\\_page.htm](http://www.mbforestryassoc.ca/Envirothon/envirothon_home_page.htm).

Le Projet WET est un autre programme interdisciplinaire d'éducation à l'environnement et à la conservation plus précisément axé sur l'eau. Le guide du Projet WET contient diverses activités pédagogiques à intégrer au programme scolaire. Des exemplaires du guide sont fournis à tous les participants à l'atelier du Projet WET.

## Annexe 1 : Des valeurs à préciser – Feuille de l'élève

### Introduction

Qu'est-ce qui a de la valeur, qu'est-ce qui est important pour toi? Scientifiques, économistes et décideurs politiques tentent de déterminer quelle importance a la biodiversité pour les humains, et en quoi réside cette valeur. Dans cette activité, tu devras déterminer la valeur que tu accordes à la biodiversité.

### Procédure

Étape 1 : Avec un partenaire, discute des questions ci-dessous sur la façon dont ta vie est influencée par la diversité biologique.

- a) Laquelle des deux situations suivantes aurait le plus d'impact sur ta vie : que tous les ours disparaissent, ou que tous les escargots disparaissent?
- b) Les bactéries, champignons et autres microorganismes sont des décomposeurs dans les écosystèmes. Qu'arriverait-il si ces organismes disparaissaient de la surface de la Terre?

Étape 2 : Réponds aux questions suivantes individuellement, puis discute de tes réponses avec ton/ta partenaire.

- a) Pour bâtir un centre commercial et un stationnement, un promoteur veut convertir l'une des quelques dernières prairies d'herbes hautes du Manitoba. Serais-tu pour ou contre ce projet? Explique ta réponse.
- b) Et si ce terrain devait servir à bâtir des logements pour les familles à faible revenu et des personnes âgées, est-ce que ta réponse serait différente? Pourquoi?
- c) Si tu gagnais 1 million de dollars à la loterie, combien donnerais-tu pour sauver un hectare de forêt menacée?
- d) As-tu eu de la difficulté à établir une valeur monétaire à la forêt menacée? Pourquoi?

Étape 3 : Classe les cinq espèces ci-dessous sur la ligne de continuité selon la valeur qu'elles ont pour toi.

<b>Escargot</b>	<b>Renard</b>	<b>Mousses</b>	<b>Thon</b>	<b>Crotale</b>
Grande valeur				Faible valeur

Maintenant, place ces espèces dans le tableau ci-dessous, les plus importantes au sommet de la liste, puis indique les motifs justifiant ton classement.

<b>Espèce</b>	<b>Motifs de classement</b>

Suppose que les organismes ci-dessus sont en péril et que tu dois les sauver de l'extinction. Laquelle sauverais-tu et pourquoi?

**Annexe 2 : Activité *Prends position* - Renseignements pour l'enseignant**

Utiliser un espace suffisamment grand pour placer tous les élèves en rangée. À une extrémité de la rangée, placer un carton : « Entièrement d'accord », et à l'autre, « Totalement en désaccord ». Si désiré, coller un ruban à masquer pour tracer la ligne reliant les deux extrémités, illustrant les positions intermédiaires.

Lire un scénario à haute voix après en avoir distribué des copies aux élèves ou avoir visionné des diapositives. Puis demander aux élèves de choisir la position sur la ligne qui correspond à leur opinion sur le sujet. Une fois que les élèves sont placés, leur demander d'expliquer pourquoi ils ont choisi cette position. Les encourager à réagir aux opinions des autres, mais en évitant les attaques contre ces opinions. Leur expliquer qu'ils peuvent, s'ils le désirent, modifier leur position sur la ligne après avoir entendu exprimer des idées auxquelles ils n'avaient pas pensé.

Cette activité peut servir d'entrée de jeu pour stimuler l'intérêt, la discussion et la recherche; préciser aux élèves qu'ils ne doivent pas nécessairement être des spécialistes pour avoir une opinion sur le sujet. Si désiré, répéter l'activité à la fin du cours pour évaluer si les élèves ont appris quelque chose durant la période, et si leurs points de vue ont changé grâce à cet apprentissage.

### **Annexe 3 : Activité Prends position - Scénarios**

#### **1. Du poisson juste pour maintenant ou pour l'avenir aussi?**

Depuis 20 ans, Mike gagne sa vie et celle de sa famille en faisant de la pêche commerciale dans le lac Winnipeg. Il a récemment acheté un nouveau bateau de pêche, plus gros, et doit faire de gros versements pour payer son achat. Mais Mike et son équipage peuvent travailler de façon plus efficace et plus sécuritaire.

Le voisin de Mike, Ramone, est biologiste spécialiste des eaux douces et travaille pour le gouvernement. Il étudie les populations de poisson dans le lac depuis une dizaine d'années et il préconise une forte réduction des débarquements de poissons de pêche commerciale (brochet et corégone) par année. Ramone affirme que d'après ses recherches, le nombre de poissons est en diminution dans le lac, et qu'il faut réduire les quotas de pêche.

« Je ne peux pas voir diminuer mon quota, réplique Mike; j'ai des paiements à faire sur mon bateau, et je dois nourrir ma famille. Mes hommes d'équipage ont besoin de leur paye aussi. Commencez donc par régler le problème de pollution dans le lac qui est la cause du déclin des stocks de poisson. »

Pour répondre aux préoccupations de Mike, Ramone soutient que si on n'agit pas maintenant, il n'y aura plus de poissons dans le lac d'ici quelques années. « Les poissons sont menacés de disparaître; regarde ce qui est arrivé à la pêche à la morue sur la côte Est. »

« Il y a encore beaucoup de poissons dans le lac, rétorque Mike, et je vais prendre ma part; c'est pour cela que j'ai un nouveau bateau. Comment pourrais-je le payer autrement? Comment faire pour gagner ma vie, sinon? »

**Que pensez-vous de la question de réduire les quotas de pêche? (Position de Mike)**

#### **2. Loups et bétail**

Les loups sont des habitants naturels du parc national de Yellowstone dans le Montana et le Wyoming, mais les humains ont pratiquement éradiqué les loups de la région au début des années 1900. Après des années de travail, des groupes environnementaux ont convaincu le gouvernement américain de relâcher une meute de loups dans le parc pour y rétablir leur population.

Sarah travaille pour Wolves in the Wild, organisation de protection des loups en milieu sauvage. Elle soutient qu'il faut ramener les loups dans le secteur parce qu'ils sont importants pour l'écosystème, et qu'ils aideront à rétablir l'équilibre naturel des populations de bien des espèces sauvages. « Nous avons détruit ces

animaux dans leur milieu naturel. Ce n'est que justice de les ramener chez eux. Sans les loups, cette région perd de son caractère unique. »

Pete est éleveur de bétail. Il fait remarquer que les loups ne connaissent pas les limites du parc et qu'il n'a aucun moyen de protéger le bétail de ces prédateurs. « Ils ne font aucune différence entre tuer une génisse ou un chevreuil, et je ne veux pas mettre la vie de mes bêtes en danger. On est au XXI<sup>e</sup> siècle, pas en 1930. Les loups sont partis, laissons-les où ils sont. Il faut bien que je gagne ma vie. »

**Que pensez-vous de la question de réintroduire des loups dans le parc?  
(Position de Sarah)**

Note : En 1995 et 1996, on a capturé des loups au Canada pour les relâcher dans le parc de Yellowstone. Dix autres loups provenant du nord du Montana ont été amenés dans le parc en 1997. Une analyse des pistes et des excréments de loup a permis de conclure qu'il n'y a pas eu de prédation du bétail par les loups. Pour obtenir d'autres informations, consulter le site Web du Projet de rétablissement des loups dans le parc Yellowstone (Wolf Restoration Project) au [www.nps.gov/yell/nature/animals/wolf/wolfrest.html](http://www.nps.gov/yell/nature/animals/wolf/wolfrest.html).

## Annexe 4 : Estimation de la taille d'une population

**Problème :** Quelles sont les méthodes utilisées pour estimer la taille de populations végétales ou animales?

**Introduction :** Il peut être difficile de déterminer la taille des populations de plantes et d'animaux. C'est pourquoi les biologistes utilisent diverses stratégies d'échantillonnage pour estimer la taille des populations dans un secteur. Les populations végétales peuvent être échantillonnées par transects ou par quadrats, qui sont des parcelles choisies de façon aléatoire à l'intérieur desquelles on détermine le nombre d'individus et les espèces présentes. Mais pour évaluer la taille d'une population animale mobile, il faut procéder par marquage (bague ou étiquetage) et recapture des animaux marqués.

Ces techniques se fondent sur des méthodes statistiques d'échantillonnage aléatoire. Il faut s'assurer que l'échantillonnage a bien été fait au hasard, sinon les estimations de populations seront erronées.

Les biologistes peuvent ensuite déterminer si une population est en croissance ou en déclin en répétant ces mesures ultérieurement.

### Matériel (par groupe d'élèves) :

- Manuel de biologie
- Règle
- Lamelle (microscope)
- Jarre opaque ou boîte à café avec couvercle, contenant des grains de riz
- Marqueur à pointe de feutre
- Calculatrice

### Méthode :

#### Partie 1 : Échantillonnage par transects

1. Choisis au hasard une page du manuel de biologie.
2. Tiens la règle à plat au-dessus de cette page, à 10 cm de hauteur, puis ferme les yeux et laisse tomber la règle.
3. Glisse la règle pour qu'elle couvre la longueur ou la largeur de la page. Un côté de la longueur de la règle est la ligne de transect.
4. Compte le nombre de lettres e (minuscules et majuscules) le long de la ligne de transect. Inscris-le dans ton tableau de données.

5. Choisis une autre page au hasard dans le manuel. Répète les étapes 2 à 4 quatre autres fois et inscris les données après chaque essai.

### Partie 2 : Échantillonnage par quadrats

1. Prends une lamelle de microscope. Cette lamelle représente un quadrat.
2. Choisis au hasard une page du manuel de biologie.
3. Tiens la lamelle à 10 cm au-dessus du manuel, puis laisse doucement tomber la lamelle sur la page.
4. Compte le nombre de lettres e (minuscules et majuscules) dans le quadrat. Inscris ce nombre dans votre tableau.
5. Choisis au hasard une autre page du manuel. Répète les étapes 2 – 4 quatre autres fois; inscris tes données après chaque essai.

### Partie 3 : Marquage et recapture

1. Prends une boîte contenant des grains de riz, qui représentent une population animale. L'enseignant assignera à ton groupe un nombre précis de grains de riz que tu devras prendre et marquer, soit 50, 100 ou 150, et qui représentera le nombre d'animaux capturés pour la première fois et marqués (M). Inscris ce nombre dans le tableau de données.
2. À tour de rôle, enlevez des grains de riz de la boîte, sans dépasser le nombre assigné. Utilise un marqueur pour colorer les grains de riz enlevés.
3. Une fois l'encre séchée, remets les grains de riz colorés dans le contenant. Secoue bien le contenant.
4. L'enseignant t'assignera un nombre précis de grains de riz à prendre une deuxième fois. Ce nombre sera de 60 ou 120 et représente le nombre d'animaux capturés la deuxième fois (C). Inscris ce nombre dans le tableau de données.
5. Enlève le couvercle de la boîte et sans regarder à l'intérieur, retire de la boîte le nombre de grains de riz assigné. Compte combien de grains de riz sont marqués (représentent les animaux recapturés). Inscris ce nombre dans la colonne R – Essai 1 dans le tableau.
6. Remets tous les grains de riz dans le contenant. Mélange bien et répète l'étape 5, enlevant le même nombre de grains de riz. Inscris ce nombre dans la colonne R – Essai 2.
7. Répète l'étape 6. Inscris le nombre de grains de riz marqués sous R-Essai 3.
8. Détermine la moyenne des animaux recapturés de tes trois essais et inscris ce nombre comme valeur moyenne de R.

9. Avec tes partenaires, compte le nombre total de grains de riz dans le contenant. Inscris ce nombre dans votre tableau comme étant le nombre réel de grains de riz.

**Tableau de données :**

Partie 1 : Échantillonnage par transects

Essai	Nombre de lettres « e »
1	
2	
3	
4	
5	

Partie 2 : Échantillonnage par quadrats

Essai	Nombre de lettres « e »
1	
2	
3	
4	
5	

Partie 3 : Marquage et recapture

Étape

Nombre	
M (nombre de grains de riz enlevés et marqués la première fois)	
C (nombre total de grains de riz retirés la deuxième fois)	
R Essai 1 (nombre de grains de riz recapturés)	
R Essai 2 (nombre de grains de riz recapturés)	
R Essai 3 (nombre de grains de riz recapturés)	
Moyenne de « R »	
Nombre réel de grains de riz dans le contenant	

**Analyse :**

Partie 1 : Échantillonnage par transects

1. Calcule le nombre moyen de lettres « e » dans la page de ton manuel.

---

2. Calcule le nombre de « e » dans ton manuel. Multiplie le nombre moyen de « e » par page par le nombre de pages du livre.

---

Partie 2 : Échantillonnage par quadrats

1. Calcule le nombre moyen de lettres « e » dans une page de ton livre.

---

2. Calcule le nombre de « e » dans ton manuel : multiplie le nombre moyen de « e » dans une page par le nombre de pages du manuel.

---

3. Partage tes résultats avec la classe en inscrivant au tableau le nombre total de « e » que tu as calculé pour le manuel et inscris-le dans le tableau ci-dessous.

Groupe	Nombre de « e »

Partie 3 : Marquage et recapture.

1. Calcule la taille estimative de ta population à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{MC}{R}$$

N = nombre total d'individus dans une population  
 M = nombre d'animaux marqués et relâchés (50, 100 ou 150)  
 C = nombre total d'animaux capturés dans le deuxième échantillon (60 ou 120)  
 R = nombre moyen d'animaux marqués capturés à nouveau dans le deuxième échantillon (recapturés)

---

3. Comment ton estimation de la population se compare-t-elle au nombre réel de grains de riz?

---

4. Calcule le pourcentage d'erreur de ton estimation à l'aide de la formule :

$$\text{erreur (\%)} = \frac{\text{nombre estimé} - \text{nombre réel}}{\text{nombre réel}} \times 100$$


---

5. Partage tes résultats avec ceux de la classe en indiquant au tableau le pourcentage d'erreur que tu as calculé et inscris-le dans le tableau ci-dessous :

Taille de l'échantillon d'animaux recapturés

Nombre de grains de riz marqués	60	120
50		
100		
150		

6. Quel est l'effet d'un nombre élevé d'animaux marqués sur le pourcentage d'erreur?

---



---

7. Quel est l'effet d'un nombre élevé de recaptures sur le pourcentage d'erreur?

---

---

**Conclusions**

1. Compare ton estimation par quadrat avec l'estimation par transect du nombre de e dans le manuel. Pourquoi tes résultats peuvent-ils être différents?

---

---

2. Compare tes estimations par quadrats avec celles de tes camarades. Pourquoi vos résultats varient-ils?

---

---

3. Si tu fais une estimation de population par marquage et recapture sur le terrain, quelle taille d'échantillon choisirais-tu pour optimiser tes résultats? Pourquoi?

---

---

---

4. Pourquoi est-il important de faire l'échantillonnage au hasard dans les techniques utilisées pour estimer la taille de populations?

---

---

5. Manitoba Hydro construit un barrage sur une rivière qui abrite une population d'esturgeon jaune. C'est une espèce rare, dont la population décroît dans la province. Tu es biologistes de la faune et es chargé de déterminer les répercussions du barrage, une fois construit, sur la population d'esturgeons.

a) Comment ferais-tu pour estimer la population d'esturgeon jaune?

---

---

---

---

---

b) Comment procéderaistu pour déterminer si le barrage aura un impact sur la population d'esturgeon dans la rivière?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Annexe 5 : Le processus de prise de décisions

Le processus de prise de décision est un moyen d'analyser des questions et de faire un choix parmi différentes mesures. Les questions sont souvent complexes et ne donnent pas lieu à une réponse unique. Elles peuvent aussi susciter de la controverse lorsqu'elles portent sur des valeurs individuelles et collectives. Pour prendre une décision informée, les élèves doivent maîtriser les concepts scientifiques liés à la question et aussi être sensibilisés aux valeurs à l'origine d'une décision. Le processus comporte une série d'étapes, notamment :

- Cerner et clarifier la question
- Connaître les différents points de vue et/ou les personnes concernées par la question
- Évaluer d'un regard critique l'information disponible
- Déterminer les options possibles ou les positions adoptées sur le sujet
- Évaluer les répercussions liées aux options possibles ou aux positions adoptées sur le sujet
- Être sensibilisé aux valeurs pouvant orienter une décision
- Prendre une décision réfléchie et fournir des justifications
- Donner suite à une décision
- Réfléchir au processus

Les élèves ont pris connaissance du processus de prise de décisions dans les cours de sciences de la nature de la 9<sup>e</sup> année. La plupart des questions abordées en biologie 30S concernent des décisions personnelles liées à la santé et au mieux-être, mais d'autres questions relèvent de valeurs de la société. Si les élèves ne possèdent pas beaucoup d'expérience en matière de prise de décisions, l'enseignant peut aborder le processus avec plus d'encadrement, donnant ainsi aux élèves la chance d'utiliser cette approche dans un environnement structuré. On peut ainsi choisir de leur présenter un scénario précis ou une question particulière à étudier. Les élèves prendront éventuellement une part active dans le processus en choisissant leurs propres questions, en effectuant leurs propres recherches, en prenant leurs propres décisions et en donnant suite à ces décisions.

On peut aborder le processus de prise de décisions sous divers angles. Par exemple, les élèves peuvent jouer le rôle de différentes personnes concernées par une question, travailler en équipes pour discuter d'une question ou prendre une décision en se fondant sur leurs propres recherches et valeurs personnelles.

On peut demander aux élèves de prendre position et de débattre d'une question ou les placer dans une situation les obligeant à en venir à un consensus. Les élèves ne devraient pas seulement défendre un point de vue qu'ils partagent. On devrait leur demander d'adopter le point de vue de quelqu'un d'autre et de défendre ce point de vue. Peu importe la méthode utilisée, les questions suivantes peuvent orienter les élèves dans le processus de prise de décisions :

- Quelle est la question?
- Quelles sont les données scientifiques importantes nécessaires pour comprendre cette question? Où puis-je trouver ces renseignements?
- Qui a des intérêts dans cette affaire et pourquoi?
- Quelles sont les options possibles?
- Quel est le pour et le contre de chacune des options éventuelles?
- Quelle est ma décision? Quels critères ont mené à la prise de cette décision?

### **Évaluation**

Puisqu'il existe de multiples façons d'aborder une question, divers résultats ou événements culminants peuvent découler du processus de prise de décisions, par exemple, une assemblée locale, une table ronde, une conférence, un débat, une étude de cas, un exposé de principe, un exposé en classe, une discussion en classe, etc. Peu importe le résultat ou l'événement, l'évaluation devrait mettre l'accent sur les compétences précisées dans le regroupement 0, ainsi que sur la compréhension et l'utilisation des concepts scientifiques.

Pour les jeux de rôles, comme les assemblées locales, les tables rondes ou les conférences, les critères d'évaluation devraient porter sur la capacité des élèves à entrer dans la peau de l'intervenant personifié. Ils pourraient comprendre les critères suivants :

- Opinions clairement définies
- Présentation de preuves à l'appui des arguments
- Réponses claires aux questions et conformes à l'opinion de l'intervenant
- Exposé clair et organisé
- Opinion de l'intervenant présentée avec précision
- Absence de parti pris personnel

## **Annexe 6 : Une pêche durable**

**« Un problème de portée générale concernant le développement durable »**

**Par : Lisa Tack, Manitoba Water Stewardship, Fisheries Branch (Gestion des ressources hydriques du Manitoba – Pêches)**

### **Situation :**

Les élèves créent un scénario de pêche au lac Winnipeg.

### **Sommaire :**

« Vous tous ici avez été choisis pour un concours qui vous offre la chance de profiter des intérêts sur un compte de 1 milliard de dollars. Ce compte, c'est le lac Winnipeg – ou plus exactement, le *poisson* du lac Winnipeg. À un taux d'intérêt de 10 %, le montant annuel des intérêts serait de 100 millions de dollars! Aimerez-vous avoir une part du « gâteau »? Le gouvernement provincial du Manitoba vous invite à élaborer une proposition afin d'obtenir une part des intérêts générés par ce capital naturel (c.- à-d. créer une pêche durable à partir de ce capital naturel). « Il y a une attrape » direz-vous? Eh bien, vous devez suivre certaines règles et consignes ci-dessous. »

### **Information :** Capital naturel et développement durable

Au Manitoba, la pêche est une source de capital naturel où l'habitat du poisson est la banque, et les stocks de poisson, le principal du compte en banque qui produit les volumes excédentaires de poisson (représentant l'intérêt). Le Manitoba profite de ces volumes excédentaires comme suit :

- 1) c'est une source de nourriture pour beaucoup de gens;
- 2) une source de loisirs et d'activités récréatives;
- 3) un gagne-pain pour bien des familles;
- 4) des millions de dollars de recettes (richesses) pour le Manitoba.

Le développement durable permet de résoudre le conflit apparent entre le développement économique et la préservation de l'environnement naturel. En réalité, l'environnement, l'économie et la santé/le bien-être de la société sont interdépendants et interreliés (Éducation Manitoba, (1997), p. 5.4).

**Consignes :**

- 1) Forme une « société » (corporation) avec 2 ou 3 autres élèves pour établir une pêche *durable* sur le lac Winnipeg, en tenant compte des aspects scientifiques, technologiques, sociaux, environnementaux et économiques.
- 2) Créez une présentation multimédia (PowerPoint, site Web, vidéo, etc.) afin de persuader le jury de choisir la proposition de votre société comme soumission gagnante pour l'établissement d'une pêche de plusieurs millions de dollars.
- 3) Pour améliorer votre présentation multimédia, créez aussi un portfolio sur votre proposition de pêche.
- 4) Chaque société doit exécuter toutes les activités mentionnées ci-dessous, ou y participer.
- 5) Il est essentiel de respecter tous les délais prescrits.

**Règles :**

- 1) Toutes les sommes doivent être exprimées en dollars canadiens – vous devez convertir les autres devises en monnaie canadienne avant de faire des transactions.
- 2) Tous les faits et chiffres doivent être récents et documentés (c.-à-d. que vous devez fournir des preuves des coûts, dépenses et recettes).
- 3) Vous devez effectuer une variété de tâches (c.-à-d. que quand vous avez le choix entre deux tâches, vous devez varier le type de tâches). Ainsi, vous n'avez pas le droit de faire deux présentations PowerPoint ou deux brochures, ou deux pages Web, etc.

**Activités** : Sommaire des buts et activités de classe

<b>N°</b>	<b>TITRE</b>	<b>BUT</b>	<b>ACTIVITÉS DE CLASSE</b>
<b>1</b>	Historique de la pêche	Se renseigner sur l'histoire de l'industrie de la pêche au Manitoba	Recherches et documentation
<b>2</b>	L'argent, l'argent, l'argent	Comprendre les paramètres économiques de la pêche et faire un budget pour la société	Établissement du budget
<b>3</b>	Venez petits poissons, venez, venez...	Se documenter sur la biologie des poissons et les environnements aquatiques	Fixer un quota et analyser des études de cas
<b>4</b>	À qui appartient ce gage...?	Comprendre les impacts de votre pêche sur la société, la technologie, la science, l'économie et l'environnement	Débat/jeu de rôles
<b>5</b>	Vous avez le poste!	Se documenter sur les carrières liées à la pêche	Recherche d'emploi
<b>6</b>	Quel désastre!	Se renseigner sur les effets de catastrophes naturelles et des activités humaines sur l'industrie de la pêche	Recherches et documentation

**Activités** : Sommaire des exigences

<b>N°</b>	<b>TITRE</b>	<b>PRÉSENTATION</b>	<b>PORTFOLIO</b>
<b>1</b>	Historique de la pêche	Trousse d'information (dépliant, brochure, vidéo, article, etc.).	Entrée de journal
<b>2</b>	L'argent, l'argent, l'argent	Met l'accent sur les aspects budgétaires qui favorisent le développement durable	Budget
<b>3</b>	Venez petits poissons, venez, venez...	Description des principales mesures assurant le développement durable	Trousse d'information (dépliant, brochure, etc.)
<b>4</b>	À qui appartient ce gage...?	Description des intervenants et de leurs préoccupations	Brochure, site Web, annonce, publicité, article de journal, etc.
<b>5</b>	Vous avez le poste!	Publicité (affiche, annonce, etc.)	Curriculum vitae, lettre d'accompagnement (individuel)
<b>6</b>	Quel désastre!	Affiche, annonce, campagne publicitaire, etc.	Dépliant, brochure, site Web, vidéo, etc.

**ACTIVITÉ N° 1** : Historique de la pêche (Tu as déjà vu la mer, Billy?)

**But** : Apprendre l'histoire de l'industrie de la pêche au Manitoba.

Fais une recherche sur les origines et l'histoire de l'industrie de la pêche à partir de sources comme Internet, des entrevues, des publications, etc.

- ◆ Qui sont les principaux acteurs de cette industrie?
- ◆ Comment l'industrie a-t-elle évolué/changé?
- ◆ Quels ont été les moteurs de ce changement?
- ◆ Nommez quelques progrès scientifiques/technologiques importants?
- ◆ Quelles ont été leurs répercussions?
- ◆ Quelle est la situation actuelle de l'industrie de la pêche au Manitoba?
- ◆ Comment notre culture a-t-elle façonné l'industrie de la pêche?
- ◆ Quels sont les principaux règlements et lois régissant cette industrie?
- ◆ De quelle façon les besoins des humains ont-ils influé sur l'industrie?
- ◆ Quels sont les droits des pêcheurs autochtones et non autochtones?

**À intégrer à la présentation** : Un texte informatif (article de recherche, vidéo, brochure d'information, etc.) pour présenter les constatations et connaissances de votre groupe sur l'industrie de la pêche.

**À intégrer au portfolio** : Une entrée de journal collective sur la « position » de votre société relativement au développement durable dans l'industrie de la pêche qu'elle propose (buts, cibles, méthodes pour y arriver, etc.).

**Ressources :**

Site Web de Manitoba Water Stewardship, Fisheries Branch (Gestion des ressources hydriques du Manitoba) :

<http://www.gov.mb.ca/waterstewardship/fisheries/index.html?/images/history.pdf>

« A Profile of Manitoba's Commercial Fishery »:

<http://www.gov.mb.ca/waterstewardship/fisheries/commercial/history.pdf>

Domestic Fishing:

<http://www.gov.mb.ca/waterstewardship/fisheries/domestic/index.html>

First Nations Rights and Responsibilities:

<http://www.gov.mb.ca/conservation/firstnations/index.html>

**ACTIVITÉ N° 2** : ...L'argent, l'argent, l'argent

**But** : Établir un budget pour votre société en essayant de comprendre les aspects économiques de l'industrie de la pêche au Manitoba.

Déterminer les éléments nécessaires pour établir votre société dans cette industrie en examinant les points suivants :

- ◆ Coûts de démarrage (droits des permis de pêche, etc.)
- ◆ Construction
- ◆ Équipements (bateaux, moteurs, filets, ancres, bacs/bassins, couteaux, filin de ralingue, etc.)
- ◆ Entretien (bâtiment, bateaux, etc.)
- ◆ Entreposage (bateaux, équipements, etc.)
- ◆ Technologie (GPS, radios émetteurs-transmetteurs, téléphones cellulaires, etc.)
- ◆ Main-d'œuvre (salaires, etc.)
- ◆ Formation (formation sur la sécurité pour le personnel, recyclage, etc.)
- ◆ Exigences liées aux permis de pêche
- ◆ Quota de pêche
- ◆ Règlement concernant la saison de pêche
- ◆ Revenus annuels
- ◆ Marge de crédit et transactions bancaires (frais d'intérêts, etc.)
- ◆ Assurances et coûts
- ◆ Énergie et coûts (carburant, électricité, etc.)
- ◆ Exigences de l'industrie de transformation
- ◆ Estimation des coûts, du filet à la table (de la capture jusqu'au consommateur final)
- ◆ Marketing et coûts

**À intégrer à la présentation** : Indique comment votre budget favorise le développement durable.

**À intégrer au portfolio** : Le budget

**Ressources** :

Pièce jointe A : Sommaire du budget (budget type pour une entreprise de pêche)

L'office de commercialisation du poisson d'eau douce:

<http://www.freshwaterfish.com/FRENCH/french.htm>

**ACTIVITÉ N° 3** : Venez petits poissons, venez, venez...

**But** : Se documenter sur la biologie des poissons et les environnements aquatiques.

Indiquer les espèces de poisson commerciales présentes dans le lac Winnipeg et l'habitat qui leur est nécessaire en vous documentant sur les concepts/aspects suivants :

- ◆ Dynamique des populations
- ◆ Capacité portante
- ◆ Biodiversité
- ◆ Impact de l'introduction/l'extinction d'espèces
- ◆ Santé des poissons (parasitologie/maladies)
- ◆ Détermination des quotas de pêche
- ◆ Lois et règlements environnementaux, quotas, redevances et raisons à l'appui
- ◆ Réempoissonnement
- ◆ Trucs et conseils sur des méthodes pour assurer la durabilité des populations de poisson
- ◆ Étude de la façon dont la sélection naturelle et la spéciation divergente et convergente s'appliquent aux espèces de poissons du lac Winnipeg
- ◆ Isolement génétique et géographique

**Activité de classe** : exemple d'établissement d'un quota

**Activité de classe** : analyse d'études de cas

Analyse des études de cas qui démontrent une interdépendance entre la science, la technologie, la société et l'environnement (c.-à-d. problèmes de pollution/qualité de l'eau)

**À intégrer à la présentation** : Indique toutes les mesures prises pour créer une pêche durable (lois, règlements, quotas, redevances, etc.) et les raisons expliquant ces mesures (c.-à-d. pour contrôler le volume des débarquements de poisson du lac, nous avons fixé un quota pour chaque pêcheur et/ou décidé de rempoissonner le lac chaque année, etc.).

**À intégrer au portfolio** : Une trousse d'information expliquant (à une autre entreprise de pêche à ses débuts) ce dont les poissons ont besoin pour survivre et des trucs/conseils sur la façon d'assurer la durabilité des populations de poisson.

**Ressources :**

Pêche durable, Ressource pour les enseignants de 10<sup>e</sup> année,  
Regroupement 1 : La dynamique des écosystèmes, contexte et leçons :  
<http://www.gov.mb.ca/conservation/sustain/10.html>

Direction des pêches  
<http://www.gov.mb.ca/conservation/sustain/index.html>

Legislative Framework for Manitoba Fisheries:  
<http://www.gov.mb.ca/waterstewardship/fisheries/regulations/flow.pdf>

*Loi sur les pêches :*  
<http://lois.justice.gc.ca/fr/showtdm/cs/F-14>

Règlement de pêche du Manitoba :  
<http://lois.justice.gc.ca/fr/showdoc/cr/DORS-87-509///fr?page=1>

Direction des pêches – Liens fournis sous « Legislation/Regulations » à gauche :

Harvest Schedule (Saison de pêche commerciale)

***Lois sur la pêche :***

<http://web2.gov.mb.ca/laws/statutes/ccsm/f090f.php>

*Règlement sur les rapports de pêche commerciale*

<http://web2.gov.mb.ca/laws/regs/pdf/f090-151.94.pdf>

*Règlement sur les prêts aux pêcheurs*

<http://web2.gov.mb.ca/laws/regs/pdf/f090-016.88r.pdf>

*Règlement sur les droits des permis de pêche*

<http://web2.gov.mb.ca/laws/regs/pdf/f090-119.97.pdf>

*Règlement sur les permis de pêche*

<http://web2.gov.mb.ca/laws/regs/pdf/f090-124.97.pdf>

*Règlement sur la formule de transport du poisson*

<http://web2.gov.mb.ca/laws/regs/pdf/f090-152.94.pdf>

*Loi sur l'inspection du poisson*

<http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cs/F-12?noCookie>) et

<http://laws.justice.gc.ca/fr/showdoc/cr/C.R.C.-ch.802///fr?page=1&noCookie>)

*Loi sur la commercialisation du poisson d'eau douce*

<http://laws.justice.gc.ca/fr/showtdm/cs/F-13?noCookie>)

Stewart, K. et Watkinson, D. (2004). *The Freshwater Fishes of Manitoba*, Winnipeg, Manitoba, University of Manitoba Press.

**ACTIVITÉ N° 4** : À qui appartient ce gage...?

**But** : Comprendre les impacts de votre pêche sur la société, la technologie, la science, l'économie et l'environnement.

Fais une recherche sur les impacts d'activités de pêche sur l'environnement, la société, la science, la technologie, etc., en vue d'élaborer un plan d'action pour réduire au minimum les impacts négatifs et maximiser les impacts positifs de votre pêche.

- ◆ Qui sont les acteurs?
  - ◆ Pêcheurs commerciaux
  - ◆ Pêcheurs occasionnels
  - ◆ Adeptes d'activités récréatives
  - ◆ Industrie du tourisme
  - ◆ Hydroélectricité
  - ◆ Groupes environnementaux, de préservation de l'habitat, de lutte anti-pollution
  - ◆ Autres groupes utilisant le lac
- ◆ Quelles sont leurs préoccupations?
- ◆ Comment faire pour réduire au minimum les impacts négatifs de votre pêche?
- ◆ Comment faire pour maximiser les impacts positifs de votre pêche?

**Activité de classe** : Débat – jeu de rôles

Chaque société représentera un groupe d'intervenants, fera des recherches sur la position et les préoccupations de ce groupe et défendra cette position lors d'un débat/jeu de rôles.

**À intégrer à la présentation** : Une description de tous les intervenants et un bref aperçu de leurs préoccupations. Indiquez aussi les préoccupations que votre groupe a examinées et résolues et de quelle façon.

**À intégrer au portfolio** : Une brochure, une annonce, un article de journal, adresse d'un site Web, etc. expliquant/discutant de la position/des préoccupations du groupe et des raisons à l'appui.

**Ressources :**

Éducation, Formation professionnelle et Jeunesse Manitoba (1997).  
L'enseignement des sciences de la nature au secondaire.  
Voir le chapitre 4 : STSE Connections - débat, scénarios de jeux de rôles et études de cas sur les enjeux de STSE.  
Voir le chapitre 5 : Science et développement durable.

Direction des pêches :

<http://www.gov.mb.ca/conservation/sustain/index.html>

Institut international du développement durable :

[http://www.iisd.org/default\\_fr.aspx](http://www.iisd.org/default_fr.aspx)

Éducation Manitoba – Développement durable :

[http://www.edu.gov.mb.ca/m12/dev\\_durable/index.html](http://www.edu.gov.mb.ca/m12/dev_durable/index.html)

Division de la gérance de l'environnement (Sustainable Resource Management Branch) :

<http://www.gov.mb.ca/conservation/susresmb/index.html>

**ACTIVITÉ N° 5** : Vous avez le poste!

**But** : Se renseigner sur les carrières liées à la pêche.

Fais une recherche sur les diverses carrières liées à la pêche en vue de déterminer qui vous devez employer et la méthode d'embauche que vous utiliserez. Documentez-vous sur les points ci-dessous.

- ◆ Description des postes nécessaires (tâches, exigences, salaires, avantages sociaux, dépenses d'employeur, etc.)
  - ◆ Biologistes
  - ◆ Techniciens
  - ◆ Gérants/directeurs
  - ◆ Scientifiques
  - ◆ Spécialistes
  - ◆ Capitaines
  - ◆ Pêcheurs commerciaux
  - ◆ Administration
  - ◆ Travailleurs à l'entretien
  - ◆ Etc.
- ◆ Embauche et contrats de travail des employés (coûts et avantages sociaux)
- ◆ Passe-temps et carrières liés à la pêche

**À intégrer à la présentation** : Une brève description de chaque emploi nécessaire et votre décision quant à l'embauche (c.-à-d. y a-t-il eu des travailleurs embauchés comme employés ou contractuels?). Ajoutez une offre d'emploi lié à la pêche.

**À intégrer au portfolio** : Un curriculum vitae et une lettre d'accompagnement pour l'emploi dans l'industrie de la pêche que vous aimeriez décrocher, et une explication des motifs qui vous font souhaiter cet emploi. (Chaque membre du groupe doit le faire *individuellement*.)

**ACTIVITÉ N° 6 : Quel désastre!**

**But :** Se renseigner sur les effets des conditions météorologiques, du réchauffement climatique, des catastrophes naturelles et des activités humaines sur l'industrie de la pêche.

Fais une recherche sur les sujets ci-dessous et leurs effets correspondants sur l'industrie de la pêche.

- ◆ Surpêche
- ◆ Réchauffement climatique (Kyoto)
- ◆ Précipitations acides
- ◆ Charge de nutriments
- ◆ Irrigation
- ◆ Hydroélectricité
- ◆ Pollution
- ◆ Crues/inondations
- ◆ Qualité de l'eau
- ◆ Programmes axés sur l'environnement, p. ex., recyclage, éducation, réduction des émissions, mesures incitatives en emploi, covoiturage, transit, etc.
- ◆ Conflits possibles entre l'industrie de la pêche, les défenseurs des qualités esthétiques des paysages et les adeptes d'activités récréatives
- ◆ Conflits possibles avec d'autres industries : tourisme, agriculture, etc.

**À intégrer à la présentation :** Indique une mesure incitative, un programme, une annonce ou une campagne de sensibilisation dont votre groupe est l'initiateur pour aider à réduire les effets de catastrophes naturelles et des activités humaines sur votre pêche.

**À intégrer au portfolio :** Une trousse d'information (dépliant, brochure, vidéo, site Web, etc.) fournissant une brève description de tous les incitatifs, programmes, annonces, campagnes que votre groupe a mis en place pour aider à réduire les effets des catastrophes naturelles et des activités humaines sur votre pêche (note : les coûts doivent être comptabilisés dans votre budget!).

**Ressources :**

Water Stewardship, Water Branch – Water Quality (Gestion des ressources hydriques du Manitoba – Qualité de l'eau):

[http://www.gov.mb.ca/waterstewardship/index.html?water\\_quality.html](http://www.gov.mb.ca/waterstewardship/index.html?water_quality.html)

## Annexe 7 : Les îles Galápagos

[Traduction libre]

*Prenez vingt-cinq tas de cendres dispersés çà et là dans un terrain vague; puis imaginez ces monticules devenir des montagnes et le terrain vague se transformer en une mer tout bleue. Vous aurez une bonne idée de l'aspect général des îles Encantadas (les îles Enchantées) - Herman Melville*

### **PARTIE I – SURGIES DES PROFONDEURS**

Kate se tenait au bord de la *caldera*, scrutant les profondeurs du cratère. Elle pouvait à peine distinguer le mouvement de l'animal trois cents mètres plus bas, mais il n'y avait pas de doute : la tortue qu'elle appelait Alfredo était là, s'avancant lentement entre les roches de lave vers l'étang. Un mâle imposant de 200 kilos.

Kate ne pouvait que s'émerveiller en regardant les volcans autour d'elle. Avant de faire ce voyage, elle s'était documentée sur les îles Galápagos et leur origine volcanique. Mais elle ne s'attendait pas à autant d'émotions à la vue des îles elles-mêmes et de leurs paysages si austères.

Son diplôme en poche, elle s'apprêtait à entamer quatre années d'études sur les animaux dont l'espérance de vie est la plus longue. Alfredo fréquentait cette île bien avant que Darwin ne débarque – et il était toujours là, traînant sa carapace entre les pierres volcaniques.

Les îles Galápagos ont à peu près la même origine que les îles Hawaï, sauf qu'elles sont beaucoup plus jeunes, et leurs paysages plus désolés et arides. Kate avait lu que les Galápagos forment un chapelet d'îles, dont quelques-unes sont maintenant sous la surface. Elle se demandait comment elles s'étaient formées. Était-ce à partir d'un point chaud au fonds de l'océan par où s'échappaient de temps à autre du magma en fusion? Quelque part dans la mer près de la faille des Galápagos se trouvaient des bouches hydrothermales crachant des gaz sulfureux. Certains biologistes pensent que ces cheminées hydrothermales ont été les creusets de la vie.

Depuis longtemps, Kate rêvait de visiter les îles Galápagos, et ses attentes étaient comblées. Formées de 13 grandes îles et d'une douzaine de plus petites, les Galápagos chevauchent l'équateur dans l'est de l'océan Pacifique, à quelque 600 milles au large de la côte de la partie continentale de l'Équateur. De gros affleurements de roche volcanique crénelés alternent avec de petites plages sablonneuses le long des côtes. On peut voir des mangroves isolées le long du rivage menant aux basses terres arides où poussent des cactus, puis des forêts montagneuses humides et luxuriantes dans les hautes terres, et enfin des fougères arborescentes et des broussailles, seule végétation des hautes terres.

Mais le plus impressionnant pour Kate est l'immense variété d'animaux. Comme tous les autres visiteurs des îles, depuis les premiers Européens débarqués ici jusqu'à l'arrivée de Darwin quelque 300 ans plus tard en 1835, elle était renversée de voir à quel point ces

animaux si étranges étaient si peu farouches. Des dizaines de lions de mer se prélassaient au soleil sur la plage, et des fous masqués se faisaient la cour pratiquement à ses pieds.

À travers les roches, au bord de l'eau, vivait l'iguane marin, le seul lézard marin dans le monde. La mer baignant les îles abritait des raies (pastenagues), des requins à longues nageoires, des tortues marines, et des manchots des Galápagos. Elle pouvait voir là des dizaines d'espèces endémiques, qui n'étaient présentes nulle part ailleurs sur cette Terre.

Et Kate était là, juste à l'endroit où Charles Darwin avait débarqué 150 ans plus tôt. La théorie de l'évolution de Darwin était en grande partie fondée sur sa conception des origines des organismes vivants aux îles Galápagos. Il s'était demandé d'où venaient ces animaux. Comment des espèces végétales et animales d'îles si rapprochées pouvaient être aussi différentes et, étrangement, si semblables? Chaque île semblait avoir sa propre espèce de tortue, d'iguane marin et même de cactus raquette.

Les pinsons présentaient un intérêt tout particulier. Ces oiseaux pour lesquels il n'y avait pratiquement aucune classification avaient un bec présentant d'étranges adaptations afin de pouvoir consommer différents types d'aliments. Bien que la plupart se nourrissent de graines, Darwin avait découvert que certains pinsons s'étaient spécialisés et utilisaient de petites brindilles pointues pour sonder les creux d'écorce des cactus et déloger les larves. Il l'appelait un pinson pseudo-pic. Comment ces animaux et plantes pourraient-ils résulter du seul fait de la création? N'était-il pas plus logique de penser que des espèces du continent étaient venues dans les îles il y a plusieurs siècles et s'étaient spécialisées pour s'adapter à différentes conditions environnementales sur les différentes îles?

Kate savait maintenant la réponse aux questions de Darwin, et pourtant, ces îles ne semblaient pas assez vieilles pour expliquer l'incroyable diversité dont elle était témoin. Elle savait que les Grant, un couple de chercheurs de l'Université de Princeton, travaillaient dans une île voisine afin de trouver l'explication à cette évolution rapide. Elle avait entendu à la Station de recherche Charles Darwin qu'ils avaient été fascinés par la rapidité des changements qui semblaient résulter de l'influence du courant El Niño durant les deux dernières décennies. Elle résolut de se pencher davantage sur la question, mais pour l'instant, il fallait retourner à la station de recherche – de lourds nuages se profilaient à l'horizon.

### **Questions**

1. Comment les îles Galápagos se sont-elles formées?
2. Y avait-il des plaques tectoniques en cause?
3. Quel est l'âge des îles Galápagos?
4. Quels types d'animaux et de plantes sont endémiques à ces îles?
5. Comment les espèces peuvent-elles devenir endémiques?
6. D'où provenaient les premières espèces colonisatrices et comment sont-elles parvenues aux îles Galápagos?
7. Quels sont les types d'adaptations spéciales présentes chez les animaux et les plantes? Comment ces adaptations évoluent-elles?

8. Comment ces îles s'intègrent-elles au concept d'évolution de Darwin?

### **Références**

Hickman, John. 1985. *The Enchanted Islands: The Galápagos Discovered*. Longwood Publishing Group, Dover, New Hampshire. p. 169.

Monastersky, R., 1999, « Atlantis of the iguanas found in Pacific (researchers discover ancient predecessors of the Galápagos Islands off coast of Costa Rica) », *Science News* 155(25), p. 389.

Werner, Reinhard *et al.*, 1999, « Drowned 14-m.y.-old Galápagos archipelago off the coast of Costa Rica: implications for tectonic and evolutionary models, » *Geology* 27(6), pp. 499-502.

### **Sites Internet**

Îles Galápagos.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%8Eles\\_Gal%C3%A1pagos](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%8Eles_Gal%C3%A1pagos)

Les îles Galápagos. <http://www.dinosoria.com/Galapagos.htm>

Les îles Galápagos.

[http://www.fortunecity.com/greenfield/bicycle/146/les\\_iles\\_Galapagos.htm](http://www.fortunecity.com/greenfield/bicycle/146/les_iles_Galapagos.htm)

Le Voyage du Beagle, par Charles Darwin

<http://www.literature.org/authors/darwin-charles/the-voyage-of-the-beagle/>

GalápagosQuest: An Interactive Expedition

<http://cnn.com/NATURE/9903/10/Galapagosquest/>

Galápagos Geology on the Web

<http://www.geo.cornell.edu/geology/Galapagos.html>

## PARTIE II – LES PINSONS DE DARWIN

[Traduction libre]

« Alors Kate, que penses-tu des îles? » demanda Miguel.

« Je les trouve simplement fantastiques. Les Espagnols avaient bien raison de les appeler Las Encantadas (les îles Enchantées). » Kate venait juste d'entrer dans la bibliothèque de la station de recherche Charles Darwin pour rencontrer son directeur assis à une table.

« En effet, les îles Enchantées, c'est un nom qui leur va bien. J'ai toujours pensé que les volcans étaient ensorcelés. Assieds-toi un peu et dis-moi si tu as des plans précis » lui dit Miguel en désignant une chaise face à lui.

« Eh bien, j'étais sur Albemarle il y a deux jours et je pense que je pourrais faire ma recherche à cet endroit. La perspective de pouvoir étudier les déplacements de caractéristiques sur les cinq volcans me plaît énormément. Imagine, cinq races différentes de tortues sur la même île. Il y a beaucoup de tortues qui semblent avoir été marquées par des chercheurs, et tu sembles avoir déjà passablement de documentation sur ces travaux. »

« Oui. En plus, nous avons certaines données génétiques sur les tortues ici, surtout celles de nos enclos de reproduction. Tu les as déjà vues, sûrement. »

« Oui, je les ai vues. Je pense que c'est une avancée extraordinaire que vous puissiez au moins déterminer de quelle île proviennent certains de ces animaux. De fait, il serait possible d'identifier les parents si l'on avait plus de données disponibles. Mais qui est chargé de ces recherches? Vous le faites ici à la station? »

« Non. On a envoyé des échantillons de tissus à des laboratoires des États-Unis pour qu'ils déterminent les empreintes génétiques (ADN). Nous n'avons pas l'équipement de laboratoire nécessaire ici pour faire le test de Southern ou PCR (réaction en chaîne de la polymérase). Mais dis-moi, es-tu sûre de vouloir étudier les tortues? Il y a une foule d'autres espèces plus faciles à étudier ici, les iguanes et les oiseaux, par exemple. »

« J'y ai réfléchi, surtout que les Grant font tellement de découvertes dans l'étude des pinsons. Comment avancent leurs travaux? », demanda Kate, cachant mal son intérêt.

Enlevant ses lunettes, la chaise penchée vers l'arrière, Miguel répondit : « Tu sais sûrement que Peter et Rosemary Grant ont commencé à piéger et à baguer tous les pinsons de la Daphne Major il y a plus de 20 ans. Parfois, il y avait seulement 200 oiseaux sur l'île, et parfois, plus de 2000. Et ils pouvaient les reconnaître tous! Les Grant ont été capables de suivre de leurs yeux l'évolution de ces oiseaux, ce que Darwin ne pouvait qu'imaginer. »

« Il pensait que l'évolution se déroulait trop lentement pour qu'on puisse l'observer, ajouta Kate. En fait, les créationnistes ont soutenu qu'il était impossible de prouver l'évolution, pas plus que la création divine d'ailleurs. Les travaux des Grant ont certainement contribué à réfuter ces allégations. »

« Ouais. Darwin a certainement sous-estimé la vitesse de l'évolution. Ces îles sont apparues il y a moins de cinq millions d'années, et la vie évolue à une cadence aussi effrénée que les volcans parce que les organismes vivants sont coincés sur des îles séparées. Le sommet de chaque volcan est une prison pour la plupart des créatures d'ici. »

« Il n'y a jamais eu de lien avec le continent, n'est-ce pas? »

« Non. Tout ce qui est arrivé ici a parcouru au moins 600 milles à partir de l'Amérique du Sud. C'est comme cela que les premiers pinsons sont arrivés ici, probablement emportés par des vents de tempête. »

« Alors, en quelques millions d'années, toutes les espèces ont dû s'adapter aux différentes conditions des différentes îles. »

« C'est vrai, mais il faut savoir que ces différences ne sont pas toutes dues à des adaptations et à la sélection naturelle. Une bonne partie d'entre elles sont les résultats d'une dérive génétique, je suppose. »

« Bien sûr, mais quelle qu'en soit la raison, personne ne s'imaginait que le rythme de l'évolution était aussi rapide que ce que les Grant ont découvert. Je pense qu'une des techniques les plus intéressantes utilisées par les Grant est la technique pour mesurer la dureté des graines des différentes espèces végétales. »

« Je suis d'accord avec toi, Kate. Peter et un ingénieur de l'Université McGill ont fabriqué un casse-noisettes, une sorte de pince munie d'une pesée. Ils ont constaté qu'il fallait seulement une force de 0,35 newton pour casser les petites graines tendres de *Portulaca* (pourpier). N'importe laquelle des espèces de pinsons pouvait y arriver. Mais pour casser les grosses graines de *Cordia lutea* [arbuste à fleurs jaunes], il fallait une force de 14 newtons; seules quelques espèces de gros pinsons pouvaient appliquer une telle force. Sachant comment mesurer la dureté des graines, les Grant pouvaient vérifier l'abondance des graines et voir exactement quelles graines les oiseaux choisissaient et consommaient. »

« Mais les graines disponibles variaient avec les saisons, n'est-ce pas? »

« Exactement. Durant la saison des pluies, quand les petites graines sont abondantes, la dureté moyenne des graines est de 0,5 newton, alors que durant la saison sèche, elle grimpe à plus de 6 newtons. Beaucoup de pinsons ne pouvaient manger bon nombre de ces graines. Si les six espèces n'avaient pas commencé à changer leurs habitudes

alimentaires, il y aurait eu des famines graves. Un exemple frappant de partage différentiel des ressources – un de tes sujets préférés, Kate. »

« De fait, Rosemary Grant a découvert qu'il y a même eu des changements de comportement alimentaire chez des individus d'une même espèce. En période d'abondance, tous les pinsons de cactus se nourrissaient des mêmes graines, mais quand ces graines devenaient rares, ils changeaient de comportement alimentaire. Les pinsons dotés d'un long bec ouvraient les fruits et puisaient les nutriments dans les fleurs de cactus, tandis que ceux avec un bec plus gros et épais cassaient les graines dures des cactus, et les autres avec un bec encore plus court arrachaient l'écorce des arbres pour trouver des larves. »

« Tout est bouleversé quand survient une grande sécheresse, n'est-ce pas? La sélection naturelle prend vraiment le dessus. »

« Absolument. Elle peut entraîner la quasi-éradication des pinsons à petit bec. C'est ce que les Grant ont appris de la grande sécheresse de 1977, alors que la population a chuté à 200 oiseaux. Avant la sécheresse, la taille moyenne du bec de l'espèce *fortis* était de 10,68 mm de long et 9,42 mm d'épaisseur. Après la sécheresse, ces valeurs étaient passées à 11,07 mm de long et 9,96 mm d'épaisseur. Des variations trop faibles pour être visibles à l'oeil nu ont fait la différence entre la vie et la mort. La proportion mâles/femelles a changé aussi, puisque les mâles ont un bec plus gros et plus fort. Après la sécheresse, il y avait sept fois plus de mâles que de femelles! Mais au cours des années suivantes, les mâles se sont faits une concurrence féroce pour attirer les faveurs des femelles. Fait étonnant, les femelles commencèrent à choisir les mâles avec le bec plus gros comme partenaires. Les autres, avec un bec plus petit, étaient désavantagés sur le plan de la reproduction. »

Kate opina de la tête. « C'est un exemple parfait de sélection sexuelle. La sélection naturelle et la sélection sexuelle visaient toutes deux le même objectif : produire des oiseaux dotés de plus gros becs. Mais s'agissait-il de différences génétiques ou était-ce dû au type de nourriture disponible? Autrement dit, on s'attendrait à ce que les oiseaux mieux nourris aient un bec plus gros, et qu'ils soient choisis pour la reproduction et puissent élever leurs petits, n'est-ce pas? »

« Bien entendu! L'un des étudiants de l'équipe des Grant voulait mettre à l'essai cette hypothèse, mais l'expérience a échoué, et ils ont dû recourir à des preuves indirectes pour démontrer la nature génétique des changements. »

« Mais parlons de l'épisode El Niño de 1983, poursuivit Miguel. Cette année-là, on a enregistré les pluies les plus abondantes du siècle! En quelques semaines, l'île de désert qu'elle était s'est transformée en jungle. Il y avait de la nourriture en abondance. Les oiseaux commencèrent à se reproduire à un rythme effréné, pour faire grimper la population à 2000 pinsons dans l'île Daphne Major. Lorsque les conditions sèches normales revinrent, la nourriture vint à manquer. Les oiseaux avaient dépassé la capacité portante de l'île. »

« Mais tiens-toi bien : à cette époque, c'étaient les oiseaux avec un petit bec qui étaient avantagés. Les mâles et femelles de grande taille commencèrent à mourir de faim, parce qu'il y avait beaucoup plus de petites graines disponibles. Les crues résultant d'El Niño avaient lessivé bon nombre des cactus produisant de grosses graines. Même si les gros oiseaux pouvaient consommer de petites graines, ils étaient désavantagés à cause de leur taille; ils devaient manger plus pour survivre. »

« Après El Niño, il y a eu beaucoup d'hybridation, n'est-ce pas? » demanda Kate.

« Oui, à la grande surprise de tout le monde. Il était rare de voir des hybrides pendant les années d'austérité. Les obstacles génétiques maintenaient l'isolement de l'espèce. Les différences dans le chant et la taille du bec servaient de mécanismes d'isolement, mais une fois que les conditions se sont considérablement améliorées, la diversité redevenait souhaitable. Beaucoup de pinsons ont commencé à se reproduire avec des individus d'une espèce différente. Ils ne semblaient pas se soucier autant du chant de leur partenaire ni de la taille de son bec. Certains chercheurs ont même pensé que le taux de mutation avait effectivement augmenté quand les conditions environnementales ont changé radicalement.

« Regarde les pinsons dehors, Kate. Ici, à la station de recherche, c'est difficile de distinguer les espèces parce qu'il y a des individus hybrides. Ici, les différences s'estompent, pour ainsi dire, car les conditions sont toujours bonnes et qu'on les nourrit. Si tu veux un beau sujet de thèse, Kate, tu ne pourrais trouver mieux que l'étude de l'hybridation des pinsons aux alentours. Je suis sûr que les humains ont un impact majeur sur la spéciation et l'extinction. »

### **Questions**

1. Qu'est-ce que le test d'identification par le code génétique (ou empreintes génétiques) et quelle est la technique pour faire ce test?
2. Comment peut-on mesurer l'évolution?
3. Quelle est la différence entre la sélection naturelle et l'évolution?
4. Qu'est-ce que la dérive génétique et comment peut-elle contribuer à l'évolution?
5. Que signifie « partage différentiel des ressources » et « déplacement des caractères »?
6. Qu'est-ce que la sélection sexuelle?
7. Comment peut-on faire pour vérifier si la taille du bec est due à des facteurs génétiques ou environnementaux?
8. Si l'hybridation se produit durant les périodes d'abondance, qu'est-ce que cela implique concernant le degré de diversité génétique entre les espèces?

9. Quels sont les mécanismes d'isolement génétique et comment évoluent-ils?
10. Les populations de pinsons doivent-elles être séparées pour évoluer en des espèces différentes?
11. Qu'est-ce qui cause le phénomène El Niño?

### Références

Weiner, Jonathan. 1994. *The Beak Of The Finch: A Story of Evolution in Our Time*, New York, Knopf.

### Sites Internet

L'origine des espèces, par Charles Darwin

<http://www.literature.org/authors/darwin-charles/the-origin-of-the-species/>

Station de recherche Charles Darwin

<http://www.darwinfoundation.org/>

## PARTIE III – LA TORTUE ET LE CONCOMBRE DE MER

Kate était fatiguée. Dernièrement, elle était restée tard à la station de recherche pour transcrire à l'ordinateur ses notes de terrain. Elle avançait bien dans ses recherches sur les pratiques de reproduction en pleine nature des tortues terrestres géantes des Galápagos. Elle les avait observées pendant quatre mois, surtout dans le secteur du volcan Alcedo, dans l'île Isabela, où vivent quelque 4 500 tortues. Mais elle avait peur que les tensions croissantes entre les pêcheurs locaux et le gouvernement de l'Équateur ne nuisent à ses travaux. L'année précédente, à la suite d'une décision du président de l'Équateur de raccourcir la saison de pêche aux concombres de mer (aussi appelés holothuries), des pêcheurs armés avaient pris d'assaut la station et tenu plusieurs scientifiques en otages.

Mais ce qui préoccupait Kate surtout pour l'instant, c'étaient les chèvres de l'île Isabela. En venant s'installer dans les îles, les humains avaient introduit de nouvelles espèces animales – chats, rats, chiens, ânes, cochons et chèvres. Le nombre de chèvres dans l'île Isabela avait grimpé en flèche, passant de moins d'une douzaine en 1982 à plus de 100 000. Elles grugeaient littéralement l'habitat des tortues, dévorant tout ce qui pouvait se manger à flanc de montagne. Les arbustes et broussailles qu'elles consommaient étaient indispensables à la survie des tortues.

En plus des dommages causés par les chèvres, des cochons et des chiens sauvages creusaient le sol pour trouver les nids de tortue et manger leurs œufs, en plus de s'attaquer à leurs petits. Une autre espèce introduite, le rat noir (*Rattus rattus*), avait tué tous les œufs de tortue éclos dans l'île Pinzon depuis une centaine d'années.

Kate déplorait cette lente destruction du patrimoine naturel des îles entamée par les humains. Les Galápagos avaient été nommées ainsi en 1535 par un navigateur espagnol,

Tomas de Bertanga, d'après les tortues géantes qui étaient nombreuses à l'époque. Lorsque Darwin était venu en 1835, il avait indiqué la présence de ces tortues dans toutes les îles. Depuis lors, ces populations ont diminué à un rythme alarmant, et plusieurs sous-espèces sont disparues.

Depuis peu, Kate commençait à ressentir une responsabilité personnelle pour la sauvegarde des tortues menacées. Elle considérait le plaidoyer de Lonesome George, peut-être le plus fameux des pensionnaires de la station de recherche Charles Darwin, ainsi nommé parce qu'il était le seul survivant de sa sous-espèce, *G. e. abingdoni*. L'une des principales initiatives de la station de recherche était son programme de reproduction et d'élevage des petits en captivité, qui commençait à donner quelque succès.

Les tortues de l'île Espanola (*G. e. hoodensis*) avaient frôlé l'extinction. Lorsque cette sous-espèce a commencé à se reproduire en captivité, il ne restait que deux mâles et douze femelles. Plus tard, un troisième mâle fut ramené dans les îles par le Zoo de San Diego. Depuis lors, plus de 300 jeunes tortues ont vu le jour et ont été rapatriées, et certaines d'entre elles se reproduisent dans cette île. Kate était fière d'avoir participé à cet effort par ses travaux.

Kate ferma l'ordinateur, mit quelques documents dans son sac à dos en avalant sa dernière bouchée de sandwich et se prépara à partir. Elle pensa arrêter chez son ami Stephen sur le chemin du retour. Avant de visiter les îles Galápagos une quinzaine d'années auparavant, Stephen était un éleveur à plein temps doublé d'un naturaliste à temps partiel en Nouvelle-Zélande. Subjugué par la beauté des îles, il s'y était simplement établi, devenant l'un des premiers guides touristiques autorisés par le gouvernement.

Les îles furent en grande partie désignées sanctuaire faunique en 1934 par le gouvernement de l'Équateur. Les zones inhabitées devinrent parc national en 1959. En 1986, la Réserve de ressources marines des Galápagos fut créée, administrée par le gouvernement de l'Équateur avec l'aide de la station de recherche. La réserve couvrait 97 % de la superficie terrestre des îles, et quelque 50 000 kilomètres carrés des zones marines environnantes. Le tourisme est rigoureusement contrôlé dans toutes les îles; les touristes ne peuvent pas se promener n'importe où. Ils doivent être accompagnés d'un guide touristique autorisé pour la visite des sites fauniques, et doivent rester dans les sentiers assignés. Bien des îles sont totalement interdites aux visiteurs.

Sur le chemin conduisant à la maison de Stephen, Kate se disait qu'il est ironique que l'un des quelques endroits sur Terre où il n'y a jamais eu d'aborigènes, l'un des endroits les moins visités dans l'histoire moderne de la planète, serait pratiquement envahi par des humains. L'année précédente, plus de 50 000 touristes avaient visité les îles. Bien des défenseurs de l'environnement disaient craindre l'impact du tourisme dans les îles. Pourtant, la plupart des scientifiques s'entendent pour dire que 15 ans de tourisme n'ont pas causé le dixième des dommages résultant de la récente intensification des pêches et de l'immigration massive subséquente à partir du continent.

Depuis longtemps, les Galápagos donnant lieu à des activités de pêche sanctionnées par le gouvernement, mais la pêche au concombre de mer est devenue une sorte de « ruée vers l'or ». Les pêcheurs du continent ont débarqué sur les îles pour s'emparer illégalement des concombres de mer dans les eaux protégées. Considéré comme un mets raffiné en cuisine asiatique, le concombre de mer est aussi en demande dans tout l'Orient pour ses vertus supposément aphrodisiaques.

Selon Kate, c'est l'un des animaux les plus repoussants qu'elle ait jamais vus de sa vie. Long de deux pouces à cinq pieds, c'est un animal au corps mou et à la peau coriace et légèrement visqueuse, sans compter les verrues chez certaines espèces.

On ne savait pas très bien quel rôle joue le concombre de mer dans l'écologie marine. Les biologistes spécialistes du milieu marin les comparaient aux vers de terre. Ils passent le plus clair de leur temps au fond de la mer, à aspirer la vase et le sable pour en extraire des nutriments. Kate avait entendu l'un des chercheurs de la station dire que souvent, les concombres de mer forment 90 % de la biomasse animale des écosystèmes marins. Bien des scientifiques craignent qu'un déclin rapide de leurs populations n'ait de graves conséquences sur la survie d'autres espèces de la chaîne alimentaire.

La récolte du concombre de mer, *Isostichopus fuscus*, a commencé dans les eaux baignant les îles Galápagos en 1988, mais elle a été interdite par le gouvernement en 1992; cependant, des pêcheurs ont continué à les capturer illégalement. Le gouvernement de l'Équateur n'avait tout simplement pas les ressources nécessaires pour patrouiller des milliers de milles carrés d'océan. Par suite des pressions croissantes exercées par les pêcheurs locaux, le gouvernement a levé l'interdiction et accordé une saison de trois mois pour la pêche au concombre de mer à partir de la mi-octobre 1994. Kate frémit en pensant qu'il y aurait eu des tortues trouvées mortes, pendues à des arbres – une forme de pression politique qui serait utilisée par des pêcheurs locaux. Le nombre total de prises ne devait pas dépasser 550 000 concombres de mer, mais dans les deux premiers mois seulement, on estimait qu'il y en avait eu sept millions capturés des fonds marins.

Le gouvernement a réagi et fermé la saison de pêche un mois plus tôt, déclenchant une vague de protestations violentes atteignant un point culminant lorsque plusieurs pêcheurs brandissant des haches et des machettes prirent d'assaut la station de recherche. Les troupes gouvernementales furent appelées en renfort, et les otages furent libérés – y compris Lonesome George – sans autre violence. Pendant les semaines suivantes, le gouvernement équatorien imposa un moratoire sur la pêche aux concombres de mer jusqu'à ce que les scientifiques puissent déterminer le volume de prises annuelles qui assurerait la survie de l'espèce. Le gouvernement a demandé à l'Institut de recherche pour le développement (autrefois appelé ORSTOM), un institut français de recherche outre-mer, et à la Fondation Darwin de se pencher sur la question.

Arrivée chez Stephen, Kate le trouva bouleversé par la couverture médiatique de la crise dans les îles Galápagos. Ce qui le faisait fulminer, c'est que les journalistes semblaient dire que tous les habitants des îles étaient contre la conservation de l'environnement.

« Le tourisme apporte plus de 50 millions de dollars par année dans les îles, dit-il. La pêche n'est pas une source de revenus importante pour bien des insulaires. Crois-moi, les gens d'ici ne sont pas idiots. Ils savent trop bien qu'ils doivent préserver les îles s'ils veulent conserver leur gagne-pain. Ces gens – les pêcheurs et les politiciens qui appuient leur cause et leurs tactiques de violence – ne représentent pas la majorité. Ils ne représentent certainement pas les gens comme moi. »

« Pendant les quelques semaines que tu as passées ici, Kate, tu as compris que les problèmes qui touchent ces îles sont très complexes. On nous a laissés nous débrouiller avec une immigration massive. La population insulaire a grimpé de 5 000 qu'elle était au début des années 1980 à plus de 15 000. Cette explosion démographique impose d'énormes pressions sur les îles – sur d'autres aspects de notre économie, comme notre pêche traditionnelle, qui pourrait être la prochaine à disparaître à cause des humains. Maintenant que cette interdiction a enlevé aux derniers immigrants les moyens de gagner leur vie, on observe un chômage rampant et, bien sûr sa conséquence directe, l'augmentation de la criminalité. »

« J'appuie ces gens dans leurs revendications, poursuivit Stephen. Je sais qu'ils ont voulu fuir une immense pauvreté sur le continent. Mais je réprouve leur mentalité de vouloir « gagner de l'argent rapidement » ou leurs tactiques de bras de fer. Les gens du continent n'ont pas appris à apprécier le caractère unique de la réserve faunique ou les buts de la station de recherche; ils ne connaissent pas la tradition d'une pêche de subsistance dans les îles. Ils ne sont pas assez sensibilisés à l'extraordinaire biodiversité et aux ressources naturelles de ces îles. »

« L'économie des Galápagos, comme partout ailleurs en Équateur, repose sur ses ressources naturelles. La victoire des environmentalistes ne signifie pas la défaite du peuple équatorien. Le mouvement que beaucoup qualifient de guerre contre son propre peuple est simplement le refus de défendre le « droit » des habitants des Galápagos de détruire leur propre avenir.

Kate soupira. Elle était d'accord avec Stephen, mais elle ne pouvait s'empêcher de penser à sa voisine Emilia, qui avait été si gentille pour elle de mille façons. Adolfo, le mari d'Emilia, était directeur d'une coopérative de pêcheurs dans l'île Isabela. Selon lui, la mer si généreuse était le seul gagne-pain possible de son peuple. Adolfo s'était emporté contre Kate la semaine précédente, défendant sa position avec de grands gestes : « Les environmentalistes doivent se rendre compte que s'il n'y a pas d'autre industrie créée, nous ne pourrions pas survivre. Comment ferons-nous pour nourrir nos familles? Il faut bien gagner sa vie! »

Comme Kate s'apprêtait à partir, Stephen lui demanda si elle avait entendu que la Fondation Darwin avait finalement déposé son rapport.

« La Fondation recommande la reprise de la pêche traditionnelle dans les Galápagos et une aide aux pêcheurs les plus pauvres pour leur retour sur le continent sud-américain. Le

gouvernement a l'intention de rendre permanent le moratoire sur la pêche au concombre de mer. Cela pourrait dégénérer encore. Fais attention, Kate. »

Cette nuit-là. Kate dort d'un sommeil agité. Tôt le matin, elle fut réveillée par des coups à la porte du jardin. C'était Emilia, portant sa petite fille dans ses bras. Emilia semblait effrayée. Kate dut lui demander deux fois de répéter. Lorsqu'elle comprit enfin ce que son amie disait, elle fut horrifiée. Apparemment, le député Eduardo Veliz et les pêcheurs qu'il représentait avaient pris d'assaut les installations de pêche et la station de recherche de l'île. Ils menaçaient de mettre le feu, de prendre des touristes en otages et de tuer des animaux rares (les tortues, se dit Kate), à moins que le gouvernement n'accède à leur demande de rouvrir la pêche au concombre de mer et de donner aux insulaires plus de contrôle sur le parc national.

### **Questions**

1. Kate aurait-elle dû mener ses recherches sur d'autres animaux que les espèces de tortues menacées? Sa thèse de maîtrise pouvait être réduite à néant à cause des problèmes politiques des îles.
2. Kate devrait-elle se mêler de politique pour sauver les îles, comme Dian Fossey avait fait pour tenter de sauver le gorille de montagne?
3. Devrait-on permettre la pêche, le tourisme ou le peuplement dans les îles?
4. Que devrait faire le gouvernement équatorien pour régler les conflits dans les îles?
5. L'extinction est un phénomène naturel. Pourquoi devrait-on s'en faire si quelques espèces dans des îles éloignées du Pacifique disparaissent?

### **Instructions aux élèves**

Durant la période de discussion, chaque équipe doit représenter un groupe d'intérêts particulier qui est concerné dans la situation aux Galápagos : pêcheurs, commerçants, touristes, scientifiques, membres du Sierra Club et politiciens de l'Équateur. Quand vous recevrez votre rôle, vous devrez faire une recherche sur la position de ce groupe face à la situation, et discuter de cette position dans votre groupe pour la rédiger sur papier.

Quand vous serez prêts pour la discussion générale, les membres de chaque groupe d'intérêts devront se séparer pour rencontrer les gens d'autres groupes, c.-à-d. que l'instructeur formera de nouveaux groupes cherchant un consensus, dont chacun comprendra un membre de chaque groupe d'intérêts présent. Alors, un groupe de consensus comprendra un pêcheur, un commerçant, un touriste, un scientifique, un représentant du Sierra Club et un politicien. Le travail du politicien sera d'orienter la discussion pour voir si le groupe peut en venir à un consensus sur la façon de résoudre la crise, et rédiger un énoncé de position sur un plan d'action convenu par le groupe.

**Références**

- Grenier, Christophe, 2000. Conservation contre nature: Les îles Galápagos. Paris : IRD éditions.
- Cherfas, Jeremy, 1995, « Goats must go to save the Galápagos tortoises », *New Scientist* 146, p. 9.
- Cohn, Jeffrey P, 1996, « Sea cucumbers and takeovers of scientific institutions », *BioScience* 46, pp. 70-71.
- De Roy, Tui, 1997, « Where giants roam », *Natural History* 106(3), pp. 26-29.
- Hayashi, Alden M., 1999, « DNA analysis to the rescue in figuring out where to repatriate Galápagos Islands tortoises », *Scientific American* 280(3), p. 21.
- Langreth, Robert, 1995, « Showdown in the Galápagos », *Popular Science* 246, p. 20.
- Platt, Anne E., 1995, « It's about more than sea cucumbers », *World Watch* 8:2.
- Schrader, Esther, April 5, 1995, « Search for sea cucumbers threatens Galápagos tortoises », *Knight-Ridder/Tribune News Service*.
- Sitwell, Nigel, 1993, « The grub and the Galápagos », *New Scientist*, 11 décembre 1993, pp. 32-35.
- Stutz, Bruce D., 1995, « The sea cucumber war », *Audubon* 97 : 16+.
- Thurston, Harry, 1997, « Last look at paradise? The primordial world of the Galápagos is under siege from people », *International Wildlife* 27: 12+.

**Sites Internet**

État d'urgence aux Galápagos. <http://resosol.org/flash/Galapagos.html>

La pêche des Galápagos: une menace ou une opportunité de conservation pour les holothuries?

<http://www.spc.int/coastfish/News/BDMVF/LaBDM14/LaBDM14-5.pdf>

Résolution des conflits sur les ressources naturelles aux îles Galápagos.

[http://www.idrc.ca/fr/ev-5233-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/fr/ev-5233-201-1-DO_TOPIC.html)

Tortue géante des Galápagos.

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Tortue\\_g%C3%A9ante\\_des\\_Galapagos](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tortue_g%C3%A9ante_des_Galapagos)

Galápagos: conservation des espèces à tout prix.

<http://espritlibre.midiblogs.com/archive/2006/06/26/brouillopn.html>

Restoring the Tortoise Dynasty

<http://darwinfoundation.org/en/library/pubs/restoring>

The Endangered Galápagos Giant Tortoise

<http://www.discoverGalapagos.com/tortoise.html>

The Pepineros: The Sea Cucumber Fishermen

<http://www.polaris.net/sui/jpinson/pml/gal/pepino/pepino.html>

Galápagos Coalition

<http://www.law.emory.edu/PI/GALAPAGOS>

Galápagos Conservation Trust  
<http://www.gct.org/>

The Extinction Files  
<http://www.bbc.co.uk/education/darwin/exfiles/index.htm>

Traduction et adaptation de « *The Galápagos* », par Nancy A. Schiller and Clyde F. Herreid. © 1999. Reproduit avec la permission de National Center for Case Study Teaching In Science.