

BIOLOGIE

SBI4U

12^e année

Écoles secondaires publiques de langue française de l'Ontario

Direction du projet : Claire Trépanier
Coordination : Carole Morrisette
Recherche documentaire : Céline Pilon
Équipe de rédaction : Linda Wiese, première rédactrice
 Hossam El Khalza
 France Lanois
Consultation : Bernard Raymond
 Lauria Raymond
Première relecture : Centre franco-ontarien de ressources pédagogiques

Le ministère de l'Éducation de l'Ontario a fourni une aide financière pour la réalisation de ce projet mené à terme par le CFORP au nom des douze conseils scolaires de langue française de l'Ontario. Cette publication n'engage que l'opinion de ses auteures et auteurs.

Permission accordée au personnel enseignant des écoles de l'Ontario de reproduire ce document.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	5
---------------------------	---

Cadre d'élaboration des esquisses de cours	7
Aperçu global du cours	9
Aperçu global de l'unité 1 : Processus métaboliques	15
Activité 1.1 : Biomolécules	19
Activité 1.2 : Cellule : unité fonctionnelle	29
Activité 1.3 : Cellule et énergie	31
Activité 1.4 : Photosynthèse	35
Activité 1.5 : Respiration cellulaire	41
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Métabolisme cellulaire	45
Aperçu global de l'unité 2 : Génétique moléculaire	53
Activité 2.1 : ADN	56
Activité 2.2 : Synthèse des protéines	60
Activité 2.3 : Expression génétique	63
Activité 2.4 : Différenciation cellulaire	69
Activité 2.5 : Génie génétique	73
Aperçu global de l'unité 3 : Homéostasie	79
Activité 3.1 : Principes d'homéostasie	82
Activité 3.2 : Système nerveux	85
Activité 3.3 : Système endocrinien	89
Activité 3.4 : Mécanismes de rétroaction	93
Activité 3.5 : Effets de l'environnement	97
Aperçu global de l'unité 4 : Évolution et diversité	103
Activité 4.1 : Théorie de l'évolution	106

Activité 4.2 : Preuves de l'évolution	110
Activité 4.3 : Génétique évolutive	116
Activité 4.4 : Spéciation	121
Activité 4.5 : Adaptation	125
Aperçu global de l'unité 5 : Dynamique des populations	129
Activité 5.1 : Croissance démographique	132
Activité 5.2 : Populations et écosystèmes	139
Activité 5.3 : Écosystèmes et énergie	143
Activité 5.4 : Population humaine et environnement	149
Activité 5.5 : Espérance de vie	154
Tableau des attentes et des contenus d'apprentissage	159

INTRODUCTION

Le ministère de l'Éducation (MÉO) dévoilait au début de 1999 les nouveaux programmes-cadres de 9^e et de 10^e année et en juin 2000 ceux de 11^e et de 12^e année. En vue de faciliter la mise en oeuvre de ce tout nouveau curriculum du secondaire, des équipes d'enseignantes et d'enseignants, provenant de toutes les régions de l'Ontario, ont été chargées de rédiger, de valider et d'évaluer des esquisses directement liées aux programmes-cadres du secondaire pour chacun des cours qui serviraient de guide et d'outils de travail à leurs homologues. Les esquisses de cours, dont l'utilisation est facultative, sont avant tout des suggestions d'activités pédagogiques, et les enseignantes et enseignants sont fortement invités à les modifier, à les personnaliser ou à les adapter au gré de leurs propres besoins.

Les esquisses de cours répondent aux attentes des systèmes scolaires public et catholique. Certaines esquisses de cours se présentent en une seule version commune aux deux systèmes scolaires (p. ex., *Mathématiques* et *Affaires et commerce*), tandis que d'autres existent en version différenciée. Dans certains cas, on a ajouté un préambule à l'esquisse de cours explicitant la vision catholique de l'enseignement du cours en question (p. ex., *Éducation technologique*) alors que, dans d'autres cas, on a en plus élaboré des activités propres aux écoles catholiques (p. ex., *Éducation artistique*). L'Office provincial de l'éducation catholique de l'Ontario (OPÉCO) a participé à l'élaboration des esquisses destinées aux écoles catholiques.

Chacune des esquisses de cours reprend en tableau les attentes et les contenus d'apprentissage du programme-cadre avec un système de codes qui lui est propre. Ce tableau est suivi d'un Cadre d'élaboration des esquisses de cours qui présente la structure des esquisses. Toutes les esquisses de cours ont un Aperçu global du cours qui présente les grandes lignes du cours et qui comprend, à plus ou moins cinq reprises, un Aperçu global de l'unité. Ces unités englobent diverses activités qui mettent l'accent sur des sujets variés et des tâches suggérées aux enseignantes ou enseignants ainsi qu'aux élèves dans le but de faciliter l'apprentissage et l'évaluation.

Toutes les esquisses de cours comprennent une liste partielle de ressources disponibles (p. ex., personnes-ressources, médias électroniques) qui a été incluse à titre de suggestion et que les enseignantes et enseignants sont invités à enrichir et à mettre à jour.

Étant donné l'évolution des projets du ministère de l'Éducation concernant l'évaluation du rendement des élèves et compte tenu que le dossier d'évaluation fait l'objet d'un processus continu de mise à jour, chaque esquisse de cours suggère quelques grilles d'évaluation du rendement ainsi qu'une tâche d'évaluation complexe et authentique à laquelle s'ajoute une grille de rendement.

CADRE D'ÉLABORATION DES ESQUISSES DE COURS

APERÇU GLOBAL DU COURS	APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ	ACTIVITÉ
Espace réservé à l'école (à remplir)	Description et durée	Description et durée
Description/fondement	Domaines, attentes et contenus d'apprentissage	Domaines, attentes et contenus d'apprentissage
Titres, descriptions et durée des unités	Titres et durée des activités	Notes de planification
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage	Liens	Déroulement de l'activité
Évaluation du rendement de l'élève	Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves	Annexes
Ressources	Évaluation du rendement de l'élève	
Application des politiques énoncées dans ÉSO - 1999	Sécurité	
Évaluation du cours	Ressources	
	Annexes	

APERÇU GLOBAL DU COURS (SBI4U)

Espace réservé à l'école (*à remplir*)

École :

Conseil scolaire de district :

Section :

Chef de section :

Personne(s) élaborant le cours :

Date :

Titre du cours : Biologie

Année d'études : 12^e

Type de cours : Préuniversitaire

Code de cours de l'école :

Programme-cadre : Sciences

Date de publication : 2000

Code de cours du Ministère : SBI4U

Valeur en crédit : 1

Cours préalable : Biologie, 11^e année, cours préuniversitaire

Description/fondement

Ce cours permet à l'élève d'examiner en profondeur les concepts et les processus relatifs aux systèmes biologiques. L'élève étudie la théorie et effectue des recherches dans les domaines des processus métaboliques, de la génétique moléculaire, de l'homéostasie, de l'évolution et de la dynamique des populations. Le cours met l'accent sur l'acquisition de connaissances et de compétences approfondies pour poursuivre des études dans diverses branches des sciences de la vie et dans des domaines connexes.

Titres, descriptions et durée des unités

Unité 1 : Processus métaboliques

Durée : 24 heures

Cette unité porte sur les transformations d'énergie et de matière associées aux processus métaboliques de la respiration cellulaire et de la photosynthèse. L'élève examine le rôle des mitochondries et des chloroplastes, et effectue une expérience portant sur l'activité enzymatique. De plus, elle ou il effectue une recherche sur les liens entre la biologie cellulaire et les médicaments ou les substances utilisées pour augmenter les performances sportives.

Unité 2 : Génétique moléculaire

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur l'ADN, l'ARN, le rôle des chromosomes dans le métabolisme, la croissance et la division cellulaire. L'élève construit une échelle du temps des découvertes en biologie moléculaire, effectue des analyses en laboratoire sur les constituants cellulaires, le diagnostic prénatal et les mutations des drosophiles. De plus, elle ou il analyse des questions éthiques et cherche une application du génie génétique.

Unité 3 : Homéostasie

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur les contrôles physiologique et biochimique qui assurent l'homéostasie chez les organismes vivants. L'élève explique les fonctions des systèmes nerveux et endocrinien, et analyse les mécanismes de rétroaction et les effets de l'environnement en partant d'expériences et de modèles. De plus, elle ou il analyse plusieurs textes scientifiques portant sur l'application de ces processus et élabore un glossaire de la terminologie scientifique de l'unité.

Unité 4 : Évolution et diversité

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur l'origine et la diversité des espèces au moyen de l'étude des mécanismes et des processus liés à l'évolution. L'élève évalue les preuves de la théorie de l'évolution à l'aide de recherches, d'un jeu de rôle et d'une étude de cas pour faire le lien entre la génétique moléculaire et les recherches et les théories actuelles sur l'évolution. De plus, elle ou il effectue une recherche sur le thème de la spéciation.

Unité 5 : Dynamique des populations

Durée : 20 heures

Cette unité porte sur les composantes de la croissance démographique, les facteurs qui influent sur la croissance de diverses populations d'espèces et leurs relations au sein de leur écosystème. L'élève effectue une étude de cas sur les fluctuations de différentes populations et des recherches sur les nouvelles technologies pour montrer l'impact de la population humaine croissante sur la fragilité des écosystèmes.

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Dans ce cours, l'enseignant ou l'enseignante privilégie diverses stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Parmi les plus adaptées à ce cours, il convient de noter les suivantes :

- | | |
|---|---|
| - discussion | - rédaction de rapport de sciences |
| - devoirs | - enseignement par les pairs |
| - expérience en laboratoire | - exercices individuel et en équipe |
| - conception d'expérience | - présentations orale et écrite |
| - analyse de texte | - consultation de ressource spécialisée |
| - leçon magistrale | - présentation multimédia |
| - démonstration scientifique | - recherche dans Internet |
| - conception et construction de modèles | - construction de graphiques |
| - utilisation de logiciel spécialisé | - analyse graphique et interpolation |

Évaluation du rendement de l'élève

«Un système d'évaluation et de communication du rendement bien conçu s'appuie sur des attentes et des critères d'évaluation clairement définis.» (*Planification des programmes et évaluation - Le curriculum de l'Ontario de la 9^e à la 12^e année*, 2000, p. 16-19) L'évaluation sera basée sur les attentes du curriculum en se servant de la grille d'évaluation du programme-cadre.

Le personnel enseignant doit utiliser des stratégies d'évaluation qui :

- portent sur la matière enseignée et sur la qualité de l'apprentissage des élèves;

- tiennent compte de la grille d'évaluation du programme-cadre correspondant au cours, laquelle met en relation quatre grandes compétences et les descriptions des niveaux de rendement;
- sont diversifiées et échelonnées tout le long des étapes de l'évaluation pour donner aux élèves des possibilités suffisantes de montrer l'étendue de leur acquis;
- conviennent aux activités d'apprentissage, aux attentes et aux contenus d'apprentissage, de même qu'aux besoins et aux expériences des élèves;
- sont justes pour tous les élèves;
- tiennent compte des besoins des élèves en difficulté, conformément aux stratégies décrites dans leur plan d'enseignement individualisé;
- tiennent compte des besoins des élèves qui apprennent la langue d'enseignement;
- favorisent la capacité de l'élève à s'autoévaluer et à se fixer des objectifs précis;
- reposent sur des échantillons des travaux de l'élève qui illustrent bien son niveau de rendement;
- servent à communiquer à l'élève la direction à prendre pour améliorer son rendement;
- sont communiquées clairement aux élèves et aux parents au début du cours et à tout autre moment approprié pendant le cours.

La grille d'évaluation du rendement sert de point de départ et de cadre aux pratiques permettant d'évaluer le rendement des élèves. Cette grille porte sur quatre compétences, à savoir : connaissance et compréhension; réflexion et recherche; communication; et mise en application. Elle décrit les niveaux de rendement pour chacune des quatre compétences. La description des niveaux de rendement sert de guide pour recueillir des données et permet au personnel enseignant de juger de façon uniforme de la qualité du travail réalisé et de fournir aux élèves et à leurs parents une rétroaction claire et précise.

Le niveau 3 (70 %-79 %) constitue la norme provinciale. Les élèves qui n'atteignent pas le niveau 1 (moins de 50 %) à la fin du cours n'obtiennent pas le crédit de ce cours. Une note finale est inscrite à la fin de chaque cours et le crédit correspondant est accordé si l'élève a obtenu une note de 50 % ou plus. Pour chaque cours de la 9^e à la 12^e année, la note finale sera déterminée comme suit :

- Soixante-dix pour cent de la note est le pourcentage venant des évaluations effectuées tout le long du cours. Cette proportion de la note devrait traduire le niveau de rendement le plus fréquent pendant la durée du cours, bien qu'il faille accorder une attention particulière aux plus récents résultats de rendement.
- Trente pour cent de la note est le pourcentage venant de l'évaluation finale qui prendra la forme d'un examen, d'une activité, d'une dissertation ou de tout autre mode d'évaluation approprié et administré à la fin du cours.

Dans tous leurs cours, les élèves doivent avoir des occasions multiples et diverses de montrer à quel point elles ou ils ont satisfait aux attentes du cours, et ce, pour les quatre compétences. Pour évaluer de façon appropriée le rendement de l'élève, l'enseignant ou l'enseignante utilise une variété de stratégies se rapportant aux types d'évaluation suivants :

évaluation diagnostique

- courtes activités au début de l'unité pour vérifier les acquis préalables (p. ex., remue-ménages, questionnement, exercice)

évaluation formative

- activités continues, individuelles ou de groupe (p. ex., autoévaluation, évaluation par les pairs, observation, exercice)
- objectivation : processus d'autoévaluation permettant à l'élève de se situer par rapport à l'atteinte des attentes ciblées par les activités d'apprentissage (p. ex., questionnaire, liste de vérification). L'énoncé qui renvoie à l'objectivation est désigné par le code **(O)**

évaluation sommative

- activités de façon continue, mais particulièrement en fin d'activité ou en fin d'unité à l'aide de divers moyens (p. ex., recherche, épreuve, dissertation)

Ressources

L'enseignant ou l'enseignante fait appel à plus ou moins quatre types de ressources à l'intérieur du cours. Ces ressources sont davantage détaillées dans chaque unité. Dans ce document, les ressources suivies d'un astérisque (*) sont en vente à la Librairie du Centre du CFORP. Celles suivies de trois astérisques (***) ne sont en vente dans aucune librairie. Allez voir dans votre bibliothèque scolaire.

Manuels pédagogiques

ARMS, Karen, et Pamela CAMP, *Biologie générale*, Laval, Études vivantes, 1993, 1186 p. *
GALBRAITH, Don, *Comprendre la biologie*, Montréal, Guérin, 1991, 727 p. *

Ouvrages généraux de référence/de consultation

ALBERTS, Bruce, et al., *L'essentiel de la biologie cellulaire : Introduction à la biologie moléculaire de la cellule*, Paris, Flammarion, 1999, 630 p.
BIGGS, Alton, et al., *Les enjeux de la vie*, Montréal, Les éditions de la Chenelière, 1994, 850 p. ***
CAMPBELL, Neil A., *Biologie*, Saint-Laurent, ERPI, 1995, 1190 p.
GALBRAITH, Don, *Biologie, principes, phénomènes et processus*, 1993, Montréal, Guérin, 1993, 633 p. *
LEMAY, Bernadette, *La boîte à outils*, Esquisse de cours 9^e, Vanier, CFORP, 1999. *
MADER, Sylvia, *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, Saint-Laurent, Québec, Trécaré, 1991, 767 p. ***
MORHOLT, Evelyn, P. F. Brandwein et A. Joseph, *A Sourcebook for the Biological Sciences*, New York, Harcourt, Brace & World, 1966, 793 p.
RÉVÉLANT, Olivier, *L'alimentation de demain, le règne des OGM?*, Toulouse, Éditions Milan, 2001, 64 p. *
ROUTH, Joseph, *Introduction à la biochimie*, Montréal, Les éditions HRW, 1979, 299 p. ***
TREMBLAY, Jean-Louis, *Biologie - Des Molécules à l'Homme, Cahier d'exercices de laboratoire*, Montréal, Centre de psychologie et de pédagogie, 1973, 130 p. ***
TREMBLAY, Marc-Antoine, *Biochimie générale*, Montréal, Les éditions Le griffon d'argile, 1986, 275 p. *

Médias électroniques

Cédérom

Encarta 2001, Microsoft. *

L'encyclopédie de la santé et du corps humain, CFORP.

Encyclopédie de Science Interactive, CFORP.

Sites Internet

Activités et Travaux Pratiques. (consulté le 16 août 2001)

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/acceuil.htm>

Biologie et multimédia. (consulté le 16 août 2001)

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/>

Bio-presse. (consulté le 16 août 2001)

<http://pages.infinit.net/biopress>

BouScol. (consulté le 16 août 2001)

<http://station05.qc.ca/csrs/BouScol>

Centre national de documentation pédagogique. (consulté le 16 août 2001)

<http://www.cndp.fr/>

Cybersciences. (consulté le 16 août 2001)

<http://www.cybersciences.com/>

Educasource. (consulté le 16 août 2001)

<http://www.educasource.education.fr/>

Génétique. (consulté le 16 août 2001)

<http://histo.chu-stlouis.fr/cours/anomalies.htm>

Parcs Canada. (consulté le 16 août 2001)

http://parkscanada.pch.gc.ca/parks/main_f.htm

Respiration cellulaire. (consulté le 16 août 2001)

http://www.geocities.com/boos_be_99/resp_cell.htm

Ressources pour l'enseignement des SVT. (consulté le 16 août 2001)

<http://www.inrp.fr/Acces/Biogeo/accueil.htm>

Site SVT de l'académie de Créteil. (consulté le 16 août 2001)

<http://www.ac-creteil.fr/svt/accueil.htm>

Travail d'exploration sur le cancer. (consulté le 16 août 2001)

<http://station05.qc.ca/csrs/BouScol>

Application des politiques énoncées dans *ÉSO* - 1999

Cette esquisse de cours reflète les politiques énoncées dans *Les écoles secondaires de l'Ontario de la 9^e à la 12^e année - Préparation au diplôme d'études secondaires de l'Ontario*, 1999 au sujet des besoins des élèves en difficulté d'apprentissage, de l'intégration des technologies, de la formation au cheminement de carrière, de l'éducation coopérative et de diverses expériences de travail, ainsi que certains éléments de sécurité.

Évaluation du cours

L'évaluation du cours est un processus continu. Les enseignantes et les enseignants évaluent l'efficacité de leur cours de diverses façons, dont les suivantes :

- évaluation continue du cours par l'enseignant ou l'enseignante : ajouts, modifications, retraits tout le long de la mise en oeuvre de l'esquisse de cours (sections Stratégies d'enseignement et d'apprentissage ainsi que Ressources, Activités, Applications à la région);
- évaluation du cours par les élèves : sondages au cours de l'année ou du semestre;
- rétroaction à la suite des tests provinciaux;
- examen de la pertinence des activités d'apprentissage et des stratégies d'enseignement et d'apprentissage (dans le processus des évaluations formative et sommative des élèves);
- échanges avec les autres écoles utilisant l'esquisse de cours;
- autoévaluation de l'enseignant et de l'enseignante;
- visites d'appui des collègues ou de la direction et visites aux fins d'évaluation de la direction;
- évaluation du degré de réussite des attentes et des contenus d'apprentissage des élèves (p. ex., après les tâches d'évaluation de fin d'unité et l'examen synthèse).

De plus, le personnel enseignant et la direction de l'école évaluent de façon systématique les méthodes pédagogiques et les stratégies d'évaluation du rendement de l'élève.

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 1 (SBI4U)

Processus métaboliques

Description

Durée : 24 heures

Cette unité porte sur les transformations d'énergie et de matière associées aux processus métaboliques de la respiration cellulaire et de la photosynthèse. L'élève examine le rôle des mitochondries et des chloroplastes, et effectue une expérience portant sur l'activité enzymatique. De plus, elle ou il effectue une recherche sur les liens entre la biologie cellulaire et les médicaments ou les substances utilisées pour augmenter les performances sportives.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 9

Domaine : Processus métaboliques

Attentes : SBI4U-P-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-P-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SBI4U-P-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SBI4U-P-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 1.1 : Biomolécules	525 minutes
Activité 1.2 : Cellule : unité fonctionnelle	150 minutes
Activité 1.3 : Cellule et énergie	240 minutes
Activité 1.4 : Photosynthèse	225 minutes
Activité 1.5 : Respiration cellulaire	225 minutes
Activité 1.6 : Tâche d'évaluation sommative - Métabolisme cellulaire	75 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire ainsi qu'aux points ci-dessous concernant cette unité :

- discuter d'allergies et de toute autre condition médicale susceptible d'être affectée par certaines expériences et prendre les mesures appropriées (p. ex., plaies);
- discuter avec l'élève des consignes de sécurité selon le SIMDUT;
- indiquer à l'élève où se trouvent les appareils de sécurité (p. ex., extincteur, trousse de premiers soins) et revoir les procédures d'évacuation du laboratoire;
- inciter l'élève à lui rapporter tout incident menaçant la sécurité;
- rappeler à l'élève le comportement approprié au laboratoire (p. ex., ni boire, ni manger, pas de chahut);
- revoir avec l'élève les techniques appropriées pour manipuler les appareils électriques (p. ex., microscope, pH mètre, plaque chauffante);
- disposer des spécimens biologiques et des cultures bactériennes de manière appropriée;
- toujours garder un plat de Petri couvert pendant l'incubation;
- stériliser les instruments avant et après une expérience (p. ex., désinfecter les plats de Petri et les fils d'inoculation avec de l'eau de Javel);
- rappeler à l'élève :
 - de porter des lunettes de protection au cours des expériences et des dissections;
 - de se tenir toujours debout pendant une expérience;
 - de porter des gants pour manipuler des spécimens biologiques et des microorganismes;
 - de manier les scalpels et les ciseaux avec précaution et de remplacer les lames émoussées;
 - de manier les appareils de laboratoire avec précaution;
 - de se servir de pinces convenables pour tenir les éprouvettes ou bechers chauds;
 - de manipuler les substances chimiques avec précaution;
 - de disposer des produits chimiques de manière appropriée;
 - de se laver toujours les mains après avoir travaillé dans le laboratoire;
 - de revoir les consignes du SIMDUT avant d'utiliser un produit chimique quelconque;
 - de nettoyer sa surface de travail avec un antiseptique.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BERKALOFF, A., *et al.*, *Biologie et physiologie cellulaires I*, Paris, 1977, coll. Méthodes, 269 p. *

BIMO, Unité 1, *Le fondement chimique de la vie*, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1989.

BIMO, Unité 2, *L'énergie et la cellule vivante*, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1989.

BIMO, Unité 3, *La physiologie végétale et la photosynthèse*, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1989.

PERCIVAL, Stan, et Ross WILSON, *La chimie : Une expérience humaine*, Les Éditions de la Chenelière, Montréal, 1990, 461 p. ***

PURVES, *et al.*, *Le monde vivant*, Flammarion, Paris, 2000, 1321 p.

Matériel

- Ensemble pour réaliser la démonstration de l'effet de la longueur d'onde de la lumière sur la photosynthèse (voir Boréal n° 46641-00).
- Ensemble pour effectuer la photolyse de l'eau (voir Boréal n° 69377-00).
- Ensemble pour effectuer la synthèse de l'amidon (voir Boréal n° 64461-00).

Médias électroniques

Sites Internet

Bio-géo, Logiciels, données, activités. (consulté le 13 août 2001)

<http://www.inrp.fr/Acces/Biogeo/html/logiciel.htm>

Biologie et multimédia. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://www.multimania.com/mkriat/>

Biozz - Biologie moléculaire. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://geocities.com/stlaurentg/>

Rasmol - visualisation 3D de macromolécules biologiques. (consulté le 27 septembre 2001)

<http://www.bernstein-plus-sons.com/software/rasmol/>

Structure et fonction des macromolécules dans les systèmes biologiques. (consulté le 8 octobre

2001) <http://cyberbio.mit.edu:8001/esgbio/lm/lmdir.html>

Vidéocassettes

La photosynthèse, tfo, coul., 60 min.

La respiration cellulaire, tfo, coul., 60 min.

Le flux de l'énergie, tfo, coul., 60 min.

Logiciels

Encyclopédie Science Interactive, cédérom, Hachette Multi-Média, 1997.

ACTIVITÉ 1.1 (SBI4U)

Biomolécules

Description

Durée : 525 minutes

Cette activité porte sur la structure, la fonction et les réactions chimiques des macromolécules qui constituent les êtres vivants, ainsi que sur le rôle des enzymes. L'élève étudie les groupements fonctionnels et les liaisons chimiques des lipides, des glucides et des protides. Elle ou il examine les propriétés chimiques de l'eau et son importance dans le maintien et la diversité de la vie et effectue une expérience portant sur l'activité enzymatique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 2- 4 - 5

Domaine : Processus métaboliques

Attentes : SBI4U-P-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-P-Comp.2 - 3 - 4
SBI4U-P-Acq.1 - 2 - 4

Notes de planification

- Se procurer un tableau périodique pour chaque élève.
- Préparer une feuille de travail *La structure et les fonctions des macromolécules des organismes vivants* avec un tableau à 4 colonnes : Classe, Sous-unités qui le composent, Éléments présents et Fonction. Photocopier une feuille pour chaque élève et en faire un transparent.
- Préparer une feuille montrant des structures moléculaires étudiées en SBI3U (p. ex., glucose, galactose, ribose, glycérol, acide caproïque, acide stéarique, acide oléique, glycine, alanine, leucine), la photocopier et en faire un transparent.
- Se procurer des ensembles de modèles moléculaires pour fabriquer des molécules simples en quantité suffisante pour chaque équipe de deux. Pour simuler les macromolécules, se procurer des anneaux de rideau de douche, des trombones ou des blocs de construction tels que les Lego.
- Préparer des pictogrammes en carton de substrats et d'enzymes.
- S'assurer de la disponibilité d'un pHmètre ou de sondes CBL, ainsi que de solutions tampons de pH variés et de quelques solutions acides et basiques (p. ex., 5 ml d'hydroxyde de sodium et d'acide chlorhydrique 0.1 M pour chaque équipe).
- S'assurer d'obtenir le matériel et l'équipement nécessaire pour réaliser l'expérience portant sur l'action de la salive sur des suspensions d'amidon et de cellulose (p. ex., suspension d'amidon 5%, suspension de cellulose 5 %, solution tampon de pH de 7,5, bandes élastiques propres, éprouvettes, compte-gouttes, bouilloire, thermomètres, plaques chauffantes, glace, bain-marie ou becher de 500 ml, solution Benedict).
- Préparer une grille d'évaluation adaptée pour évaluer le rapport de laboratoire.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Diviser le groupe-classe en équipes de trois élèves.
- Revoir avec l'élève les définitions des termes suivants : atome, molécule, composé inorganique, composé organique.
- Demander à l'élève de nommer les classes de molécules biologiques qui se trouvent dans une cellule. **(ED)**
- Remettre à l'élève la feuille de travail et inviter l'élève à remplir le tableau. **(ED)**
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice et demander à l'élève de remplir le tableau des macromolécules principales : les polysaccharides, les lipides, les protéines et les acides nucléiques, ainsi que les quatre principales familles de petites molécules organiques qui les composent : les glucides, les acides gras, les acides aminés et les nucléotides ainsi que le rôle ou la fonction de ces macromolécules chez les êtres vivants (voir <http://cyberbio.mit.edu:8001/esgbio/lm/lmdir.html>). **(EF)**
- Expliquer à l'élève qu'il existe des sous-groupes de molécules dans chacune des quatre catégories de macromolécules (p. ex., les huiles, les graisses, les cires, les terpènes, les phospholipides et les stérols sont tous des lipides) et qu'il n'est pas toujours facile de les classer selon leur composition ou leur structure (voir *Biochimie générale*, «classification des glucides», p. 54, «classification des protides», p. 4 à 9 et «classification des lipides», p. 85 à 87).
- Montrer à l'élève des structures moléculaires étudiées en SBI3U et, avec elle ou lui, les classer en sous-unités de glucides, de protides, de lipides ou de nucléotides. **(ED)**
- Annoncer à l'élève que cette activité porte sur la structure, la fonction et le rôle des macromolécules composant les êtres vivants.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Liaisons chimiques

- Distribuer à l'équipe un ensemble d'un modèle moléculaire et lui demander de construire une des molécules présentées et de conserver ces structures.
- Demander à l'élève d'observer chacune des structures et de déterminer les éléments constituant ces molécules (p. ex., carbone, hydrogène, oxygène, azote et phosphore).
- Poser des questions à l'élève pour revoir la structure électronique des éléments C, H, O et N, à l'aide du tableau périodique.
 - Combien d'électrons se trouvent dans leur dernière couche électronique?
 - Quelle est la relation entre l'électron et la liaison chimique?
 - Combien de liens chaque élément peut-il former avec d'autres éléments?
 - Quelle est la valence du carbone?
 - Dessine un diagramme de Lewis d'un atome de ces quatre éléments.
- Expliquer à l'élève que les molécules biologiques les plus complexes (ou macromolécules) sont des regroupements d'atomes des éléments tels que C, H, O et N et parfois P et S (p. ex., ADP, protéine) qui sont liés les uns aux autres par diverses liaisons chimiques (p. ex., liaisons ioniques, liaisons covalentes et liaisons hydrogènes).
- Présenter les liaisons ioniques, covalentes et hydrogènes entre les atomes à l'aide de transparents (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 6 à 8).
- Expliquer à l'élève que les liaisons hydrogènes sont très faibles comparées aux deux autres types de liaisons, mais qu'elles s'additionnent pour exercer des forces essentielles au maintien de la vie (p. ex., bases azotées de l'ADN, eau). **(AM)**

- Demander à l'élève de préparer un tableau synoptique des trois liaisons et de comparer les éléments et les forces participants et la force relative des liaisons. Corriger et commenter. (EF)

Eau, solvant universel

- Rappeler à l'élève que les êtres vivants sont formés de plus de 50 % d'eau.
- Revoir la formule structurale d'une molécule d'eau et son diagramme de Lewis.
- Utiliser ces modèles de la molécule d'eau pour revoir les concepts d'électronégativité, de polarité moléculaire et de formation de liaisons chimiques.
- Expliquer que l'eau peut se dissocier partiellement en ions H^+ ou H_3O^+ et OH^- , et que cette dissociation partielle peut faciliter la dissociation de composés ioniques (p. ex., $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$).
- Poser des questions à l'élève pour l'amener à faire des liens entre les propriétés et le rôle de l'eau dans les êtres vivants : Quel phénomène biologique important découle du fait que :
 - l'eau est un solvant quasi-universel?
 - les molécules d'eau sont cohésives?
 - l'eau est adhérente?
 - l'eau s'évapore à 100 EC?
 - l'eau a une chaleur précise élevée?
 - l'eau a un point d'ébullition de 100 EC ?
 - l'eau a un point de congélation à 0 EC?
 - la masse volumique de l'eau est plus élevée à 4 EC? (voir *La chimie: Une expérience humaine* p. 274 à 278, *Biologie générale* p. 25 à 27 ou <http://cyberbio.mit.edu:8001/esgbio/lm/lmdir.html>).
- Revoir avec l'élève le concept du pH et de l'échelle de pH (p. ex., *Biologie générale*, p. 27 à 29) ainsi que l'utilisation du pHmètre ou les sondes de pH d'un CBL (consulter le manuel du distributeur).
- Demander à l'élève de mesurer le pH de liquides extraits d'organismes vivants (p. ex., lait, sucs gastriques, jus de canneberge, breuvage de soya), de noter les résultats dans un tableau et de les comparer avec ceux des autres élèves (p. ex., *La chimie: une expérience humaine*, p. 333 ou *Biologie générale*, p.28). (EF)
- Faire remarquer à l'élève que tous ces liquides sont à base d'eau et que les systèmes biologiques ne peuvent pas fonctionner sans eau.

Groupements fonctionnels

- Présenter la formule structurale ainsi que le modèle fabriqué en classe de trois composés à six atomes de carbone dont le glucose linéaire, l'acide caproïque et la leucine (voir *Biologie générale*, p. 33 et 42).
- Fournir à l'élève une définition du groupement fonctionnel : groupe d'atomes d'une molécule responsable de réactions caractéristiques, peu importe le reste de la molécule.
- Présenter quelques exemples de groupements fonctionnels (p. ex., groupements hydroxyle, carboxyle, amine, méthyle et aldéhyde).
- Demander à l'élève de nommer d'autres groupements fonctionnels communs chez les êtres vivants (p. ex., cétone, phosphate, ester). Lui demander de les ajouter à ses notes de cours (voir *Biologie générale*, p. 32 et 33).
- Effectuer l'analyse du glucose et de l'acide caproïque en procédant de la façon ci-dessous (voir aussi *Biologie générale*, p. 33) :
 - numéroter les six carbones dans les molécules;

- décrire les liaisons entre les atomes et reconnaître les groupements fonctionnels;
- reconnaître la position des groupements et des atomes simples par rapport à la chaîne de carbone;
- déterminer la polarité des groupements et de la molécule ainsi que sa solubilité dans l'eau;
- s'assurer que l'élève maîtrise les concepts principaux de cette analyse moléculaire en lui posant des questions oralement. (p. ex., Combien y a-t-il de liaisons autour d'un carbone, d'un oxygène et d'un hydrogène? Combien y a-t-il de groupements hydroxyles (ou alcools), carboxyles ou aldéhydes dans ces molécules?) Corriger au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève d'analyser le composé leucine en suivant la même marche à suivre que le glucose et l'acide caproïque et de remettre son analyse de la molécule pour en faire l'évaluation. **(EF)**
- Revoir la structure de la membrane cellulaire et établir le lien entre la polarité des molécules et leur diffusion à travers la membrane cellulaire. (p. ex., La polarité moléculaire est-elle la seule caractéristique qui influe sur le passage d'une substance à travers une membrane?)
- Remettre à l'élève la feuille de molécules organiques de SBI3U et lui demander :
 - d'encercler les groupements fonctionnels dans chaque molécule;
 - de regrouper les molécules qui ont des caractéristiques semblables (p. ex., glucides, protides, lipides et acides nucléiques);
 - de déterminer la polarité de chaque molécule (p. ex., polaire ou non-polaire) et sa capacité de traverser une membrane cellulaire.
- Ramasser le travail et l'évaluer. **(EF)**

Glucides

- Revoir avec l'élève la participation des glucides à des réactions chimiques nécessaires au maintien de la vie (p. ex., production et emmagasinage d'énergie).
- Présenter la structure du D-glucose sous sa forme linéaire ainsi que sa forme cyclique, α -D-glucose et les comparer.
- Montrer que les monosaccharides forment des disaccharides par une réaction de condensation (libération d'une molécule d'eau à la formation de chaque liaison glycosidique ou osidique) et un disaccharide forme deux monosaccharides par une réaction d'hydrolyse.
- Présenter la réaction de polymérisation chez les glucides en montrant, à l'aide de schémas, la façon dont deux, puis trois, puis quatre molécules de α -D-glucose s'attachent les unes aux autres à l'aide des liaisons entre des groupements hydroxyles du carbone-1 (C-1) d'une première molécule de glucose et du carbone-4 (C-4) de la molécule suivante avec la perte d'une molécule d'eau jusqu'à la formation du polymère linéaire amylose (ou amidon). Ce polymère de 1 000 à 4 000 unités de glucose formé par la condensation a une masse moléculaire variant entre 150 000 à 500 000.
- Revoir les faits saillants de la polymérisation en posant des questions :
 - Quelle est la formule moléculaire du glucose, (hexose)?
 - Quelle est la formule moléculaire du disaccharide (maltose) formé par la première réaction de condensation?
 - Quelle est la formule moléculaire du trisaccharide formé à la suite de deux réactions de condensation?
 - Combien de molécules d'eau sont libérées par condensation à l'occasion de la polymérisation d'un polysaccharide de 1 000 unités de glucose?

- Quelle relation y a-t-il entre le nombre de molécules de glucose dans le polymère et le nombre de molécules d'eau libérées?
- Quels sont les trois atomes participant à la formation de la liaison glycosidique entre les groupes -OH des C-1 et C-4? (EF)
- Inviter l'élève à se placer en équipes de deux et à trouver des renseignements au sujet des monosaccharides, disaccharides et polysaccharides suivants : α - glucose, β -glucose, galactose, fructose, maltose, lactose, saccharose, amylose, glycogène, cellulose et de remettre le tout sous forme de tableau synoptique tel que le Tableau 1.1b (p. ex., *Biochimie générale*, p. 73 à 79 ou *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 25 à 29).

Tableau 1.1b : Comparaison de glucides

Glucide	Genre de glucide (saccharide)	Unités de structure de base	Nombre d'unités	Liaisons entre unités	Fonction et source
α -glucose	mono-	α -glucose	1	pas de lien	
maltose	disaccharide	α -glucose	2	lien α 1-4 glycosidique	
amylose	poly-	α -glucose	1000 à 4000	liens α 1-4	

- Montrer à l'élève, à l'aide de transparents, la formule structurale et la formule moléculaire de trois hexoses (p. ex., glucose, galactose et fructose). Faire remarquer à l'élève que les trois molécules ont la même formule moléculaire, $C_6H_{12}O_6$ (les trois molécules sont des isomères), mais qu'elles ont des formules structurales différentes qui leur donnent des caractéristiques chimiques différentes.

Protides

- Expliquer à l'élève que les protéines sont constituées d'acides aminés et qu'il en existe vingt différentes sortes qui forment des chaînes de longueurs variables (de quelques unités à plus d'un million d'unités). Les protéines constituent plus de la moitié du poids sec des cellules (50 % de la masse des animaux et un peu moins de la masse des plantes) et déterminent la plus grande partie de leur structure et de leurs fonctions (p. ex., enzymes, hormones, toxines, protéines structurales, protéines immunologiques, protéines contractiles, protéines de transport et protéines de stockage). Voir *Biologie générale*, p. 42 et 44 à 47.
- Remettre à l'élève un tableau représentant les vingt acides aminés et lui demander de trouver leurs ressemblances et leurs différences. Lui apporter de l'aide au besoin (p. ex., *Biochimie générale*, p. 7 à 9 ou *Biologie générale* p. 39). (EF)
- Montrer à l'élève la façon dont une liaison peptidique se forme entre les groupements fonctionnels $-NH_2$ et $-COOH$ de deux acides aminés distincts par condensation ou perte d'une molécule d'eau à chaque liaison, produisant un dipeptide (p. ex., molécules de glycine et d'alanine). Demander à l'élève de répondre oralement à des questions :

- Combien de molécules d'eau sont libérées par condensation à l'occasion de la polymérisation d'un polypeptide de 5000 unités de glycine?
- Quelle relation y a-t-il entre le nombre de molécules d'acides aminés dans le polymère et le nombre de molécules d'eau libérées?
- Quelles sont les quatre atomes qui jouent un rôle dans la formation de la liaison peptidique entre les groupes -COOH et -NH_2 ? **(EF)**
- Montrer à l'élève des modèles simples de pentapeptides fabriqués à l'aide d'anneaux de rideaux de douche ou de blocs Lego, chacun contenant cinq acides aminés identiques (p. ex., lysine modélisée par cinq anneaux verts attachés les uns aux autres par des liaisons peptidiques; leucine modélisée par cinq anneaux rouges attachés les uns aux autres par des liaisons peptidiques) et lui poser des questions :
 - Que représente chacun des anneaux dans ces chaînes?
 - Que représente chaque entrelacement des anneaux?
 - Combien de pentapeptides différents pourrais-tu fabriquer en utilisant différentes combinaisons des 25 anneaux mis à ta disposition (5 anneaux x 5 couleurs différentes)?

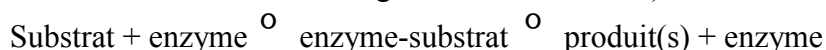
Lipides

- Remettre à l'élève un tableau de classification des lipides (voir *Biochimie générale*, p. 86) et lui mentionner qu'elle ou il étudiera surtout les lipides simples (p. ex., glycérol et acides gras) et, de façon générale, la structure et le rôle des autres lipides.
- Demander à l'élève de dessiner la formule structurale de la molécule de glycérol, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ou $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ dans son cahier.
- Faire remarquer à l'élève que le glycérol a trois groupements fonctionnels (-OH) ou sites de réaction pour y attacher trois acides gras pour former un triglycéride.
- Remettre à l'élève un tableau de la structure et des caractéristiques de certains acides gras (voir *Biochimie générale*, p. 87), lui montrer les modèles d'acide caproïque, d'acide oléique et d'acide stéarique et lui demander de répondre à des questions :
 - Quel groupement fonctionnel retrouve-t-on dans tous les acides gras (-COOH)?
 - Quelle différence y a-t-il entre un acide gras saturé et un acide gras non-saturé (liaisons doubles entre certains carbones)?
 - Quels effets ont ces derniers sur la membrane cellulaire?
 - Quelle est la formule générale pour un acide gras saturé ($\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$)?
- Demander à l'élève d'écrire la réaction entre trois acides gras de formule générale (R-COOH) et la molécule de glycérol (1 glycérol + 3 acides gras \rightarrow 1 triglycéride + 3 H_2O) et lui rappeler que ça se fait par condensation comme dans le cas des glucides et des protides (perte d'une molécule d'eau par liaison entre groupes -OH et -COOH).
- Expliquer à l'élève que ce sont des liens esters (-COOR), et indiquer que ces réactions se font en présence d'enzymes.
- Demander à l'élève de vérifier en équipes de deux la composition en acides gras d'une graisse (p. ex., beurre – surtout des acides gras saturés) et d'une huile (p. ex., olive ou canola – surtout des acides gras insaturés) et de tirer des conclusions au sujet de l'état (gaz, liquide ou solide) des graisses et des huiles à la température ambiante, de leur point de fusion, de leur origine et de l'importance de ces triglycérides pour ce qui est des vivants.
- Faire une mise en commun des résultats obtenus. **(EF)**
- Construire, avec la participation du groupe-classe, un tableau synoptique des macromolécules (glucides, protides, lipides) en utilisant les points de comparaison

suivants : unités de structure de base, groupements fonctionnels, réactions de synthèse, noms et structures des liaisons.

Métabolisme cellulaire

- Définir le métabolisme : processus de modifications chimiques continues qui ont surtout lieu dans les cellules des vivants par destruction des substances complexes avec libération d'énergie (catabolisme) ou par construction de nouvelles substances avec dépense d'énergie (anabolisme).
- Expliquer à l'élève que la majorité de ces réactions sont réversibles, sont catalysées par des enzymes, ont de nombreuses molécules intermédiaires (métabolites), provoquent de grandes quantités d'énergie et sont généralement des réactions qui ajoutent de l'eau (hydrolyse), qui enlèvent de l'eau (condensation), qui déplacent de l'hydrogène (oxydoréduction) et qui ajoutent ou perdent des groupes phosphates (phosphorylation).
- Lire à l'élève l'énoncé ci-dessous pour lui présenter le concept d'enzyme : Un enzyme est une protéine agissant comme catalyseur de réactions biochimiques précises au sein de l'organisme.
- Demander à l'élève d'établir une liste des caractéristiques des enzymes en partant de cet énoncé (p. ex., est de nature protidique, accélère la réaction, demeure intact après la réaction, est précise à une réaction, produit par un vivant) et d'ajouter à sa liste d'autres caractéristiques qu'elle ou il connaît (p. ex., détruit par la chaleur; affecté par le pH du milieu, par la concentration du substrat, par la présence d'activateurs ou d'inhibiteurs et par les chocs mécaniques; a une forme à trois dimensions; a un site actif; réduit l'énergie d'activation).
- Présenter à l'élève l'équation générale nominative de l'action d'un enzyme sur un substrat (molécules retrouvées dans un organisme ou un réactif).



- Remettre à l'élève des pictogrammes en carton d'un substrat et d'un enzyme et lui demander de déduire une équation pictographique à l'aide de ceux-ci (p. ex., enzyme de forme géométrique quelconque avec cavité triangulaire, site actif et substrat arrondi avec projection de forme triangulaire ou autre combinaison complémentaire au choix). Lui fournir de l'aide au besoin. **(EF)**
- Remettre à l'élève trois autres pictogrammes de substrat (p. ex., substrat arrondi avec projection de forme rectangulaire; substrat rectangulaire avec projection de forme triangulaire; substrat rectangulaire avec projection de forme hemihexagonale) et lui demander de reconnaître le ou les substrats qui pourraient agir comme inhibiteurs enzymatiques dans l'équation pictographique ci-dessus. De plus, définir avec l'élève le concept de l'inhibiteur enzymatique et suggérer une situation où ce phénomène est bénéfique à un organisme et une situation où il est néfaste.
- Préparer avec l'élève une expérience pour étudier l'action de la salive fraîche sur une suspension d'amidon et une suspension de cellulose à un pH de 7,5 (voir l'expérience avec la salive, dans BIMO, Unité 1, p. 259). Demander à l'élève de suivre les consignes ci-dessous et lui mentionner qu'elle ou il devra remettre un rapport de laboratoire formel.
 - Revoir les règles de sécurité pour prévenir les dangers physiques et toxicologiques (p. ex., prendre des précautions avec la plaque chauffante, jeter les élastiques après la mastication, utiliser des pipettes avec poires, laver ses mains).
 - Reproduire un tableau de données et d'observations comme celui ci-dessous.

Tableau 1.1c : Action de la salive sur des suspensions d'amidon et de cellulose

	1	2	3	4	5
	2 ml d'amidon	2 ml de cellulose	2 ml de salive	2 ml d'amidon + 2 ml de salive	2 ml de cellulose + 2 ml de salive
Vérification du pH (7,5)					
Chauffage à 37 E C - 10 minutes					
Ajouter 2 ml de solution Benedict					
Observations					

- Préparer un bain-marie sur plaque chauffante et ajuster la température à 37 EC. Vérifier la température du bain-marie et s'assurer que la température demeure constante pendant toute l'expérience (environ 10 minutes).
- Mastiquer un gros élastique propre pendant quelques minutes, sans l'avaler et recueillir la salive produite (au moins 8 ml) dans une éprouvette munie d'un entonnoir.
- Remplir les cinq éprouvettes selon les consignes du tableau et les chauffer au bain-marie pendant 10 minutes.
- En présence de sucres réducteurs, la solution chaude de Benedict change du bleu au rouge brique, tandis qu'en présence de polysaccharides, la solution de Benedict reste bleue.
- Ajouter 2 ml de solution Benedict à chaque éprouvette et observer. Noter les changements de couleur dans le tableau d'observations, s'il y a lieu. Interpréter les résultats obtenus en répondant aux questions suivantes.
 - Pourquoi a-t-on préparé les éprouvettes 1, 2 et 3?
 - Explique le résultat de l'éprouvette 4.
 - Quelles variables a-t-on contrôlées dans cette expérience?
 - En te rapportant à la structure moléculaire de l'amidon et de la cellulose, utilise le modèle de la clé et de la serrure pour expliquer la raison pour laquelle il y a eu une réaction avec l'amidon et non avec la cellulose.
- Ramasser le rapport de laboratoire et l'évaluer. **(EF)**
- Demander à l'élève de représenter les concepts étudiés sous forme de réseau conceptuel. **(O)**

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Discuter de l'intolérance au lactose et de l'importance du rôle des enzymes dans la digestion humaine.
- Inviter l'élève à explorer des logiciels montrant les structures moléculaires à trois dimensions de diverses macromolécules et lui demander de repérer les groupements fonctionnels (p. ex., <http://www.bernstein-plus-sons.com/software/rasmol/>). **(T)**
- Demander à l'élève d'effectuer une expérience en laboratoire sur l'activité enzymatique (p. ex., expérience du foie, BIMO, Unité 1, *Le fondement chimique de la vie*, p. 259).
- Demander à l'élève de contacter un chercheur ou une chercheuse universitaire en biochimie, de l'interviewer et de présenter un compte rendu de sa rencontre au groupe-classe.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.2 (SBI4U)

Cellule : unité fonctionnelle

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur la structure de la cellule. L'élève examine les organites des cellules animale et végétale, et apprend le vocabulaire lié au transport membranaire dans le but de mieux l'analyser. De plus, elle ou il examine des micrographies pour comparer la structure et la fonction des chloroplastes et des mitochondries.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SBI4U-P-Ag.4

Domaine : Processus métaboliques

Attentes : SBI4U-P-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-P-Comp.5
SBI4U-P-Acq.5

Notes de planification

- Trouver des dessins ou des transparents de différents modèles de la membrane plasmique (voir *Biologie et physiologie cellulaire*, p. 19 ou *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 85).
- Se procurer des textes sur le passage des molécules à travers la membrane plasmique (voir *Biologie générale*, p. 65 à 74).
- Préparer des transparents et se procurer des photomicrographies pour étudier les organites qui jouent un rôle dans la respiration cellulaire et la photosynthèse.
- Préparer des copies de dessins, sans annotation, de la cellule végétale et de la cellule animale (voir *Biologie générale*, p. 88 et 89).
- Reproduire des dessins qui montrent les structures internes du chloroplaste et de la mitochondrie.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Remettre à l'élève des représentations étiquetées d'une cellule procaryote, d'une cellule végétale et d'une cellule eucaryote animale.
- Amener l'élève à reconnaître les besoins de tout être vivant : se nourrir, croître et se reproduire.
- Demander à l'élève de préparer deux tableaux, un par page, intitulés «Similitudes de structures cellulaires» et «Différences de structures cellulaires».
- Former des équipes de trois.
- Demander à chaque équipe de consigner les renseignements ci-dessous dans le tableau des similitudes :
 - Pour chaque besoin :
 - récupérer les organites et les composantes communs aux trois types de cellules qui comblent ce besoin;
 - décrire brièvement de quelle façon les organites le comblent. **(ED)**
- Inviter chaque équipe à consigner les renseignements ci-dessous dans le tableau des différences :
 - Pour chaque besoin (s'il y a lieu) :
 - récupérer les organites et les composantes uniques à un ou à deux types de cellules qui comblent ce besoin;
 - décrire brièvement de quelle façon le besoin est comblé. **(ED)**
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Membrane cellulaire

- Projeter à l'écran une représentation de la structure de la membrane cellulaire (p. ex., bicouche lipidique d'une membrane ou modèle en mosaïque fluide d'une membrane).
- Afficher, au tableau, les termes propres au transport membranaire : transport passif (diffusion simple et diffusion facilitée, osmose); transport actif (phagocytose, exocytose, endocytose, pinocytose); protéine porteuse; gradient électrochimique; polarité membranaire; phospholipides; bicouche lipidique; sac membranaire.
- Indiquer que toute cette terminologie du transport se résume à trois moyens de base pour qu'une substance traverse une membrane : la substance doit être dissoute dans la bicouche lipidique, transportée par les protéines membranaires ou enfermée dans un sac formé par la membrane.
- Demander à l'élève de définir les termes déjà vus (p. ex., *diffusion*, *osmose*, *solutions hypertonique*, *hypotonique* et *isotonique*, *polarité*). **(ED)**
- À la suite d'une lecture dirigée (voir *Biologie générale*, p. 65 à 74), demander à l'élève d'expliquer, en utilisant un vocabulaire scientifique et les termes du tableau, le passage des molécules ci-après à travers la membrane plasmique : H_2O , $NaCl$, Na^+ , Cl^- , $C_6H_{12}O_6$, protéines, acides aminés, ATP et de classer ces huit substances par ordre décroissant de vitesse de transport transmembranaire. Aider l'élève, au besoin. **(EF)**

- Fournir à l'élève des renseignements supplémentaires ou des micrographies sur le transport et la structure membranaire (voir *Biologie générale*, fig. 4-3, p. 62; fig. 4-5, p. 63; fig. 4-12, p. 71).
- Discuter de problèmes de santé humaine dans lesquels la membrane cellulaire joue un rôle :
 - impact de la nicotine sur les neurones;
 - fibrose kystique : résultat d'une protéine défectueuse dans la membrane plasmique de cellules glandulaires. Les glandes affectées produisent trop de sécrétions (mucus, enzymes digestives et sueur).

Chloroplaste et mitochondrie

- Présenter, sur un transparent, les organites d'une cellule végétale. Demander à l'élève de nommer les organites qui jouent un rôle direct ou indirect dans les processus de photosynthèse et de respiration cellulaire.
- Distribuer à l'élève le schéma d'un chloroplaste (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 131) et lui demander d'indiquer les différentes parties (p. ex., membrane plastidiale externe, membrane plastidiale interne, pigment chlorophyllien, granum, stroma, thylakoïdes). **(ED)**
- Expliquer à l'élève que les réactions photochimiques (p. ex., photolyse de l'eau, synthèse du NADPH et de l'ATP) de la photosynthèse se déroule à l'aide de pigments (p. ex., chlorophylle et caroténoïdes) dans les thylakoïdes et les réactions sombres ou cycle de Calvin (p. ex., synthèse des glucides), dans le stroma.
- Afficher une représentation géante ou utiliser un modèle commercial d'une mitochondrie mettant en relief toutes ses parties et demander à l'élève d'indiquer les différentes structures internes de la mitochondrie : membrane externe; membrane interne; matrice; espace intermembranaire; complexe enzymatique d'ATP synthétase (voir *Biologie générale*, p. 130).
- Fournir à l'élève des renseignements supplémentaires ou des micrographies sur les chloroplastes et mitochondries, et lui demander de comparer les structures internes similaires des mitochondries et des chloroplastes, et le rôle de ces structures dans la respiration cellulaire et la photosynthèse. Corriger et commenter (p. ex., *Comprendre la biologie*, p. 20, 21; *Biologie générale*, p. 130 et 145; *Biologie - Les enjeux de la vie*, p. 126). **(EF)**

Généralisations

- Discuter de l'origine des cellules complexes (théorie endosymbiotique) pour donner une perspective évolutive établissant un lien avec l'unité portant sur l'évolution (voir *Biologie générale*, p. 481).
- Poser des questions à l'élève afin de vérifier sa compréhension des termes et des concepts de l'activité. **(O)**

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Faire un lien avec l'activité 1.1 en portant une attention particulière aux lysosomes et aux peroxysomes. Expliquer la raison pour laquelle les cellules musculaires contiennent beaucoup de mitochondries alors que les globules blancs contiennent surtout des lysosomes.
- Demander à l'élève de répondre à la question suivante : À la suite d'une baignade en eau douce (solution hypotonique), pourquoi les cellules de l'être humain ne gonflent-elles pas pour éclater?
- Inviter l'élève à lire un article scientifique portant sur la composition et la structure des êtres vivants (voir «L'architecture de la vie» par Donald Ingber au site : www.pourlascience.com/numeros/pls-245/art-1.htm).
- Suggérer à l'élève de trouver les organelles qui jouent un rôle dans la production de sécrétions des glandes affectées par la fibrose kystique.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.3 (SBI4U)

Cellule et énergie

Description

Durée : 240 minutes

Cette activité porte sur l'application des lois de la thermodynamique à la photosynthèse et à la respiration cellulaire. L'élève examine le rôle des réactions d'oxydoréduction et de l'ATP dans ces processus. De plus, elle ou il rédige un article portant sur les liens entre les processus cellulaires et les traitements médicaux ou l'utilisation de substances pour augmenter la performance sportive.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.2 - 4 - 5 - 9

Domaine : Processus métaboliques

Attentes : SBI4U-P-A.2 -3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-P-Comp.1 - 4 - 6
SBI4U-P-Acq.3
SBI4U-P-Rap.1 - 3

Notes de planification

- Préparer un système ordonné (p. ex., un récipient transparent scellé contenant des couches ordonnées de billes de même couleur, une couche de billes rouges, une couche de billes bleues...).
- Se procurer un radiomètre et une lampe de poche de forte puissance.
- Trouver des exemples de transactions énergétiques dans les systèmes biologiques tels que : production d'ATP; contraction musculaire; transport actif d'une substance; excrétion de déchets; battements du flagelle de *Escherichia coli* (voir *Biologie générale*, p. 116 à 120).
- Préparer des transparents pour montrer les réactions d'oxydoréduction et la structure de l'ATP (voir *Biochimie générale*, p. 191).
- Préparer un transparent d'un modèle mécanique illustrant le principe des réactions chimiques couplées. (Voir *L'essentiel de la biologie cellulaire*, p. 95.)
- Trouver un article scientifique sur les mécanismes de synthèse d'ATP, la phosphorylation du substrat et la chimiosmose (voir *Biologie générale*, p. 117 à 121).
- Préparer une liste de sujets possibles pour faire le travail de recherche sur les liens entre les connaissances des processus cellulaires et les traitements médicaux.
- Décider des paramètres de la recherche sur les liens entre les connaissances des processus cellulaires et les traitements médicaux ou diététiques, ou les substances (légal ou non) utilisées pour augmenter la performance sportive (voir **Déroulement de l'activité**).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de citer les première et deuxième lois de la thermodynamique ou d'en énoncer quelques éléments (p. ex., transformation d'énergie, pas de nouvelle énergie, chaos, désordre, entropie, moins de travail, énergie dissipée). **(ED)**
- Montrer le système ordonné et le perturber.
- Inviter l'élève à décrire le phénomène impliqué.
- Pointer une lampe de poche vers les yeux d'un ou d'une élève volontaire. Analyser avec le groupe-classe la réaction de l'élève en fonction des lois de la thermodynamique (p. ex., main protège les yeux, se tourne, fait un commentaire qui engendre un désordre et une dépense d'énergie, perte d'énergie de la pile de la lampe de poche, dégagement de chaleur et de lumière, réaction photochimique des cellules des yeux).
- Montrer un radiomètre à l'élève et pointer la lampe de poche dans sa direction. L'allumer d'abord de façon intermittente, puis l'éclairer 60 secondes.
- Demander à l'élève d'analyser le phénomène observé en fonction des lois de la thermodynamique. Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(ED)**
- Mentionner à l'élève que cette activité porte sur l'application des lois de la thermodynamique à l'étude des transformations énergétiques qui s'opèrent dans la cellule au moment de la photosynthèse et de la respiration cellulaire.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Transformations énergétiques

- Présenter les deux lois de la thermodynamique :
 - l'énergie ne peut être créée ni détruite, elle peut seulement être transformée;
 - à chaque transformation de l'énergie, une certaine quantité d'énergie est inévitablement transformée en énergie inutilisable (entropie); il y a donc une diminution de l'énergie disponible pour accomplir un travail.
- Définir *énergie libre* : énergie utilisable pour faire du travail dégagée dans les systèmes biologiques au cours des échanges énergétiques.
- Mentionner à l'élève que l'on mesure la variation d'énergie libre qui se produit lorsqu'une molécule se transforme en un autre composé au cours d'une réaction chimique. Cette variation d'énergie libre est la quantité d'énergie libre gagnée ou perdue lorsque les réactifs se transforment en produits.
- Illustrer ces principes de la thermodynamique au moyen de deux exemples : gradient électrochimique transmembranaire; dégradation du glucose (voir *Biologie générale*, p. 111).
- Illustrer les concepts de réaction exergonique et de réaction endergonique au moyen de graphiques, et demander à l'élève d'en faire une analyse détaillée en utilisant la terminologie suivante : énergie des réactifs; énergie d'activation; énergie libre (Gibbs); énergie des produits; point d'équilibre (voir *Biologie générale*, fig. 6-3, p. 113).

Photosynthèse et respiration cellulaire

- Expliquer à l'élève que l'énergie nécessaire à la plupart des mécanismes cellulaires provient de molécules nutritives qui contiennent de l'énergie potentielle sous forme de liaisons chimiques entre leurs atomes et que le bris des liaisons libère cette énergie que la cellule peut emmagasiner sous forme d'ATP et utiliser à sa discrétion.

- Présenter à l'élève l'équation générale de la photosynthèse et celle de la respiration cellulaire :

Photosynthèse : $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{énergie} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$;

Respiration cellulaire : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{énergie}$.

- Demander à l'élève de trouver au moins deux ressemblances et deux différences entre ces réactions cellulaires. **(ED)**
- Discuter du fait que ces processus semblent être l'inverse l'un de l'autre; la photosynthèse utilise de l'énergie et la respiration cellulaire en libère, et que les réactifs de l'un sont les produits de l'autre.
- Indiquer à l'élève qu'il y a des similarités entre les deux processus : ils ont des réactions chimiques et des stratégies de transfert énergétique semblables (p. ex., production d'ATP, formation de NADP ou de NADPH, transfert d'électrons, présence de cytochromes, enzymes semblables, produits intermédiaires similaires).
- Présenter et discuter de problèmes associés au métabolisme et à la structure de certaines biomolécules (p. ex., comparer le maïs sucré et le maïs amylicé; décrire la structure chimique des cheveux bouclés).

Réactions d'oxydoréduction

- Expliquer que les voies métaboliques de la photosynthèse et de la respiration cellulaire utilisent des réactions d'oxydoréduction.
- Illustrer le fonctionnement d'une réaction d'oxydoréduction en la séparant en deux demi-réactions et expliquer que la molécule qui cède ses électrons devient oxydée et celle qui en accepte devient réduite (voir *Biologie générale*, p. 115). **(EF)**
- Montrer, à l'aide des équations de la photosynthèse et de la respiration cellulaire, que ces réactions sont des oxydoréductions.
- Présenter le transparent illustrant le principe des réactions couplées et l'expliquer.
- Questionner l'élève sur la source d'énergie des réactions endergoniques chez les êtres vivants (couplage de réactions qui demandent de l'énergie vs réactions qui en libèrent).
- Expliquer à l'élève que certaines réactions s'effectuent grâce à des coenzymes d'oxydoréduction : NAD quant à la respiration et NADP quant à la photosynthèse.
- Mentionner à l'élève que les réactions exergoniques libèrent souvent un surplus d'énergie et que, puisque cette énergie pourrait influencer des réactions nécessitant des enzymes, une partie de l'énergie est emmagasinée dans des intermédiaires énergétiques, l'adénosine triphosphate (ATP).

Fabrication et mécanismes de synthèse de l'ATP

- Montrer la structure de l'ATP à l'aide d'un transparent. Discuter du fait que la photosynthèse utilise de l'ATP comme intermédiaire énergétique de la synthèse de molécules de glucides; pour ce qui est de la respiration, les ATPases hydrolysent l'ATP pour fournir l'énergie à de nombreuses activités telles que la contraction musculaire, le transport actif, l'excrétion des déchets et la synthèse de nouvelles macromolécules.
- Expliquer à l'élève que les processus métaboliques de respiration cellulaire et de photosynthèse sont des moyens différents pour atteindre le même but : la synthèse d'ATP.
- Faire référence aux liaisons qui attachent les deux derniers groupements phosphate à la molécule et expliquer à l'élève que le bris de ces liaisons libère une grande quantité d'énergie.

- Mentionner que l'hydrolyse est la réaction responsable de ce bris de liaisons et que le produit est l'adénosine diphosphate (ADP) et 31 kJ d'énergie libre par mole d'ATP hydrolysée.
- Expliquer que la dégradation de l'ATP ne produit pas toujours de phosphate libre. Dans certains cas, des enzymes (kinases) catalysent des réactions de phosphorylation où le groupement phosphate terminal est transféré à une autre molécule.
- Mentionner que les réactions qui dégagent de l'énergie (respiration cellulaire) doivent donc resynthétiser de l'ATP continuellement par la phosphorylation de l'ADP.
- Assigner à l'élève la lecture d'un texte scientifique portant sur les mécanismes de synthèse de l'ATP, la phosphorylation du substrat et la chimiosmose. Demander à l'élève de prendre des notes sur ces mécanismes (voir *Biologie générale*, p. 119 à 121).
- Grouper les élèves en équipes de deux et leur demander de comparer leurs notes sur ces notions pour en vérifier leur compréhension et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Généralisation

- Demander à l'élève de travailler en équipe :
 - pour comparer les transformations d'énergie et de matière associées aux processus de la respiration cellulaire (aérobie et anaérobie) à celles de la photosynthèse.
 - pour créer un lexique de toute la terminologie se rapportant à cette activité. **(O)**

Application des connaissances sur les processus cellulaires

- Présenter à l'élève les consignes d'un travail de recherche portant sur les liens entre les connaissances des processus cellulaires et les traitements médicaux ou diététiques, ou les substances (légal ou non) utilisées pour augmenter la performance sportive. **(ES)**

Exemple de consignes :

Format

- article de vulgarisation qui pourrait paraître dans un quotidien local sous une rubrique «Santé».

Choix du sujet

Le compte rendu doit comporter :

- une explication des processus de transport membranaire;
- un effet énergétique;
- le rôle d'un coenzyme, d'une vitamine, d'une hormone ou d'un médicament;
- le processus métabolique des cellules d'un organe ou d'une composante du corps (p. ex., estomac, intestin, rein, poumon, cœur, muscles ou squelette).

Informations nécessaires

- nom commun, nom clinique et formule chimique de la substance utilisée;
- formule structurale faite à l'aide d'un logiciel de modélisation moléculaire; **(T)**
- propriétés chimiques et physiques (pharmacologie) de la substance;
- origine de la substance : naturelle, biochimique ou biotechnique;
- condition ou symptômes avant traitement;
- dangers particuliers (contre-indications) associés à cette substance;
- autres précautions à prendre avec cette substance;
- effets néfastes de cette substance;
- surdose ou dose massive de la substance;
- posologie de la substance;
- entreprises qui préparent ou qui fabriquent cette substance;
- description d'une profession se rapportant à cette substance. **(PE)**

Journal de bord

- Mettre à jour un journal de bord dans lequel tu écriras les tâches que tu as accomplies durant la période de travail, tes succès, les problèmes que tu as dû surmonter ainsi que les solutions que tu as adoptées pour résoudre les problèmes. **(O)**

Attentes visées

- Voir la grille d'évaluation adaptée.

Échéances

Choix de la substance utilisée pour traiter ou améliorer la performance sportive.	à remettre le _____
Titre d'articles, de textes ou d'adresses de sites Internet liés au traitement ou à la substance.	à remettre le _____
Première ébauche de l'article de journal.	à remettre le _____
Article de journal révisé.	à remettre le _____

- Présenter et expliquer la grille d'évaluation adaptée pour évaluer le travail de recherche.
- Préciser les paramètres de la recherche (organisation, aides visuelles, longueur de texte, ressources variées, qualité de la langue).
- Inciter l'élève à inclure, dans sa recherche, des emplois se rapportant au domaine de la biologie cellulaire ou de technologies connexes à la photosynthèse et à la respiration cellulaire. **(PE)**
- Amener l'élève à entreprendre sa recherche et lui allouer du temps en salle de classe.
- Rencontrer l'élève individuellement pour discuter de son progrès. **(EF)**
- Insister sur l'utilisation d'un logiciel de traitement de texte pour faire la rédaction finale. **(T)**
- Ramasser le travail de recherche pour l'évaluer. **(ES)**

Évaluation sommative

- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport aux processus métaboliques étudiés, à l'aide d'une recherche, en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance du transport membranaire;
 - démontrer une compréhension des liens entre la respiration cellulaire et la photosynthèse, et le processus métabolique des cellules d'un organe ou d'une composante du corps.
 - Recherche
 - appliquer des habiletés de recherche telles que la compilation et l'organisation de l'information.
 - Communication
 - utiliser la terminologie scientifique propre au transport membranaire, aux transformations énergétiques et aux processus métaboliques;

- utiliser l'article de journal comme forme de communication.
- Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les progrès réalisés dans l'étude des processus métaboliques et la vie quotidienne;
 - démontrer une compréhension des liens entre les processus métaboliques et les perspectives d'emploi se rapportant à ce domaine.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à créer une archive électronique des structures, d'au moins 5 molécules, qui jouent un rôle dans le transport activé de la biosynthèse (p. ex., ATP, NADPH, NADH, FADH₂, Acétyl CoA). **(T)**
- Demander à l'élève de monter une collection des structures et des formules moléculaires d'au moins 30 glucides ou lipides, ou protéides.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.4 (SBI4U)

Photosynthèse

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur les étapes de la photosynthèse. Au cours d'une démonstration, l'élève observe l'effet de la longueur d'onde de la lumière sur la photosynthèse et examine le phénomène d'absorption. Elle ou il étudie et compare les étapes de la photosynthèse, et recueille et interprète des données sur les conditions optimales nécessaires à la photosynthèse.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-P-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8

Domaine : Processus métaboliques

Attentes : SBI4U-P-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-P-Comp.5 - 6
SBI4U-P- Acq.1 - 4 - 6

Notes de planification

- Placer deux cloches de verre en avant de la salle de classe. Mettre une plante feuillue bien arrosée et une petite bougie allumée sous l'une d'entre elles, la sceller avec de la vaseline et l'illuminer avec une lampe de 100 W. Se procurer une autre bougie.
- Se procurer un spectre électromagnétique et des représentations des spectres d'absorption.
- Se procurer un ensemble pour montrer l'effet de la longueur d'onde de la lumière sur la photosynthèse (voir Boréal n° 46641-00).
- Préparer des diagrammes montrant les étapes de la photosynthèse (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 141 à 154).
- Préparer le matériel nécessaire d'une expérience portant sur les conditions optimales pour maximiser le taux de photosynthèse (voir *Les enjeux de la vie*, p. 125 ou BIMO, Biologie, Unité 3, p. 27-45). (Note : Cette expérience nécessite un intervalle de temps prolongé - s'assurer de la disponibilité du matériel à cette période.)
- Obtenir des données d'expériences à interpréter (voir BIMO, Biologie, Unité 3, p. 232, 234).
- S'assurer de la disponibilité d'ordinateurs.
- Préparer et photocopier une grille d'évaluation adaptée pour faire l'évaluation sommative en laboratoire.
- Se procurer des ensembles pour permettre à l'élève d'effectuer la photolyse de l'eau (voir Boréal n° 69377-00) et la synthèse de l'amidon (voir Boréal n° 64461-00).
- Consulter le centre de ressources pour obtenir une vidéo (p. ex., *La photosynthèse*, tfo) portant sur la photosynthèse et préparer des questions sur son contenu.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève d'observer les deux cloches en avant de la salle de classe : une des cloches contient une plante feuillue bien arrosée et une petite bougie allumée, et est illuminée avec une lampe de 100 W; allumer une bougie sous l'autre cloche et la sceller avec de la vaseline (la bougie sous la cloche sans plante devrait s'éteindre après quelques minutes).
- Présenter à l'élève, à l'aide d'un extrait de film, d'une discussion ou d'une lecture dirigée, l'expérience de Joseph Priestley sur la complémentarité de la photosynthèse et de la respiration cellulaire (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 129, 130; *Biologie générale*, p. 164 et 165).
- Expliquer à l'élève que cette activité porte sur l'étude des réactifs et des produits intervenant dans le processus de la photosynthèse. **(ED)**
- Mentionner à l'élève qu'il y aura une tâche sommative en laboratoire à la fin de cette activité.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Énergie lumineuse et photosynthèse

- Montrer à l'élève un spectre électromagnétique, lui expliquer que la lumière est une radiation électromagnétique qui couvre une bande particulière de longueurs d'onde et mentionner que plus la longueur d'onde de la lumière est courte, plus elle contient de l'énergie.
- Montrer l'effet de la longueur d'onde de la lumière sur la photosynthèse (voir Boréal n° 46641-00).
- Présenter le concept d'absorption d'énergie lumineuse et expliquer que l'absorption de l'énergie lumineuse, par des pigments photosynthétiques, est un préalable à la synthèse des glucides (*Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 142).
- Expliquer que les pigments (p. ex., chlorophylle a, b, c et d, caroténoïdes, phycobilines) sont des molécules qui absorbent des longueurs d'onde particulières de la lumière.
- Demander à l'élève de recueillir des renseignements dans des imprimés ou des sites Internet sur la structure de la chlorophylle a et de la chlorophylle b, et de les comparer.
- Fournir à l'élève des spectres d'absorption des pigments photosynthétiques (voir BIMO, Unité 3, p. 232) et lui demander de répondre à des questions à réponses courtes telles que :
 - la chlorophylle a absorbe mieux la lumière _____, tandis que la chlorophylle b absorbe mieux la lumière _____;
 - les deux types de chlorophylle absorbent moins bien la lumière _____; la plupart de cette lumière est donc _____;
 - la lumière rouge orange est mieux absorbée par la _____.
- Discuter avec l'élève des pigments associés avec chacun des deux photosystèmes.
- Fournir à l'élève différentes données recueillies lors d'expériences en laboratoire sur les spectres d'absorption et lui demander de tracer et d'interpréter des graphiques construits à l'ordinateur. Circuler pour aider l'élève (voir BIMO, Unité 3). **(T) (EF)**

Étapes de la photosynthèse

- Expliquer à l'élève l'importance des réactions photochimiques et thermochimiques, et lui présenter les quatre étapes de la photosynthèse : réaction photochimique; transfert d'électrons; chimiosmose; fixation du carbone (voir *Biologie générale*, p. 150, 151).
- Demander à l'élève de préparer un tableau comparatif des réactifs et des produits jouant un rôle dans chacune des quatre séries de réactions mentionnées ci-dessus et de construire un organigramme des grandes réactions ou des réactions nettes de la photosynthèse en utilisant ces données. Corriger et commenter. **(EF)**
- Présenter toutes les sous-étapes de chaque série de réactions—réaction photochimique, transfert d'électrons, chimiosmose, fixation du carbone, en s'assurant d'inclure les notions suivantes : réaction d'oxydoréduction; hydrolyse; complexe d'ATP synthétase; transports cyclique et acyclique des électrons; cycle du carbone.
- Fournir à l'élève des diagrammes pour faciliter sa compréhension tout le long de son apprentissage (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 141 à 154).
- Exiger que l'élève situe les sites où se produisent les réactions de la photosynthèse sur son schéma du chloroplaste distribué à l'activité 1.2. S'assurer que l'élève indique sur son schéma les molécules telles que le glucose, le CO₂, l'adénosine triphosphate, l'eau, le NADPH, la chlorophylle a_I et a_{II} et l'oxygène. Aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Demander à l'élève de faire un tableau comparatif des trois types de photosynthèses (photosynthèse en C₃ se produisant dans la plupart des végétaux; photosynthèse en C₄ se produisant surtout dans des plantes tropicales qui requièrent moins d'eau, comme le maïs et la canne à sucre; photosynthèse de type crassulacéen s'effectuant en particulier dans les plantes grasses).
- Demander à l'élève d'élaborer des procédés mnémotechniques pour apprendre la terminologie se rapportant à la photosynthèse et à la respiration cellulaire, et d'en faire part au reste du groupe-classe. **(O)**

Expérience sur la photosynthèse

- Grouper les élèves en équipes de deux et expliquer le but de l'expérience : découvrir les conditions optimales pour obtenir un taux maximal de photosynthèse (voir BIMO, *Biologie, Unité 3, La physiologie végétale et la photosynthèse*). **(ES)**
- Assigner à chaque équipe soit une expérience ou une analyse graphique qui porte sur le taux de croissance d'une plante en fonction de la variation d'un facteur. Choisir parmi les sujets suivants (*note : certaines expériences nécessitent un intervalle de temps prolongé*) :
 - mesure du taux de la photosynthèse par dégagement d'oxygène (BIMO, p. 21 à 23);
 - effet de la concentration du CO₂ sur le taux de photosynthèse (BIMO, p. 27 à 29);
 - effet de la température sur le taux de photosynthèse (BIMO, p. 33 à 35);
 - effet de l'intensité lumineuse sur le taux de photosynthèse (BIMO, p. 39 à 41);
 - effet de la longueur d'onde de la lumière sur le taux de photosynthèse en gardant la même intensité lumineuse et en ajoutant un filtre bleu et un filtre rouge à deux des lumières (BIMO, p. 39 à 41);
 - analyse de quatre graphiques et de leurs énoncés (BIMO, p. 47, 49, 51 et 53);
 - analyse de quatre graphiques et de leurs énoncés (BIMO, p. 53, 55, 59 et 62);
 - analyse de deux graphiques en partant d'un tableau de données (BIMO, p. 71 et 75).
- Demander à l'élève de compiler les résultats de toutes les équipes et de les analyser.
- Demander à l'élève d'ajouter à son rapport de laboratoire une enquête sur la croissance rapide des plantes en C₄ et son effet sur la productivité des cultures.
- Assigner un problème pour vérifier les connaissances de l'élève par rapport aux plantes C₃ et C₄ (voir *Biologie, Principes, Phénomènes et Processus*, p. 188, n° 2).
- Ramasser les rapports d'expérience et les évaluer. **(ES)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée d'une expérience portant sur les conditions optimales pour maximiser le taux de photosynthèse.
- Évaluer les connaissances de l'élève concernant la photosynthèse et les conditions optimales relatives à son bon déroulement, à l'aide d'un rapport d'expérience et d'une synthèse des résultats du groupe-classe.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissances et compréhension
 - démontrer une compréhension des étapes de la photosynthèse;
 - démontrer une connaissance des facteurs qui influencent la photosynthèse.
 - Recherche
 - appliquer les habiletés et les procédés techniques lors de la collecte de données;
 - compiler et interpréter des données qualitatives et quantitatives sur les produits de la photosynthèse.
 - Communication
 - utiliser la terminologie propre à la photosynthèse.
 - Rapprochement
 - démontrer une compréhension des liens étroits entre l'étude des types de photosynthèse et leur application en agriculture.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter une vidéo (p. ex., *La photosynthèse*, tfo) portant sur la photosynthèse et demander à l'élève de répondre à des questions sur son contenu.
- Permettre à l'élève d'effectuer la photolyse de l'eau (voir Boréal n° 69377-00) et la synthèse de l'amidon (voir Boréal n° 64461-00).
- Suggérer à l'élève de concevoir et de construire un jeu sur le processus de la photosynthèse (voir Boréal n° 69344).
- Inciter l'élève à faire une recherche sur les besoins des différentes plantes par rapport à la longueur d'onde de la lumière.
- Demander à l'élève d'effectuer une recherche sur l'effet du stress sur la croissance des plantes.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.5 (SBI4U)

Respiration cellulaire

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur les étapes de la respiration cellulaire. L'élève examine les étapes de la respiration cellulaire en les représentant par des équations et des schémas. Elle ou il compare la respiration aérobie à la respiration anaérobie en laboratoire et fait des liens entre cette dernière et ses applications en industries agroalimentaire et pharmaceutique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5

Domaine : Processus métaboliques

Attente : SBI4U-P-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-P-Comp.4 - 5 - 6

SBI4U-P-Acq.5 - 6

SBI4U-P-Rap.2

Notes de planification

- Se procurer le matériel pour montrer l'oxydation du saccharose (p. ex., becher de 100 ml, 30 ml de sucrose ou de saccharose, 15 ml d'acide sulfurique concentré (18 M) pour saturer et couvrir le sucre, lunettes de sécurité, écran transparent, pince à becher, hotte et cubes de sucre pour chaque élève).
- Préparer les transparents illustrant les trois étapes de la respiration cellulaire (glycolyse, cycle de Krebs, phosphorylation oxydative).
- Reproduire, pour chaque élève, les pages 228, 229 et 230 de l'Unité 2 de BIMO et se procurer tout le matériel nécessaire pour faire le laboratoire sur la respiration aérobie et anaérobie des levures.
- Réserver une vidéo portant sur la respiration cellulaire (p. ex., *La respiration cellulaire*, tfo).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Expliquer à l'élève qu'elle ou il assistera à une démonstration concernant le respect de plusieurs consignes de sécurité (p. ex., port de gants, de lunettes de protection et d'un tablier, utilisation de pinces pour manipuler de l'acide concentré, utilisation d'une hotte pour prévenir les fortes odeurs de certains gaz, disposition appropriée des résidus). Mentionner ces consignes avant de demander à l'élève de goûter une substance et d'effectuer la démonstration pour montrer l'oxydation du saccharose par l'acide sulfurique concentré.
- Demander à l'élève d'observer attentivement l'oxydation du saccharose par l'acide et de noter ce qu'elle ou il remarque (p. ex., délai de quelques minutes, changement de couleur du sucre de blanc à jaune à noir, nuage de fumée, carbone qui sort du becher en forme de cylindre poreux, becher devient très chaud, odeur âcre dans l'air).
- Donner à l'élève un cube de sucre et lui demander de le manger. Attendre quelques minutes et faire une série d'observations ou poser des questions qui peuvent sembler étranges (p. ex., c'est curieux, mais tu ne sembles pas avoir changé de couleur! Il n'y a pas de fumée qui sort par tes oreilles ou de carbone, de ta bouche! As-tu chaud? Je ne sens pas d'odeur spéciale dans l'air!).
- Amener l'élève à désigner les réactifs, les produits et autres caractéristiques de la réaction observée, et diriger une discussion au sujet des différences entre combustion, oxydation rapide et respiration cellulaire. **(ED)**
- Écrire, avec l'aide de l'élève, une équation simple d'une combustion et comparer celle-ci avec l'équation de la respiration cellulaire en matière d'énergie, de vitesse de réaction, de réactifs et de produits.
- Résumer le processus de la respiration cellulaire (p. ex., cube de sucre = énergie libérée) et faire ressortir sa complémentarité avec la photosynthèse (p. ex., cube de sucre = énergie entreposée).
- Demander à l'élève ce qu'elle ou il connaît de la respiration aérobie et de la respiration anaérobie, et de leur lien avec l'expérience de la fermentation effectuée au cours SBI3U. **(ED)**
- Mentionner à l'élève qu'elle ou il comparera, au cours de cette activité, la respiration cellulaire aérobie et anaérobie ainsi que les fermentations.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Étapes de la respiration cellulaire

- Expliquer à l'élève que la respiration cellulaire comporte trois grandes étapes : glycolyse (voie de Embden-Meyerhof); cycle de Krebs (ou cycle de l'acide citrique ou cycle de l'acide tricarboxylique); phosphorylation oxydative (ou chaîne de transfert d'électrons ou chaîne respiratoire) et lui remettre un diagramme de chacune des trois étapes.
- Préciser à l'élève que ces étapes concernent plusieurs réactions biochimiques qui nécessitent la participation de coenzymes, tel NAD^+ , FAD, FMN, coenzyme A (CoA) et coenzyme Q, et que toutes les catégories d'enzymes se trouvent dans ce processus complexe : transférases; isomérases; lyases; hydrolases; oxydoréductases; ligases (voir *Biochimie générale*, p. 134 à 136).

- Décrire l'activité de chaque catégorie d'enzymes et en donner un exemple (p. ex., Dans la glycolyse, la phosphoglucose isomérase catalyse la transformation glucose 6-phosphate à son isomère, le fructose 6-phosphate.).
- Faire visionner une vidéo sur les étapes de la respiration cellulaire (p. ex., *La respiration cellulaire* de tfo).
- Présenter, à l'aide de transparents, les étapes de la glycolyse du glucose, molécule à 6-C, faire le bilan du nombre de moles d'eau, d'ATP, de NADH, de $2H^+$ et de pyruvate, molécule à 3-C, produit ou utilisé par mole de glucose et indiquer que les produits de la glycolyse sont de l'énergie sous forme d'ATP, de l'énergie sous forme de la coenzyme réduite NADH et du pyruvate (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 111).
- Écrire une équation simplifiée résumant la glycolyse

$$\text{Glucose (6C)} + 2 \text{ ATP} \rightarrow 2 \text{ pyruvate (3C)} + 4 \text{ ATP} + 2 \text{ NADH} + 2 \text{ H}^+$$
- Mentionner à l'élève que la glycolyse se produit dans le cytoplasme de la cellule et que le cycle de Krebs et la phosphorylation oxydative se font à l'intérieur de la mitochondrie sur et dans les membranes internes ainsi que dans le stroma, et que, par conséquent, les produits de la glycolyse devront utiliser de l'énergie pour pénétrer la mitochondrie.
- Mentionner à l'élève que, entre la glycolyse et le cycle de Krebs, les 2 pyruvates se font oxyder et décarboxyler pour former de l'acétyl(2C)-CoA en libérant $2\text{CO}_2 + 2\text{NADH} + 2\text{H}^+$.
- Présenter, à l'aide de transparents, le cycle de Krebs et faire un bilan du nombre de moles d'eau, d'ATP, de NADH, de CO_2 , de NADH, de 2H^+ , de FADH_2 et d'acide oxaloacétique produits ou utilisés dans ce cycle (p. ex., *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 113).
- Demander à l'élève d'écrire une équation simplifiée résumant le cycle de Krebs. Corriger au tableau (voir *Biologie générale*, p. 133). **(EF)**
- Expliquer la phosphorylation oxydative à l'aide d'un schéma : transfert d'électrons le long de la chaîne oxydative à l'aide de nombreuses molécules spécialisées (coenzymes, cytochromes et enzymes) libérant de l'énergie emmagasiné dans l'ATP et produisant de l'eau (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 114 ou *Biologie générale*, p. 134).
- Présenter, sous forme de tableau, le bilan des ATP produits par mole de glucose dans la respiration cellulaire (voir *Biologie générale*, p. 135 ou *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 116).
- Construire avec la participation du groupe-classe, un tableau synoptique des réactions ou des transferts énergétiques ainsi que des substances communes à la respiration cellulaire et à la photosynthèse.

Généralisations

- Demander à l'élève de représenter les étapes de la respiration cellulaire aérobie sous forme de schéma pour évaluer son propre apprentissage (voir *Biologie générale*, p. 126 ou *Biochimie générale*, p. 218). **(O)**
- Assigner un texte à lire portant sur la respiration anaérobie (fermentation alcoolique et lactique) et demander à l'élève de le résumer oralement (voir *Biologie générale*, p. 136 à 138 et *Biochimie générale*, p. 211 à 213).
- Comparer l'utilisation métabolique de l'énergie d'un ou d'une sprinter à celle d'une personne courant un marathon. **(AM)**
- Expliquer le protocole d'une expérience portant sur la comparaison entre la respiration anaérobie et la respiration aérobie. Demander à l'élève d'effectuer l'expérience et de discuter des résultats obtenus en classe (voir BIMO, Unité 2, p. 227).

- Demander à l'élève de rédiger un paragraphe sur une application agroalimentaire ou pharmaceutique de la respiration anaérobie à l'aide d'articles scientifiques tirés d'Internet ou de magazines (p. ex., formation de pains par des levures; fabrication du vin ou de la bière).
- Demander à l'élève de remettre, sur une disquette, son résumé d'une application. Vérifier le texte de l'élève et l'inviter à échanger son fichier électronique avec les autres élèves.

(T)

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 1.6.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à faire une enquête pour montrer la façon dont les protéines et les lipides peuvent servir de source d'énergie en l'absence de glucose.
- Fournir à l'élève un article d'une revue scientifique pour l'inciter à développer son esprit critique (p. ex., «Que la véritable enzyme se lève!», *Québec Science*, vol. 32, numéro 5, févr. 1994, p. 32).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 1.6 (SBI4U)

Tâche d'évaluation sommative - Métabolisme cellulaire

Description

Durée : 75 minutes

Cette tâche d'évaluation sommative porte sur les concepts et les processus relatifs au métabolisme cellulaire. L'élève reconnaît des schémas biologiques, conçoit une expérience sur les pigments photosynthétiques et répond à des questions à réponses courtes. De plus, elle ou il reconnaît l'incidence de ces connaissances sur le bien-être des humains.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SBI4U-Ag.4

Domaine : Processus métaboliques

Attentes : SBI4U-P-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-P- Comp.1 - 2 - 3 - 5 - 6
SBI4U-P-Acq.1 - 5
SBI4U-P-Rap.3

Notes de planification

- Préparer le cahier de l'élève et le photocopier.
- Rédiger la grille d'évaluation adaptée pour faire l'épreuve et la photocopier.
- Annoncer la tâche sommative une semaine avant la date prévue.
- Relever les points importants du processus de l'évaluation sommative : matière à l'étude, longueur et format de l'épreuve.

Déroulement

- Présenter les attentes et les contenus d'apprentissage visés par cette tâche.
- Distribuer la grille d'évaluation adaptée pour faire la tâche et l'expliquer.
- Distribuer le cahier de l'élève et lui donner le temps nécessaire pour terminer l'activité.
- Évaluer les connaissances et les compétences acquises sur les sujets suivants : éléments chimiques composant les cellules; groupements fonctionnels; macromolécules; métabolisme cellulaire; membrane cellulaire; photosynthèse; respiration cellulaire et transformations énergétiques.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée qui précise les critères de rendement selon les quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension

- démontrer une compréhension des concepts liés aux processus métaboliques de la cellule;
- démontrer une connaissance des faits relatifs aux transformations énergétiques.
- Recherche
 - planifier une expérience liée à un processus cellulaire en contrôlant des variables importantes.
- Communication
 - utiliser la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques liés aux éléments chimiques composant les cellules, au métabolisme cellulaire, à la photosynthèse, à la respiration cellulaire et aux transformations énergétiques.
- Rapprochement
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre la biologie cellulaire et la vie courante.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SBI4U 1.6.1 : Grille d'évaluation adaptée - Métabolisme cellulaire

Annexe SBI4U 1.6.2 : Cahier de l'élève - Métabolisme cellulaire

Grille d'évaluation adaptée - Métabolisme cellulaire
Annexe SBI4U 1.6.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
Compétences et critères	50 - 59 % Niveau 1	60 - 69 % Niveau 2	70 - 79 % Niveau 3	80 - 100 % Niveau 4
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension des concepts liés aux processus métaboliques de la cellule. - démontre une connaissance des faits relatifs aux transformations énergétiques.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance limitée des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance partielle des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance générale des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance approfondie des faits et des termes.
Recherche				
L'élève : - planifie une expérience liée à un processus cellulaire en contrôlant des variables importantes.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies de recherche.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques liés aux éléments chimiques composant les cellules, au métabolisme cellulaire, à la photosynthèse, à la respiration cellulaire et aux transformations énergétiques.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité .

<i>Rapprochements</i>				
L'élève : - démontre une compréhension des rapprochements entre la biologie cellulaire et la vie courante.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiers.	L'élève démontre une compréhension partielle des rapprochements dans des contextes familiers.	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiers et dans certains contextes peu familiers.	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiers et peu familiers.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

Métabolisme cellulaire**Consignes générales**

- La tâche sommative est composée de cinq sections :
 - Section 1 : Vocabulaire (5 minutes);
 - Section 2 : Schémas biologiques (15 minutes);
 - Section 3 : Conception d'une expérience sur les processus cellulaires (20 minutes);
 - Section 4 : Questions à réponses courtes (15 minutes);
 - Section 5 : Questions à développement (20 minutes).
- La durée de chaque partie est indiquée au début de la section.
- Lis la tâche sommative pour te familiariser avec le contenu et fais ensuite le travail.
- Utilise un français correct et un vocabulaire scientifique approprié.

Section 1 : Vocabulaire**Durée : 5 minutes**

1. Compléter les phrases ci-dessous avec les mots appropriés relatifs aux processus métaboliques.
 - a) Une liaison _____ est formée lorsqu'un atome accepte un ou des électrons d'un autre atome.
 - b) Deux monomères se séparent l'un de l'autre par _____ après l'addition d'une molécule d'eau.
 - c) On appelle _____ un groupe d'atomes qui se comportent de façon caractéristique, peu importe le reste de la molécule.
 - d) Un _____ est une molécule organique non protéique indispensable à l'activité d'un enzyme.
 - e) La _____ est une molécule qui absorbe, de façon différentielle, les diverses longueurs d'onde de la lumière visible et apparaît ainsi colorée.
 - f) La production d'ATP, à la suite de l'absorption de la lumière, au moment de la photosynthèse se nomme _____.
 - g) Une _____ est une réaction qui touche à la fois une perte et un gain d'électrons.
 - h) _____ est une molécule de nature protéique contenant un atome de fer attaché à un anneau de porphyrine et qui sert de transporteur d'électrons.
 - i) Un empilement de vésicules aplaties, dites _____, forme un granum.
 - j) La _____, située sur la membrane mitochondriale interne, libère de l'énergie qui sert à la production d'ATP.

2. Associe la phrase de la colonne A au terme de la colonne B.

A	B
1. L'amidon, le glycogène et la cellulose sont des	respiration anaérobie
2. Les molécules d'eau sont maintenues les unes aux autres grâce à ces liaisons.	mitochondrie
3. Une protéine primaire contient une seule séquence de ces unités de structure.	oxydée, réduite
4. Des atomes qui ont le même numéro atomique, mais qui diffèrent par leur nombre de neutrons sont	enthalpie
5. L'énergie électrique emmagasinée est appelée énergie interne ou	isotopes
6. À température et à pression constantes, la quantité d'énergie disponible pour exécuter un travail est	acides aminés
7. Dans les réactions d'oxydoréduction, la molécule qui cède ses électrons devient _____ et celle qui les accepte est _____	hydrogène
8. Dans les réactions photochimiques, les matières premières sont	polysaccharides
9. Processus qui se fait en l'absence d'oxygène	l'énergie lumineuse et les pigments
10. La phosphorylation oxydative se passe dans	l'énergie libre

Section 2 : Schémas biologiques

Durée : 15
minutes

Désigne les schémas et les réactions ci-dessous.

Note à l'enseignant ou à l'enseignante :
Placer ici les schémas ou équations non annotés suivants :

- *le cycle de Krebs;*
- *la structure d'une mitochondrie et d'un chloroplaste;*
- *une série de groupes fonctionnels à désigner.*

Section 3 : Conception d'une expérience sur les processus cellulaires

Durée : 20

minutes

- Planifie une expérience liée à un processus cellulaire de ton choix en contrôlant des variables importantes. Il faut indiquer :
 - ton hypothèse;
 - le matériel de laboratoire requis;
 - la marche à suivre;
 - les données à recueillir;
 - les graphiques à tracer;
 - les analyses de données à considérer;
 - la vérification de l'hypothèse;
 - ton opinion et tes recommandations de l'effet des variables sur le processus.

Section 4 : Questions à réponses courtes

Durée : 15
minutes

1. Que signifie *réduction* de la molécule CO_2 ? Quel est le résultat final de cette réduction?
2. De quelle molécule proviennent les électrons qui se déplacent dans les photosystèmes I et II de la photosynthèse? Comment sont-ils libérés?
3. Nomme, situe dans la cellule et explique le rôle de quatre différentes protéines cellulaires.
4. Quel est l'avantage et quels sont les inconvénients de la respiration anaérobie d'une cellule musculaire?
5. Quelle est la nécessité d'un réservoir de protons dans certains processus métaboliques?
6. Qu'est-ce qu'une voie métabolique à régulation rétroactive? Comment peut-elle s'avérer essentielle?

Section 5 : Questions à développement

Durée : 20
minutes

1. Décris des liens entre les propriétés de l'eau et la biologie.
2. Montre, à l'aide de leur équation générale, la façon dont la photosynthèse et la respiration cellulaire sont des processus inverses.
3. Grâce à nos connaissances biochimiques, la société a réalisé des progrès en ce qui concerne les techniques employées en médecine et dans le domaine des soins de la santé, en général. Cependant, l'avancement des sciences a contribué à créer de nombreux

problèmes. Décris un problème qui résulte du développement des connaissances biochimiques et qui présente un défi à la société.

4. Décris la façon dont un enzyme peut abaisser l'énergie d'activation pour faciliter le déroulement d'une réaction.

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 2 (SBI4U)

Génétique moléculaire

Description

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur l'ADN, l'ARN, le rôle des chromosomes dans le métabolisme, la croissance et la division cellulaire. L'élève construit une échelle du temps des découvertes en biologie moléculaire, effectue des analyses en laboratoire sur les constituants cellulaires, le diagnostic prénatal et les mutations des drosophiles. De plus, elle ou il analyse des questions éthiques et cherche une application du génie génétique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 9

Domaine : Génétique moléculaire

Attentes : SBI4U-G-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-G-Comp.1- 2 - 3- 4 - 5 - 6 - 7
SBI4U-G-Acq.1 - 2 - 3 - 4
SBI4U-G-Rap.1 - 2

Titres des activités

Durée

Activité 2.1 : ADN	300 minutes
Activité 2.2 : Synthèse des protéines	225 minutes
Activité 2.3 : Expression génétique	300 minutes
Activité 2.4 : Différenciation cellulaire	270 minutes
Activité 2.5 : Génie génétique	225 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que

des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire ainsi qu'aux points concernant cette unité : Consulter aussi la section **Sécurité** de l'unité 1.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BIMO, Biologie CPO, Unité 4, *La génétique*, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1989.

Médias électroniques

Sites Internet

Biodidac. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://www.biodidac.bio.uottawa.ca/>

Biogéo. (consulté le 24 octobre 2001)

<http://www.inrp.fr/Access/biotic/genetic/adn/html/points3.htm>

<http://www.inrp.fr/Access/biotic/genetic/html/histoire.htm>

Biologie et multimédia. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://www.multimania.com/mkriat/>

Biozzz. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://geocities.com/stlaurentg/>

Centre des génomiques intégrées. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://www.cigénomics.bc.ca>

Didier Pol. (consulté le 24 octobre 2001)

<http://wwwusers.imagnet.fr/~pol/poli-sc.htm>

<http://wwwusers.imagnet.fr/~pol/1ADN.html>

<http://wwwusers.imagnet.fr/~pol>

<http://wwwusers.imagnet.fr/~pol/2GENE2.html>

Évolution de la vie. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://www.perso.club-internet.fr/ciavatti/evolution/intro.htm>

Généthon : Centre de recherche sur le génome humain. (consulté le 3 juillet 2001)

<http://genethon.fr/genethon-fr.html>
 Génétique des populations et évolution. (consulté le 3 juillet 2001)
<http://www.univ-tours.fr/genet/gen12ch8b.htm>
 Gènes et génomes. (consulté le 3 juillet)
<http://www.sciences-en-ligne.com/gene-genome/accueil.htm>
 Genoscope. (consulté le 25 octobre 2001)
<http://www.genoscope.cns.fr/externe/Francais/Questions/>
 HumGen. (consulté le 3 juillet 2001)
<http://www.humgen.umontreal.ca/fr/>
 InfoBioTech Canada. (consulté le 3 juillet 2001)
<http://www.ctn.nrc.ca/ctn/autre.html#7>
 Le monde - La course aux gènes. (consulté le 25 octobre 2001)
<http://www.lemonde.fr/dossier/0,5987,3226-2633-,00.html>.
 Libération - La course au génome humain. (consulté le 25 octobre 2001)
<http://www.liberation.fr/sciences/genome/>
 Méthylation de l'ADN. (consulté le 3 juillet 2001)
<http://www3.sympatico/diane.demers/methadn/>
 Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. (consulté le 3 juillet 2001)
<http://www.gov.on.ca/OMAFRA>
 Québec sciences. (consulté le 25 octobre 2001)
http://www.quebecscience.qc.ca/Cyber/1.0/1_685_790.htm
 Transformation des productions agricoles et sécurité des aliments. (consulté le 3 juillet 2001)
<http://www-sv.cict.fr/recmip/domaines/agro.htm>
 Unesco - Déclaration universelle sur le génome humain et les droits de l'homme. (consulté le 25 octobre 2001)
<http://www.unesco.org/ibc/fr/genome/projet/>

Vidéocassettes

Évolution organique, tfo, coul., 6 émissions de 10 min.

La synthèse des protéines, tfo, coul. 6 émissions de 10 min.

Logiciels

SEQAIDII - MS-DOS, logiciel gratuit et téléchargeable d'Internet

ANAGENE - Windows, logiciel gratuit et téléchargeable d'Internet

ACTIVITÉ 2.1 (SBI4U)

ADN

Description

Durée : 300
minutes

Cette activité porte sur le matériel génétique d'une cellule animale. L'élève étudie le rôle de l'ADN, sa composition et sa réplication, plus particulièrement la réplication semi-conservative, ainsi que les enzymes qui coopèrent à cette réplication. De plus, elle ou il participe à la construction d'une échelle du temps des grandes découvertes de la génétique moléculaire.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5

Domaine : Génétique moléculaire

Attentes : SBI4U-G-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-G-Comp.2 - 6 - 7
SBI4U-G-Rap.1

Notes de planification

- Trouver, pour faire la mise en situation, plusieurs articles dans des revues scientifiques ou des sites Internet sur l'utilisation de l'ADN comme preuve dans des enquêtes criminelles (p. ex., *Québec Science*, vol. 29, numéro 9, p. 8, «Une empreinte génétique peut trahir» ou «La police scientifique» au site www.users.imagnet.fr/~pol/poli-sc.htm).
- Photocopier pour chaque élève un glossaire de la terminologie de la génétique (voir www.inrp.fr/Access/biotic/genetic/html/glossair.htm).
- Faire des photocopies d'un diagramme d'une hélice d'ADN non étiquetée.
- Trouver des micrographies de la réplication de l'ADN (voir *Biologie générale*, p. 179).
- Préparer des transparents sur les hypothèses de la réplication de l'ADN.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Animer un remue-ménages pour faire ressortir les informations connues de l'élève sur l'ADN (p. ex., l'ADN est le matériel génétique qui est la base chimique des propriétés biologiques des gènes). **(ED)**
- Diviser le groupe-classe en équipes de deux et distribuer à chacune un article, différent de celui des autres équipes, portant sur l'utilisation de l'ADN comme preuve dans des

enquêtes criminelles (p. ex., *Québec Science*, vol. 29, numéro 9, p. 8, «Une empreinte génétique peut trahir» ou «La police scientifique» au site www.users.imagnet.fr/~pol/poli-sc.htm). **(AM)**

- Inviter l'élève à participer à une discussion dirigée pour faire part des informations retenues au reste du groupe-classe.
- Demander à l'élève de décrire des techniques biologiques utilisées pour reconnaître la culpabilité ou l'innocence d'une personne accusée d'avoir commis un crime (p. ex., examen de l'ADN provenant d'échantillons trouvés sur les lieux du crime).
- Annoncer à l'élève que cette activité portera sur la structure et la réplication de l'ADN, le matériel génétique et l'histoire de la génétique moléculaire.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Structure et rôle de l'ADN

- Remettre à l'élève un glossaire de la terminologie de la génétique et l'inviter à s'en servir tout le long de l'unité (voir www.inrp.fr/Access/biotic/genetic/html/glossair.htm).
- Diriger une lecture d'un texte scientifique portant sur la structure de l'ADN. À la suite de la lecture du texte, poser oralement des questions telles que :
 - Nomme les bases de l'ADN et leur symbole.
 - Décris la forme prédominante de l'ADN.
 - Qu'est-ce qui différencie une espèce d'une autre?
 - Qu'est-ce qui différencie un individu d'un autre au sein d'une même espèce? (voir www.inrp.fr/Access/biotic/genetic/adn/html/synthese.htm).
- Demander à l'élève de définir *chromosome* et *gène*, et lui rappeler que le matériel génétique se trouve dans le noyau cellulaire (p. ex., un chromosome est composé de gènes; un gène est un segment d'ADN qui se comporte comme une unité fonctionnelle et peut dicter la structure d'un polypeptide).
- Expliquer à l'élève que les gènes renferment l'information régissant le type et les quantités de protéines que peuvent synthétiser nos cellules : l'ADN code donc la structure des protéines.
- Distribuer à l'élève un diagramme d'une structure d'ADN (p. ex., le modèle double hélice de Watson-Crick) et l'inviter à l'étiqueter à l'aide d'une liste de mots (p. ex., thymine, cytosine, adénine, guanine, bases complémentaires, liaisons d'hydrogène, groupe phosphate, désoxyribose, nucléotide). Corriger l'exercice en indiquant les structures du diagramme sur un transparent. **(EF)**
- Expliquer à l'élève les concepts ci-après sous forme d'enseignement magistral : synthèse de la molécule d'ADN; squelette des ponts de phosphore; bases azotées et leur direction; liaisons hydrogène et leur rôle; polarité opposée des deux chaînes.
- Grouper les élèves en équipes de deux et demander à chacune de composer des questions sur les caractéristiques de l'ADN en partant des notes de cours, d'échanger ses questions avec une autre équipe et d'y répondre. Demander à l'élève de relever les concepts moins bien compris et de demander des éclaircissements. **(O)**

Réplication de l'ADN

- Expliquer, à l'aide de transparents, les trois hypothèses de la réplication de l'ADN de Matthew Meselson et de Franklin Stahl : conservative; semi-conservative; dispersive (voir *Biologie générale*, p. 175 ou le site Internet *Biogeo* www.inrp.fr/Access/biotic/genetic/adn/html/points3.htm).

- Expliquer à l'élève que l'hypothèse la plus couramment acceptée par la communauté scientifique est celle de la répllication semi-conservative qu'ont démontrée Meselson et Stahl en 1958.
- Expliquer, à l'aide d'une micrographie électronique et de transparents, la répllication de l'ADN et décrire les mécanismes de correction des erreurs d'un segment d'ADN.
- Remettre à l'élève la moitié d'une chaîne hélicoïdale et lui demander de l'utiliser comme matrice de synthèse pour compléter une nouvelle chaîne en respectant la règle de complémentarité A-T et G-C.
- Demander à l'élève de prendre des notes sur le rôle des enzymes ADN hélicase, ADN polymérase, ADN ligase et les enzymes de réparation.
- Expliquer à l'élève qu'il existe un mécanisme de réparation fait par des enzymes qui excisent des nucléotides altérés et que, toutefois, cette excision doit être faite avant la répllication.
- Aider l'élève à comprendre des concepts tels que les histones, l'ADN non codant, le clonage de l'ADN et l'ADN recombinant à l'aide d'une lecture dirigée.

Histoire de la biologie moléculaire

- Mentionner à l'élève que les recherches sur la structure de l'ADN sont à la base des connaissances scientifiques en génétique et lui expliquer la signification du terme *génom*.
- Remettre à l'élève un texte sur l'histoire de la biologie moléculaire et lui demander de le lire (voir «Une brève histoire de la biologie moléculaire» au site Internet www.inrp.fr/Access/biotic/genetic/html/histoire.htm).
- Demander aux élèves de se regrouper en équipes de deux et distribuer à chacune une période de temps et des mots clés à chercher tels que ceux ci-dessous :
 - 1850-1900 F. Miescher;
 - 1900-1920 Thomas Hunt Morgan, Archibald Garrod, Max von Laue;
 - 1920-1930 Hermann Muller;
 - 1930-1940 W. Astbury, Fred Griffith;
 - 1940-1950 George Beadle et Edward Tatum, Oswald Avery, Chargaff et Davidson;
 - 1950-1960 J. D. Watson, F. Crick, Hershey et Chase;
 - 1960-1970 Jacques Monod, François Jacob;
 - 1970-1980 Cohen-Boyer;
 - 1980-1985 Chilton;
 - 1985-1990 Stanford;
 - 1990-1995 Transfert du gène de la somatotrophine;
 - 1995-2000 Clonage d'une brebis;
 - 2000-200X Génome humain;
 - 200X-2020 Recherches en cours.
- Demander à l'élève de résumer, en un court paragraphe, les expériences clés qui ont fait avancer le génie génétique au cours de la période assignée. Aider l'élève à trouver toute l'information pertinente de sa période et vérifier son texte. **(EF)**
- Construire une grande échelle du temps sur un mur de la salle de classe et afficher les textes de chaque équipe à l'endroit approprié.
- Demander à l'élève de reproduire l'échelle du temps et l'information pertinente dans son cahier de notes.

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 2.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à construire un modèle moléculaire d'ADN à la manière de Watson et Crick (voir www.users.imagenet.fr/~pol/1ADN.html).
- Télécharger des images de molécules biologiques pour montrer l'universalité de la structure de l'ADN (p. ex., ADN de rat, de levure d'*Echerichia coli*, du virus VIH, au site www.inrp.fr/Acces/biotic/genetic/adn/html/datamol.htm). **(T)**
- Présenter une vidéo sur l'ADN (p. ex., «L'ADN, la molécule de l'hérédité» et «La duplication de l'ADN» de la série *La synthèse des protéines* de tfo).
- Faire lire des articles scientifiques sur les gènes et demander un court résumé oral (voir «Chasseurs de gènes», *Québec Science*, volume 32, numéro 10, juillet-août 1994, p. 17).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.2 (SBI4U)

Synthèse des protéines

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur l'étude de l'ARN et du processus de la synthèse des protéines. L'élève étudie la transcription de l'ARN, ses séquences nucléotidiques et ses trois principaux types. Elle ou il se sert de la technique d'électrophorèse en laboratoire pour analyser les constituants cellulaires associés à la synthèse protéique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 6

Domaine : Génétique moléculaire

Attentes : SBI4U-G-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-G-Comp.1 - 3
SBI4U-G-Acq.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Se procurer des micrographies qui montrent les structures cellulaires associées à la synthèse protéique.
- Préparer des transparents des structures de l'ARN et de l'ADN.
- Préparer le protocole d'une expérience sur l'analyse des constituants cellulaires associés à la synthèse protéique (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 71-72).
- Préparer le protocole et le matériel nécessaire pour faire l'expérience sur l'électrophorèse : barquette en plastique; couvercle; feuille de papier buvard; deux comprimés d'aspirine effervescent; deux morceaux de fil de cuivre; une source de courant continu; fil électrique; trombone; colorants (voir site Internet www.users.imagnet.fr/~pol, sélectionner «Biologie amusante» et, sous «Fiches de travaux pratiques», «Électrophorèse des fragments de restriction d'ADN»).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Faire un retour sur la structure et la fonction de l'ADN en posant des questions à l'élève. **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer la façon dont on pourrait s'y prendre pour donner ses notes de cours à un ou à une autre élève sans lui donner son cahier (p. ex., photocopie).
- Mentionner à l'élève que l'ADN est l'information de base (notes de cours) et que cette information doit être transmise pour permettre la synthèse des protéines.
- Introduire le concept d'ARN comme étant une «photocopie» du code génétique qui joue un rôle dans la production de protéines d'un organisme.
- Questionner l'élève sur l'emplacement, dans la cellule de l'ADN, des ribosomes, de l'ARN de transfert et des acides aminés. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Structure de l'ARN

- Présenter la structure et les rôles de l'ADN et de l'ARN à l'aide de transparents. Indiquer l'emplacement de l'ARN dans la cellule (dans le noyau et le cytoplasme; site de la synthèse des protéines).
- Expliquer à l'élève que la synthèse des protéines est un processus complexe qui exige l'interaction d'une variété de molécules.
- Faire la distinction entre ARN messager, ARN ribosomal et ARN de transfert ainsi qu'entre procaryotes et eucaryotes.
- Demander à l'élève de faire un tableau comparatif des trois sortes d'ARN, qui participent à la synthèse des protéines, en notant les points suivants : abréviation, rôle, endroit où la matrice est synthétisée, pourcentage de l'ARN total (5 % ARNm, 80 % ARNr, 15 % ARNt). Corriger les tableaux de l'élève. **(EF)**

Synthèse des protéines

- Expliquer à l'élève qu'une séquence particulière de nucléotides de l'ADN est transcrite en une séquence complémentaire dans l'ARNm qui, à son tour, est traduite en une séquence déterminée d'acides aminés dans un polypeptide.
- Discuter du fait que le langage génétique possède un «alphabet» composé de quatre lettres parce que l'ARNm contient quatre nucléotides différents. Puisqu'il n'y a que quatre nucléotides pour coder les vingt acides aminés différents, ces quatre lettres doivent composer des mots, chacun correspondant à un acide aminé particulier (voir *Biologie générale*, p. 199).
- Expliquer que l'arrangement des nucléotides contient de l'information tout comme les vingt-six lettres de l'alphabet, les tirets et les points du code morse, et les zéros et les uns de l'informatique.
- Montrer un exemple du code génétique et expliquer que le code est fondé sur des triplets (codons) et que chaque triplet correspond à un acide aminé particulier (voir *Biologie générale*, p. 200, tableau 10-1).
- Guider l'élève à décrire oralement le rôle de l'ADN, de l'ARNm et de l'ARNt des ribosomes et des acides aminés dans la synthèse de protéines. **(EF)**
- Représenter, par un schéma, une molécule d'ARN de transfert et indiquer le site de l'anticodon ainsi que le site de la liaison aminoacyl.

- Décrire la façon par laquelle commence la synthèse d'une protéine ainsi que les trois étapes de l'élongation d'un polypeptide.
- Présenter des micrographies des structures cellulaires associées à la synthèse des protéines (voir *Biologie générale*, fig. 10-5, p. 202; fig. 10-9, p. 208).
- Présenter à l'élève une séquence des bases azotées d'un brin d'ADN d'un enzyme humain et celui d'un autre animal. Repérer une anomalie ou une délétion dans la séquence d'un gène responsable d'une maladie génétique (p. ex., anémie falciforme).
- Présenter une vidéo sur le processus de la synthèse des protéines (p. ex., *La synthèse des protéines* de tfo).
- Demander à l'élève de schématiser et de résumer les étapes de la synthèse des protéines pour évaluer son propre apprentissage. **(O)**

Électrophorèse

- Présenter à l'élève le protocole d'une expérience sur l'analyse des constituants cellulaires associés à la synthèse protéique (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 71-72).
- Présenter le protocole d'une expérience portant sur la séparation des polypeptides de différentes grosseurs par la technique d'électrophorèse (voir site Internet www.users.imagnet.fr/~pol, sélectionner «Biologie amusante» et, sous «Fiches de travaux pratiques», «Électrophorèse des fragments de restriction d'ADN»).
- Demander à l'élève de choisir une des deux expériences et de l'effectuer. Ramasser le rapport de laboratoire pour l'évaluer. **(EF)**
- Énumérer des emplois où l'on se sert couramment de l'électrophorèse comme technique de laboratoire (p. ex., laboratoire médico-légal). **(PE)**

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 2.3.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inciter l'élève à explorer la raison pour laquelle les antibiotiques sont inefficaces pour soigner les maladies virales.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.3 (SBI4U)

Expression génétique

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur les gènes. L'élève étudie les mutations, leur mode de transmission, l'influence du milieu et l'expression des gènes mutants. Elle ou il examine les changements de la structure du gène à la suite d'une mutation, effectue une simulation d'un diagnostic prénatal et discute des problèmes éthiques. De plus, elle ou il étudie, en laboratoire, les mutations des drosophiles.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.2 - 3 - 4

Domaine : Génétique moléculaire

Attentes : SBI4U-G-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-G-Comp.4
SBI4U-G-Acq.1

Notes de planification

- Trouver des photos d'organismes atteints d'albinisme.
- Se procurer une vidéo portant sur les mutations et rédiger des questions portant sur son contenu (p. ex., «Les Mutations» de la série *Évolution organique* de tfo).
- Préparer des transparents de mutations ponctuelles et par déphasage.
- Extraire de la tyrosinase pour faire l'expérience de simulation d'un diagnostic prénatal en suivant les consignes suivantes (tirées de wwwusers.imaginet.fr/~pol/3ENZYMO.html) : couper en morceaux un pied de champignon propre et très frais; broyer les morceaux au mélangeur avec 50 ml d'eau distillée glacée; filtrer avec du matériel froid et recueillir le filtrat dans un récipient posé dans la glace pilée; congeler le filtrat immédiatement.
- À l'expérience de simulation d'un diagnostic prénatal, préparer une solution de pyrocatechol à 0,55 mmol/L pour préparer le substrat et préparer les extraits enzymatiques à tester de la façon suivante :
 - père et mère : extrait enzymatique dilué au 1/4;
 - fille albinos et fœtus : eau distillée;
 - garçon normal : extrait enzymatique non dilué.
- Préparer le protocole de l'expérience sur les drosophiles (voir *Biologie, Les enjeux de la vie*, p. 169 ou wwwusers.imaginet.fr/~pol/2GENE2.html).
- Photocopier un texte sur une anomalie ou une délétion dans la séquence d'un gène responsable d'une maladie génétique et rédiger des questions sur ce texte (p. ex., *Québec Science, Lou Gerig et les radicaux libres*, volume 32, numéro 5 (février 1994), p. 22).

- Préparer l'épreuve et la grille d'évaluation adaptée pour faire la tâche d'évaluation sommative.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter à l'élève des photos d'organismes atteints d'anomalies physiques (p. ex., albinisme, mongolisme) et diriger une discussion sur les causes possibles de ce trait physique. **(ED)**
- Expliquer à l'élève que beaucoup d'anomalies, observées chez les êtres humains et autres organismes, correspondent à la manifestation de mutations, soit une modification affectant l'ADN d'un gène. Cette altération du matériel génétique ou d'un virus entraîne une modification durable de certains caractères du fait de la transmission héréditaire de ce matériel de génération en génération.
- Demander à l'élève s'il est possible de détecter des anomalies chromosomiques ou génétiques avant la naissance. Lui poser des questions à ce sujet et l'amener à discuter des problèmes éthiques engendrés par le diagnostic prénatal. **(ED)**
- Rappeler à l'élève que plusieurs gènes codent les séquences d'acides aminés des polypeptides ou des protéines et lui expliquer que, pour que les protéines fonctionnent comme il est prévu, elles doivent acquérir une configuration spatiale, déterminée par leur composition en acides aminés, et un ordre précis de ces derniers.
- Annoncer à l'élève que cette activité traite d'expression génétique et qu'elle ou il aura l'occasion de montrer les connaissances et les habiletés acquises aux activités 2.1, 2.2 et 2.3 au moment d'une épreuve.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Mutations

- Demander à l'élève de vérifier la définition de mutation dans son glossaire reçu à l'activité 2.1. Préciser qu'en changeant la structure de l'ADN du gène les mutations causent la modification d'une protéine ou l'absence de synthèse d'une protéine.
- Présenter une vidéo sur les mutations et demander à l'élève de répondre à des questions sur son contenu (p. ex., «Les Mutations» de la série *Évolution organique* de tfo).
- Expliquer à l'élève qu'il y a plusieurs sortes de gènes : gène de structure qui régit la production de chaînes polypeptidiques et de protéines; gène régulateur qui régit l'expression d'autres gènes; gène modificateur qui modifie l'expression d'autres gènes.
- Différencier les deux sortes de mutations génétiques : mutation ponctuelle (altération d'un gène unique) et mutation par déphasage. Les illustrer au moyen de transparents (voir *Biologie, les enjeux de la vie*, p. 167) et discuter de l'impact de la délétion, de l'addition ou de la substitution d'acides aminés sur l'expression phénotypique humaine (voir *Biologie, Évolution, diversité et environnement*, p. 210, tableau 10-7).
- Télécharger le logiciel *SEQAID* et inviter l'élève à effectuer les travaux pratiques de la rubrique «Fiches de travaux pratiques - L'expression de l'information génétique» du site Internet www.users.imaginet.fr/~pol/. **(T)**

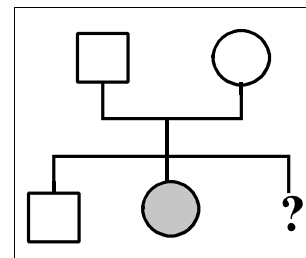
Retombées des connaissances modernes en génétique humaine

- Remettre à l'élève les résultats d'une étude concernant les anomalies chromosomiques observées chez les enfants de femmes ayant dépassé l'âge de 38 ans au moment de la conception (voir wwwusers.imagnet.fr/~pol/3gene-hum.htm) et lui demander de répondre à des questions telles que :
 - Sachant que le père et la mère du bébé à naître présentent un caryotype normal, formuler des hypothèses pour expliquer le caryotype du fœtus.
 - Quelles sont les principales étapes techniques pour établir le caryotype.
 - Quelle conduite devrait adopter la ou le médecin quant au résultat obtenu?
 - Comment conseiller les parents? Discuter des problèmes éthiques.
 - Sachant que l'incidence de la trisomie 21 dans la population générale est de 1,5 cas pour 1000 naissances, devrait-on proposer l'établissement obligatoire du caryotype du fœtus aux femmes enceintes de plus de 40 ans?
- Corriger oralement. (EF)

Simulation d'un diagnostic prénatal

- Expliquer que l'albinisme total est une maladie héréditaire caractérisée par l'absence de mélanine, pigment responsable de la couleur de la peau, des cheveux et des yeux. Les individus atteints sont totalement dépigmentés. Dans l'albinisme total, la tyrosinase est inactive.
- Présenter à l'élève la situation ci-après en dessinant, au tableau, l'arbre généalogique d'une famille où un enfant albinos est déjà né (voir **Schéma 2.3a**) : La mère est à nouveau enceinte et le médecin a demandé au laboratoire de faire la mise en culture de cellules pour extraire la tyrosinase et de déterminer son activité chez tous les membres de la famille, y compris le fœtus (l'activité de l'enzyme est nulle chez les individus atteints et elle est plus faible chez les hétérozygotes que chez les homozygotes du gène normal).
- Demander à l'élève de simuler la détermination de l'activité de la tyrosinase en suivant les étapes suivantes (voir **Notes de planification** pour ce qui est de la composition du substrat et de la technique d'extraction de la tyrosinase) (expérience tirée de wwwusers.imagnet.fr/~pol/3ftalb.html) :
 - marquer cinq étiquettes de la façon suivante : mère; père; fille albinos; garçon normal; fœtus;
 - coller chaque étiquette sur un tube à hémolyse et placer les tubes dans le portoir;
 - mettre 1 ml de solution de substrat dans chaque tube avec une pipette graduée;
 - agiter chaque tube pour l'oxygéner;
 - ajouter dans chaque tube 0,5 ml de l'extrait enzymatique à tester;
 - agiter en retournant le tube quatre ou cinq fois;
 - au bout de 15 minutes, observer la coloration de chaque test ou mesurer l'absorption au spectrophotomètre.
- Demander à l'élève de décrire oralement les résultats obtenus et diriger une discussion sur la manière de conseiller les parents et sur les problèmes éthiques.

Schéma 2.3



Expérience sur les variations génétiques

- Remettre à l'élève un schéma présentant les principales différences phénotypiques entre la drosophile mâle et femelle (voir wwwusers.imagnet.fr/~pol/2GENE2.html).
- Mentionner les caractères sur lesquels portera l'étude des mutations :
 - couleur des yeux w = oeil blanc (mutant) w+ = oeil rougeâtre (sauvage);

- forme des ailes vg = aile atrophiée vg+ = aile sauvage;
- couleur du corps e = couleur ébène e+ = couleur sauvage.
- Demander aux élèves de se regrouper en équipes et distribuer à chacune un croisement à étudier.
- Demander à l'élève de suivre les consignes suivantes :
 - compter les mouches distribuées et les classer en fonction de leur phénotype et de leur sexe;
 - noter le phénotype des parents et le nombre d'individus correspondant au croisement étudié;
 - élaborer une hypothèse permettant d'expliquer les résultats observés et la traduire par un schéma indiquant les génotypes des parents, les gamètes qu'ils produisent et les génotypes des descendants correspondants aux phénotypes observés;
 - tirer une conclusion sur la localisation chromosomique des gènes étudiés et sur une dominance éventuelle (gènes liés ou indépendants, liés ou non au sexe, dominants ou récessifs);
 - noter, dans un tableau collectif, les résultats numériques correspondant au croisement étudié;
 - calculer la moyenne des différents résultats obtenus et déterminer les proportions phénotypiques des descendants de chaque croisement;
 - interpréter les résultats de chaque croisement obtenu collectivement.
- Demander à l'élève de remettre un rapport d'expérience. Corriger et commenter. **(EF)**

Cas particuliers

- Demander à l'élève de lire un texte portant sur une anomalie ou une délétion dans la séquence d'un gène responsable d'une maladie génétique et de répondre à des questions de compréhension (p. ex., *Québec Science, Lou Gerig et les radicaux libres*, volume 32, numéro 5 (février 1994), p. 22). Circuler pour aider l'élève et évaluer ses réponses. **(EF)**
- Discuter, en commun, des avantages et des désavantages des mutations génétiques (p. ex., désavantage : maladies génétiques comme l'anémie à hématies falciformes; avantage : variation du matériel génétique - sélection naturelle).
- Présenter à l'élève des cas de mutations où des gènes mutants nuisent au métabolisme de l'organisme en produisant un enzyme inactif ou inefficace (p. ex., le dérèglement métabolique de la maladie Tay-Sachs, la phénylcétonurie et l'albinisme).
- Faire ressortir le fait que les allèles multiples sont des mutations touchant différentes parties d'un gène, ce qui donne naissance à un certain nombre d'allèles différents (p. ex., le locus d'allèles multiples de groupes sanguins du système ABO chez l'être humain).
- Expliquer la formation des caractères quantitatifs (polygéniques) qui expliquent la taille, l'intelligence, la corpulence et la couleur de la peau et des cheveux chez l'humain (voir *Biologie générale*, p. 310).
- Présenter un tableau de maladies génétiques pouvant comprendre les maladies suivantes : syndrome de Down, danse de Saint-Guy ou chorée de Huntington, anémie falciforme ou drépanocytose, syndrome de Turner, syndrome de Klinefelter, syndrome triplo X, hémophilie, mucoviscidose, myopathie, thalassémie et diabète sucré.
- Demander à l'élève de faire une recherche dans Internet pour déterminer les symptômes d'une maladie génétique, la méthode diagnostique utilisée pour la détecter et le rôle des chromosomes (www.ac-versailles.fr/etabliss/herblay/genetiqu/fiches/malgene.htm, www.ac-reims.fr/datices/SVT/caryo/caryo.htm). **(T)**
- Demander à l'élève de dresser, en partant de son cahier de notes, une liste de connaissances et d'habiletés développées dans cette activité au sujet de l'expression

génétique et de comparer cette liste avec celle de ses pairs, de la compléter et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve sur la biologie moléculaire et la synthèse des protéines.
- Évaluer les connaissances de l'élève par rapport à l'ADN, à l'ARN et à l'expression génétique à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration 2.1, 2.2 et 2.3.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant des critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des concepts de gène et de mutation;
 - démontrer une connaissance de la structure et du rôle de l'ADN et de l'ARN;
 - démontrer une compréhension du processus de la synthèse des protéines.
 - Recherche
 - interpréter des micrographies et appliquer les notions de code génétique;
 - recueillir des données à l'aide de la technique d'électrophorèse d'une façon correcte et prudente.
 - Communication
 - utiliser la terminologie propre à la génétique moléculaire;
 - communiquer l'information sur l'ADN, l'ARN et l'expression génétique d'une façon claire et précise.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre les recherches, les théories et les preuves en génétique et leur impact sur la détermination des anomalies et des maladies causées par des mutations.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inciter l'élève à faire une recherche dans Internet et à rédiger un résumé sur des organismes modifiés génétiquement et leur application en agriculture. **(AM) (T)**
- Inviter l'élève à lire un texte scientifique sur les oncogènes (p. ex., «Le cancer : une petite erreur dans un gène», *Science et vie*, n° 784 (janvier 1983) : 26) et à étudier les retombées de la découverte d'oncogènes chez les personnes atteintes. **(AM)**
- Suggérer à l'élève de chercher les services offerts, par des centres de génétique, aux personnes ayant des maladies génétiques dans leur famille. **(T) (AM)**
- Demander à l'élève de faire une enquête sur les cancers provoqués par des infections virales.
- Demander à l'élève de trouver des emplois liés à la recherche génétique et d'en faire un exposé au groupe-classe. **(PE)**
- Présenter des méthodes de diagnostic génétique comme l'analyse cytogénétique qui permet d'établir le caryotype d'un individu, la PCR (réaction de polymérisation en chaîne qui permet d'obtenir des copies du segment d'ADN et de détecter la présence d'anomalies constitutionnelles ou la FISH (hybridation *in situ* en fluorescence) qui permet la localisation des gènes et le diagnostic des anomalies numériques sur le noyau.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.4 (SBI4U)

Différenciation cellulaire

Description

Durée : 270 minutes

Cette activité porte sur les processus à l'intérieur du noyau. L'élève étudie la façon dont les cellules se différencient les unes des autres à mesure que leurs gènes sont activés ou réprimés. Elle ou il examine divers aspects du dossier génome humain, résume les travaux de Jacob et de Monod, et discute des questions éthiques résultant de la différenciation de cellules souches pour remplacer des tissus malades.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attente générique : SBI4U-Ag.5

Domaine : Génétique moléculaire

Attentes : SBI4U-G-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-G-Comp.3 - 6 - 7
SBI4U-G-Acq.3 - 4
SBI4U-G-Rap.1

Notes de planification

- Apporter des photos ou des modèles de cellules nerveuses, musculaires et autres.
- Trouver un texte scientifique portant sur la différenciation cellulaire (voir *Biologie générale*, p. 236).
- Trouver des sites à suggérer à l'élève portant sur les divers aspects du dossier génome humain (p. ex., «La course au génome humain» www.liberation.fr/sciences/genome/; «La course aux gènes» www.lemonde.fr/dossier/0,5987,3226-2633-,00.html; «Déclaration universelle sur le génome humain et les droits de l'homme» www.unesco.org/ibc/fr/genome/projet/).
- Préparer des transparents décrivant l'expérience de Jacob-Monod.
- Trouver des exemples de problèmes éthiques, résultant de la différenciation de cellules, pour engendrer des discussions.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer à l'élève le schéma d'une cellule musculaire et d'une cellule nerveuse. Lui demander :
 - de décrire les ressemblances et les différences entre ces deux cellules ainsi que leur rôle;
 - de nommer et de dessiner un croquis d'autres types de cellules dont la forme et le rôle sont différents des deux cellules illustrées ci-dessus. **(ED)**
- Souligner à l'élève que la plupart des organismes pluricellulaires commencent leur existence sous forme d'une cellule unique dotée d'un assortiment d'informations génétiques en partant duquel se développe un adulte qui marche, parle, effectue la photosynthèse ou fleurit.
- Préciser à l'élève que toutes les cellules d'un organisme adulte contiennent exactement la même information génétique que le zygote dont elles sont issues et que l'on constate que, sur les cent mille gènes que posséderait une cellule, seule une minorité s'exprimerait dans une cellule particulière.
- Expliquer à l'élève que cette activité porte sur la différenciation cellulaire.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Génome

- Introduire la notion de génome et expliquer à l'élève que presque toute l'information qui détermine la structure et la fonction des cellules et de l'organisme qu'elles forment est encodée dans l'ADN du génome, et s'exprime au moment de la synthèse des protéines.
- Demander à l'élève de définir les termes ci-après à la suite d'une lecture dans un manuel de classe : *différenciation; transplantation nucléaire; transcription de gène; opéron; zygote; cellules somatiques; cellules germinales; gènes régulateurs; puffs chromosomiques; chromosome en écouvillon; corpuscule de Barr*. Animer une mise en commun d'idées (voir *Biologie générale*, p. 236). **(EF)**
- Mettre en évidence l'importance des gènes activés ou réprimés dans le noyau et expliquer davantage ce processus.
- Expliquer à l'élève le rôle des gènes régulateurs et examiner certains modes de régulation de la transcription ainsi que les facteurs responsables de l'activation et de la répression des gènes.
- Inviter l'élève à chercher, dans Internet, des renseignements portant sur les aspects politique, scientifique, éthique, technique et économique du dossier génome humain et de les noter en style télégraphique.
- Suggérer à l'élève des sites tels que : «La course au génome humain» www.liberation.fr/sciences/genome/; «La course aux gènes» www.lemonde.fr/dossier/0,5987,3226-2633-,00.html; «Déclaration universelle sur le génome humain et les droits de l'homme» www.unesco.org/ibc/fr/genome/projet/). **(T)**
- Demander à l'élève d'écrire ses énoncés, notés en style télégraphique lors de la recherche, dans un tableau collectif divisé selon les aspects ci-après du dossier du génome humain : politique, scientifique, éthique, technique et économique.

Preuves scientifiques

- Présenter, à l'aide de transparents, l'expérience de Frederick C. Steward sur les carottes (au cours des années cinquante, Steward et ses collègues réussirent à cultiver des cellules de racine de carotte dans un milieu artificiel et réussirent à faire croître des plantes entières en partant de cellules individuelles en suspension).
- Expliquer à l'élève que cela représentait une preuve qu'une cellule différenciée de racine possédait l'information génétique nécessaire au développement de toutes les différentes cellules d'une carotte adulte.
- Résumer pour l'élève les travaux de François Jacob et de Jacques Monod, publiés en 1960, portant sur les processus de régulation de la biosynthèse ou de l'activité des enzymes sur la synthèse des protéines.
- Demander à l'élève d'écrire un court rapport d'une page des découvertes de cette époque.
- Lire à voix haute un court texte de vulgarisation scientifique portant sur l'exploit Dolly (www.quebecscience.qc.ca/Cyber/1.0/1_685_790.htm) et préciser à l'élève que personne n'a réussi à produire un animal entier en partant d'une seule cellule différenciée. Toutefois, des expériences de transplantations nucléaires, effectuées sur des grenouilles, montrent que les noyaux d'au moins certaines cellules adultes conservent toute l'information génétique. **(T)**
- Donner deux exemples de situations au cours desquelles une hormone stimule la différenciation (p. ex., la métamorphose chez les amphibiens et les insectes).
- Inciter l'élève à mener une enquête pour expliquer la raison pour laquelle le foie humain se régénère, alors que le cerveau, les muscles ou les doigts en sont incapables. Corriger et commenter. **(EF)**
- Animer une discussion sur des questions éthiques résultant de la maîtrise de la différenciation de cellules souches en culture pour obtenir, selon la demande, des cellules capables de réparer les tissus malades ou de les remplacer.
- Demander à l'élève de dresser, en partant de son cahier de notes, une liste des connaissances acquises durant cette activité de différenciation cellulaire, de comparer cette liste avec celle de ses pairs et de la compléter en demandant de l'aide, au besoin. **(O)**

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 2.5.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Suggérer à l'élève de lire des questions fréquemment posées sur le génome humain et de tenter d'y répondre (voir www.genoscope.cns.fr/externe/Francais/Questions/). **(T)**
- Inviter l'élève à se renseigner sur la méthylation de l'ADN en consultant un site Internet à ce sujet (voir www3.sympatico.ca/diane.demers/methadn/). **(T)**
- Demander à l'élève de résumer un article portant sur la différenciation cellulaire (p. ex., «Que le neurologue soit», *Québec Science*, vol. 30, numéro 4 (décembre 1991-janvier 1992, p. 9).
- Présenter à l'élève l'objectif du programme génome humain : établir avec précision la situation et les fonctions des quelque 30 000 gènes du patrimoine génétique (découvrir l'emplacement sur les chromosomes des différents traits, caractères et maladies humaines). Lui suggérer de visiter le site www.monsanto.fr/biotechnologie/biotechnologie.html pour obtenir plus d'informations. **(T)**

- Présenter une vidéo sur la désactivation des gènes dans le traitement du cancer (p. ex., émission *Découverte* de Radio-Canada, 31 octobre 1999).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 2.5 (SBI4U)

Génie génétique

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur le génie génétique. L'élève enquête sur une application du génie génétique et évalue ses incidences sociales, économiques et environnementales. Elle ou il examine la législation canadienne sur les produits biotechnologiques, explore les perspectives d'emploi dans le domaine du génie génétique et présente ses résultats sous forme de page Web.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5 - 9

Domaine : Génétique moléculaire

Attentes : SBI4U-G-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-G-Comp.5
SBI4U-G-Rap.1 - 2

Notes de planification

- Réserver des périodes de classe au centre de ressources pour faire la recherche.
- Se procurer une vidéo sur les organismes génétiquement modifiés (p. ex., émission *Découverte* de Radio-Canada, 20 août 2000).
- Préparer les modalités de la recherche.
- Photocopier l'annexe SBI4U 2.5.1 - **Grille d'évaluation adaptée** pour évaluer la recherche.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Animer un remue-ménages sur des sujets de recherche possibles dans le domaine du génie génétique. **(ED)**
- Présenter la tâche d'évaluation sommative : examiner une application du génie génétique et analyser ses incidences sociales, économiques et environnementales; décrire et expliquer les principales prescriptions de la législation canadienne sur les produits biotechnologiques; chercher les perspectives d'emploi découlant du génie génétique et les institutions offrant des cours dans ce domaine.
- Distribuer à l'élève une liste de sujets tels que :
 - clonage;

- application industrielle telle que la production de bioplastique;
- application agricole des organismes génétiquement modifiés (OGM) telle que le maïs Bt qui ne réclame pas d'insecticide;
- organismes vivants modifiés (OVM) tels que les vaches produisant plus de lait;
- analyse de la séquence des bases azotées d'un gène;
- méthode de la réaction de polymérisation en chaîne (RPC);
- application en médecine telle que la fabrication de l'insuline humaine;
- amélioration des arbres par génie génétique;
- développement d'enzymes pour dégrader les polluants récalcitrants;
- techniques de reproduction.
- Si possible, montrer un produit de haute qualité d'un ou d'une élève d'une année précédente pour mieux montrer la qualité du travail attendu. Demander à l'élève de trouver les points forts et les points à améliorer de ce produit.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Introduction au génie génétique

- Demander à l'élève de donner des exemples de réalisations dans le domaine du génie génétique. **(ED)**
- Animer une discussion sur les réalisations présentes et futures du génie génétique et sur les questions éthiques quant au droit des hommes de modifier la nature (exemples tirés des manuels *VU - inventions et technologies*, p. 109, 110 et *Le roman de la science en 1998*, p. 77 à 92) :
 - en 1997, on a produit une copie génétique exacte d'une brebis en partant d'une de ses cellules; on a baptisé le clone, Dolly;
 - on a déjà réalisé des clonages sur des embryons humains pour faire la recherche médicale; il serait bientôt possible de cloner des tissus et des organes humains pour faire des transplantations (p. ex., le clonage de la peau humaine permettrait de soigner les grands brûlés);
 - on est capable d'isoler des gènes pathogènes qui causent des maladies congénitales comme la fibrose kystique et la dystrophie musculaire;
 - des bovins ont été clonés avec succès aux États-Unis; le clonage du bétail permettrait d'optimiser les rendements en clonant des caractères comme une forte production de lait ou une chair tendre; il s'agit d'un marché potentiellement très lucratif;
 - on peut contrôler les chenilles du chou en modifiant génétiquement un virus à l'aide d'une toxine prélevée sur un scorpion;
 - certains craignent qu'on produise des monstres en intervenant directement sur le patrimoine génétique des animaux;
 - en Nouvelle-Zélande, la foresterie repose sur des plantations d'arbres génétiquement améliorés qui poussent vite et sont à l'origine d'une industrie très prospère;
 - on peut modifier un saumon génétiquement pour qu'il atteigne la taille propre à la consommation au bout de dix-huit mois au lieu des trois ans nécessaires; cette modification pourrait être une réponse à la raréfaction des espèces pêchées;
 - des firmes anglaises et américaines produisent des porcs transgéniques pour transplanter leurs organes sur les humains; on greffe des gènes humains sur ces animaux pour éviter le rejet des organes transplantés;
 - on a déjà produit des hybrides humain-animal; des souris, des lapins, des vaches et des brebis sont déjà porteurs de gènes humains qu'on leur a implantés pour produire des produits tels que l'antitrypsine utilisée contre la fibrose kystique;

- des recherches sont en cours visant à modifier génétiquement la cacahuète pour supprimer le risque d'allergie;
- des aliments pourraient être génétiquement modifiés pour faire moins grossir;
- un gène prélevé sur un poisson, le carrelet, pourrait être transféré dans la pomme de terre pour la rendre résistante au froid.
- Présenter une vidéo sur les organismes génétiquement modifiés (émission *Découverte* de Radio-Canada, 20 août 2000) et demander à l'élève de retracer les étapes générales d'une transformation génétique.
- Expliquer que le génie génétique est la fabrication de copies d'un gène nécessaire à l'étude et aux manipulations génétiques. Les trois grandes étapes sont le découpage de la molécule d'ADN avec les enzymes de restriction, l'isolement des fragments par clonage et le repérage du gène défectueux avec les sondes moléculaires (fr.encyclopedia.yahoo.com/articles/so/so_1130_p0.html).

Recherche

- Présenter à l'élève le travail de recherche :
 - examiner une application du génie génétique et analyser ses incidences sociales, économiques et environnementales;
 - décrire et expliquer les principales prescriptions de la législation canadienne sur les produits biotechnologiques; **(AM)**
 - chercher les perspectives d'emploi découlant du génie génétique et les institutions offrant des cours dans ce domaine. **(ES) (PE)**
- Mentionner à l'élève de choisir une application du génie génétique pour laquelle elle ou il porte de l'intérêt et lui signaler de remettre son travail sous forme de page Web.
- Préciser les paramètres de la recherche (organisation, aides visuelles, longueur de texte, ressources variées, qualité de la langue).
- Suggérer à l'élève de tenir à jour un journal de bord dans lequel elle ou il peut écrire les tâches accomplies pendant les périodes de travail, ses succès, les problèmes qu'elle ou il surmonte ainsi que les solutions adoptées pour résoudre ces problèmes. **(O)**
- Présenter et expliquer la grille d'évaluation adaptée pour évaluer le travail de recherche.
- Amener l'élève à entreprendre sa recherche et lui allouer du temps en salle de classe.
- Demander à l'élève de présenter l'ébauche de la recherche et de l'annoter selon le plan approuvé. **(EF)**
- Insister sur l'utilisation d'un logiciel de traitement de texte pour faire la rédaction finale. **(T)**
- Ramasser le travail de recherche pour l'évaluer. **(ES)**
- Publier des extraits des meilleurs projets dans le journal de l'école. **(AC)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée du projet de recherche.
- Évaluer les connaissances de l'élève en partant de critères précis, à l'aide d'un projet de recherche, en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration 2.4 et 2.5.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :

- Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des processus à l'intérieur du noyau cellulaire;
 - démontrer une connaissance des concepts de gène et des techniques de base en génie génétique;
 - démontrer une connaissance de la législation canadienne sur les produits biotechnologiques.
- Recherche
 - compiler, analyser et interpréter de l'information portant sur le génie génétique.
- Communication
 - utiliser la terminologie scientifique liée au génie génétique;
 - utiliser une page Web comme forme de communication.
- Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre le génie génétique et des perspectives d'emploi dans ce domaine;
 - analyser des questions sociales, économiques et environnementales liées à une découverte en génie génétique.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inciter l'élève à présenter son projet à d'autres écoles par échange Internet ou à le présenter oralement au groupe-classe.
- Demander à l'élève de faire le lien entre le sujet de sa recherche et le cadre du marché du travail au Canada ou dans le monde. **(PE)**
- Demander à l'élève de se préparer en vue d'un débat sur la question suivante : Que se cache-t-il derrière le génie génétique? Sauvegarde ou menace?

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SBI4U 2.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Génie génétique

Grille d'évaluation adaptée - Génie génétique

Annexe SBI4U 2.5.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension des processus à l'intérieur du noyau cellulaire. - démontre une connaissance des concepts de gène, des techniques de base en génie génétique et de la législation canadienne sur les produits biotechnologiques.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories et une connaissance limitée des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories et une connaissance partielle des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories et une connaissance générale des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories et une connaissance approfondie des faits et des termes.
Recherche				
L'élève : - compile, analyse et interprète de l'information portant sur le génie génétique.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies de recherche.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie scientifique liée au génie génétique. - utilise une page Web comme forme de communication.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée , et utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .

<i>Rapprochements</i>				
L'élève : - démontre une compréhension des rapprochements entre le génie génétique et les perspectives d'emploi dans ce domaine. - analyse des questions sociales, économiques et environnementales liées à une découverte en génie génétique.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiers et analyse les questions sociales et économiques avec une efficacité limitée .	L'élève démontre une compréhension partielle des rapprochements dans des contextes familiers et analyse les questions sociales et économiques avec une certaine efficacité .	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiers et dans certains contextes peu familiers, et analyse les questions sociales et économiques simples avec une grande efficacité .	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiers et peu familiers, et analyse les questions sociales et économiques complexes avec une très grande efficacité .
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 3 (SBI4U)

Homéostasie

Description

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur les contrôles physiologique et biochimique qui assurent l'homéostasie chez les organismes vivants. L'élève explique les fonctions des systèmes nerveux et endocrinien, et analyse les mécanismes de rétroaction et les effets de l'environnement en partant d'expériences et de modèles. De plus, elle ou il analyse plusieurs textes scientifiques portant sur l'application de ces processus et élabore un glossaire de la terminologie scientifique de l'unité.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 9

Domaine : Homéostasie

Attentes : SBI4U-H-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-H-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
SBI4U-H-Acq.1 - 2 - 3 - 4
SBI4U-H-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 3.1 : Principes d'homéostasie	225 minutes
Activité 3.2 : Système nerveux	300 minutes
Activité 3.3 : Système endocrinien	300 minutes
Activité 3.4 : Mécanismes de rétroaction	270 minutes
Activité 3.5 : Effets de l'environnement	225 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire, et avise l'élève des points concernant cette unité en particulier : Consulter aussi la section **Sécurité** de l'unité 1.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BIMO, *Biologie CPO, Unité 4, Homéostasie*, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1989.

Carrières de l'an 2000, Montréal, Les éditions Ma Carrière, 305 pages. ***

GUYTON, Arthur, *Anatomie et physiologie du système nerveux*, Décarie Éditeur, Ville Mont-Royal, 1989, 423 p. *

Les sciences par objectif de comportement, Biologie, Circulation, excrétion et endocrinologie, Éditions du Renouveau pédagogique, 1977. ***

MADER, Sylvia, *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, Saint-Laurent, Trécaré, 1991, 767 p. ***

Matériel

Trousse pour l'analyse d'urine synthétique (p. ex., n° 10-6083 ou 26-1160 de Northwest).

Médias électroniques

CD Québec Science, Sainte-Foy, Les Logiciels de Marques, 1998.

Sites Internet

Bâillement. (consulté le 20 août 2001)

<http://perso.libertysurf.fr/baillement/Index.html>

<http://www.baillement.com>

Biochimie. (consulté le 20 août 2001)

<http://www.multimania.com/mkriat/>

Le rôle des oligo-éléments dans l'équilibre de l'organisme. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.oligoelement.com/endocrinologie.htm>
<http://www.oligoelement.com/homeostasie.htm>

Neurophysiologie. (consulté le 20 août 2001)
<http://perso.nnx.com/drose/sommeil/sommeil.html>
<http://perso.nnx.com/drose/sommeil/vigilhomeo.html>
<http://perso.nnx.com/drose/neurophy/neurophy.html>
<http://perso.nnx.com/drose/systnerv./indexsn.html>

Milieu intérieur et homéostasie. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.multimania.com/mad8/EcolVie/physio/homeo5.htm>

Santé Canada. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.hc-sc.gc.ca>

Stress et homéostasie. (consulté le 20 août 2001)
<http://auriol.free.fr/yogathera/Relaxation/stress.htm>

Site-santé. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.sitesante.fr/Infos/Infos.asp?Spec=9>
<http://www.sitesante.fr/infos/Infos.asp?Spec=16>

TCC et ACV (Traumatismes crâniens-cérébraux et accidents). (consulté le 20 août 2001)
<http://www.multimania.com/theriault/menu1.htm>

Université de Sherbrooke - Histocytologie 302. (consulté le 20 août 2001)
<http://callisto.si.usherb.ca : 8080/rblouin/histo/menu/htm>.

Université de Saint-Boniface. (consulté le 20 août 2001)
<http://www.ustboniface.mb.ca/cusb/abernier/Biologie/Anat-physio/pg.15>

Vidéocassette

L'homéostasie, tfo, BPN241605, coul., 60 min.

ACTIVITÉ 3.1 (SBI4U)

Principes d'homéostasie

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur les principes d'homéostasie. L'élève analyse, d'une façon générale, les processus homéostatiques associés au maintien de l'équilibre et résume un article scientifique. De plus, elle ou il entame la rédaction d'un glossaire scientifique de la terminologie de l'homéostasie qu'elle ou il mettra à jour tout le long de l'unité.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 2 - 3 - 4 - 5

Domaine : Homéostasie

Attentes : SBI4U-H-A.2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-H-Acq.1 - 4
SBI4U-H-Rap.3

Notes de planification

- Se procurer un bol d'eau glacée et un thermomètre numérique pour faire la démonstration de la mise en situation.
- Trouver de l'information sur les différences de pH et de température du corps humain et entre différentes espèces.
- Trouver une variété d'articles scientifiques décrivant un déséquilibre homéostatique du corps humain tel que la migraine, l'anémie, la brûlure, l'exposition excessive au soleil, l'oxygénation insuffisante de l'hémoglobine, la fracture d'un os, la luxation, l'entorse, la lésion musculaire, la sclérose en plaques, l'infection, la tumeur, la méningite, l'hydrocéphalie, la conjonctivite, la cataracte, l'otite, le diabète, la leucémie, l'allergie (p. ex., *Québec Science*, vol. 28, numéro 2, oct. 89, p. 9, «Des moules à Alzheimer»; *Québec Science*, vol. 34, numéro 6, mars 1996, p. 35, «Apostose : le suicide des cellules enfin compris»; *Québec Science*, vol. 35, numéro 4, janvier 1997, p. 22, «Les hauts et les bas de la vie dans l'espace»).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer le concept de l'homéostasie thermique à l'aide de la démonstration suivante : demander à un ou à une élève volontaire de plonger sa main dans de l'eau glacée et de tenir dans son autre main un thermomètre numérique pour mesurer son changement de température corporelle (la température devrait changer de un à deux degrés).
- Amener l'élève à expliquer le phénomène en introduisant les concepts suivants : homéostasie, système nerveux, communication intercellulaire et entre les différents systèmes par l'entremise d'hormones. **(ED)**
- Questionner l'élève pour lui faire comprendre l'importance de l'équilibre physique et chimique assurant la survie de l'organisme, et lui demander d'énumérer d'autres exemples de stabilisation physiologique. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Introduction à l'homéostasie

- Comparer l'homéostasie à un avion en vol : vu par un observateur au sol, l'avion semble se diriger vers une direction précise en ligne droite. Cet observateur ne perçoit pas les manoeuvres effectuées par la ou le pilote pour compenser les effets du vent et des changements de pression qui lui fait conserver son cours. Si la ou le pilote compense un vent d'est en tournant l'avion trop vers l'ouest, elle ou il doit corriger de nouveau sa direction jusqu'à ce qu'elle ou il suive son cours.
- Demander à l'élève d'entamer, sur un fichier électronique, la rédaction d'un glossaire scientifique de la terminologie liée à l'homéostasie. Lui mentionner de le mettre à jour tout le long de l'unité. **(O)**
- Définir *homéostasie* et présenter plusieurs exemples issus de la vie courante (p. ex., soif, frissons, transpiration).
- Expliquer que, quel que soit le facteur contrôlé, tous les mécanismes de régulation comportent au moins trois éléments : récepteur, centre de régulation et effecteur (voir *Biologie humaine*, p. 10).
- Demander à l'élève de concevoir et de construire un modèle sur les composants essentiels du processus homéostatique.

Homéostasie thermique

- Expliquer la régulation de la température corporelle à l'aide d'une analogie avec un thermostat. Définir *mécanisme de rétro-inhibition* (voir *Biologie humaine*, p. 10).
- Relever les différences entre les organismes quant à la température corporelle et discuter de l'impact de l'environnement sur la survie de l'espèce.
- Faire noter à l'élève les différences de pH et de température des différents organes chez l'humain (p. ex., bouche, estomac, intestin), et en expliquer les raisons.

Enquête sur l'homéostasie

- Demander aux élèves de se grouper en équipes pour lire un article scientifique décrivant un déséquilibre homéostatique du corps humain (p. ex., migraine, anémie, brûlure, exposition excessive au soleil, oxygénation insuffisante de l'hémoglobine, fracture d'un os, luxation, entorse, lésion musculaire, sclérose en plaques, infection, tumeur, méningite, hydrocéphalie, conjonctivite, cataracte, otite, diabète, leucémie, allergie).

- Remettre à chaque équipe un article différent de celui des autres équipes (p. ex., *Québec Science*, vol. 28, numéro 2, oct. 89, p. 9, «Des moules à Alzheimer»; *Québec Science*, vol. 34, numéro 6, mars 1996, p. 35, «Apostose : Le suicide des cellules enfin compris»; *Québec Science*, vol. 35, numéro 4, janvier 1997, p. 22, «Les hauts et les bas de la vie dans l'espace»).
- Demander à l'élève de résumer l'article et de chercher des exemples de la contribution canadienne à la mise au point de technologies liées au sujet de son article.
- Vérifier le résumé de l'élève et lui demander de l'écrire au tableau afin que les autres élèves puissent le prendre en note.
- Afficher les articles en salle de classe pour susciter l'intérêt de l'élève à l'égard des découvertes scientifiques. **(EF)**
- Diviser le groupe-classe en équipes de deux et assigner une enquête sur le rôle des oligo-éléments dans le corps humain.
- Suggérer des sites Internet tels que : www.oligoelement.com/homeostasie.htm et www.oligoelement.com/endocrinologie.htm. **(T)**
- Demander à l'équipe de présenter les résultats de sa recherche en choisissant une forme de communication telle que le rapport, l'affiche, le dépliant, le journal scientifique, l'exposé oral, la vidéo, les diagrammes, les tableaux et les graphiques. Permettre à l'élève de présenter son projet. Commenter. **(EF)**
- Remettre à l'élève une liste des concepts expliqués lors de cette activité, lui demander de l'examiner et d'indiquer là où elle ou il croit avoir besoin d'aide (p. ex., homéostasie, enzymes, paramètres de survie, besoins de la cellule, communication, réactions). **(O)**

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 3.2.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de lire un texte portant sur le stress et une analogie avec l'homéostasie (voir radio-canada.ca/par4/ind/stress.html et radio-canada.ca/par4/ind/burnout/bola.html).
- Inviter l'élève à s'informer des dangers physiologiques liés à la participation à une expédition en haute montagne, où l'air est raréfié, et les moyens utilisés pour prévenir ou guérir ces effets.
- Inviter l'élève à se renseigner sur l'utilisation de l'application de l'homéostasie dans le domaine de l'acupuncture.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.2 (SBI4U)

Système nerveux

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur les structures et les fonctions du système nerveux. L'élève analyse les processus de la communication nerveuse périphérique et centrale, compare les actions volontaires et involontaires, situe les principales régions du cerveau et relève plusieurs troubles du système nerveux. De plus, elle ou il effectue une expérience sur le réflexe médullaire d'une grenouille.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.2 - 4 - 5

Domaine : Homéostasie

Attentes : SBI4U-H-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-H-Comp.1
SBI4U-H-Acq. 4

Notes de planification

- Se procurer diverses images du système nerveux périphérique de différents organismes tels que le planaire, l'hydre, le lombric, le lapin, la perchaude et l'humain
- Se procurer le logiciel *Le corps humain - version 6.0* et un projecteur multimédia.
- Réserver une vidéo portant sur l'homéostasie et l'équilibre chimique (p. ex., tfo).
- Chercher des schémas et des tableaux de synthèse qui facilitent la compréhension des structures et des fonctions du système nerveux.
- Rédiger le protocole de l'expérience portant sur le réflexe médullaire chez la grenouille (voir *Les sciences par objectif de comportement*, «Sens et système nerveux», p. 62 à 67).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Demander à l'élève de réfléchir pendant cinq minutes à toutes les opérations que fait son corps et de les noter. L'inviter à se grouper en équipes pour compléter sa liste et pour classer les opérations en actions volontaires ou involontaires.
- Animer une mise en commun des idées des listes et classer toutes les actions au tableau.
(ED)
- Mentionner à l'élève que les actions involontaires sont contrôlées par le cerveau. Quand un danger menace l'organisme, le temps de réaction est crucial. Dans certains cas, pour ce

qui est des actions appelées réflexes, l'organisme ne fait pas appel au cerveau, mais simplement à la moelle épinière, ce qui est plus rapide.

- Demander à l'élève de nommer le plus d'actions réflexes possible et d'expliquer les raisons pour lesquelles elles sont importantes. **(ED)**
- Suggérer à l'élève d'imaginer divers scénarios où les actions réflexes ne fonctionnent pas ou d'imaginer de nouveaux réflexes qui nous aideraient à mieux fonctionner dans le monde moderne. Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Système nerveux périphérique

- Présenter diverses images du système nerveux périphérique de différents organismes tels que le planaire, l'hydre, le lombric, le lapin, la perchaude et l'humain. Faire ressortir les différences et les ressemblances des systèmes nerveux des diverses espèces (p. ex., présence ou absence de cerveau ou de moelle épinière; organisation de réseau de neurones; complexité du système en fonction des activités de l'organisme; complexité du système des vertébrés vs invertébrés). **(ED)**
- Faire ressortir que, pour atteindre l'homéostasie, il doit y avoir une certaine coordination entre les différents systèmes, et ce, par un mode de communication efficace et rapide. Rappeler à l'élève les notions de stimuli, de perception, d'analyse et de réaction de manière globale.
- À l'aide d'un tableau de synthèse, représenter les composantes du système nerveux central (SNC) et celles du système nerveux périphérique (SNP). Décrire la fonction de chacune des composantes.

Neurones

- Montrer les différentes structures du neurone ainsi que la direction de la transmission du potentiel d'action (axone, dendrite). Discuter également du rôle des cellules gliales.
- À l'aide de schémas, noter l'importance de la gaine de myéline (transmission rapide de l'influx nerveux par les fibres myélinisées) et mentionner qu'une mauvaise structure du neurone peut causer un désordre neurologique tel que la dystrophie musculaire.
- Diriger une lecture d'un texte scientifique portant sur la structure et le rôle des neurones (p. ex., «Quand les nerfs s'effilochent», *Québec Science*, vol. 31, numéro 10 (août 1993) p. 38 et «Pourquoi certains nerfs ne se refont pas», *Québec Science*, vol. 33, numéro 5, février 1995, p. 18).
- Demander à l'élève de chercher la définition et de noter, dans son lexique, dix termes de la famille *neurone* (p. ex., *neurasthénie*, *neuroblaste*, *neurotrophe*).
- Suggérer le site Internet www.granddictionnaire.com et dire à l'élève de ne pas recopier l'information dans son lexique, mais d'utiliser son vocabulaire tout en respectant un degré supérieur de précision et de qualité linguistique. **(AM) (T)**
- Expliquer à l'élève, à l'aide de schémas colorés sur des transparents ou d'une présentation multimédia en utilisant le logiciel *Le corps humain - version 6.0*, les notions liées à la transmission de l'influx nerveux (potentiel de repos de la membrane, différence de potentiel, concentrations ioniques, pompe Na⁺ - K⁺, dépolarisation, hyperpolarisation, potentiel d'action). **(T)**
- Renforcer les notions complexes liées à la transmission de l'influx nerveux en présentant une vidéo sur l'homéostasie et l'équilibre chimique.

- À la suite d'une lecture du manuel de classe, demander à l'élève de représenter le concept de la transmission synaptique en utilisant des schémas détaillés, colorés et annotés, ainsi que des notes personnelles de cours qui expliquent ce concept. Commenter les notes de l'élève. **(EF)**
- Enseigner brièvement le rôle des différentes sortes de neurotransmetteurs tels que l'acétylcholine, la noradrénaline, la dopamine et la sérotonine ainsi que le rôle primordial de l'enzyme acétylcholinestérase.
- Demander à l'élève d'inclure, dans son lexique, les définitions des termes suivants : *jonction musculaire; neurotransmetteur; vésicule synaptique; fente synaptique; boutons terminaux; membrane présynaptique et postsynaptique; récepteurs; canaux de perméabilité; synapses; excitatrice et inhibitrice.*

Système nerveux central

- Montrer les différentes structures du cerveau ainsi que leur rôle respectif à l'aide d'un schéma (p. ex., bulbe rachidien, cervelet, hypothalamus, thalamus, hypophyse, hémisphères).
- Expliquer à l'élève que plusieurs régions du cerveau interviennent pour répondre à un stimulus quelconque. Toutes les régions du cortex communiquent grâce à des voies d'association entre elles, tels l'aire visuelle du cortex, l'aire somatomotrice, l'hippocampe et le système limbique. L'influx n'est pas à sens unique, mais peut se disperser vers plusieurs régions cérébrales (p. ex., une sensation de douleur associée au feu entraîne une réaction au moteur, tel un cri qui peut rester gravé dans la mémoire).
- Soumettre à l'élève des schémas explicatifs de la structure de la moelle épinière et du fonctionnement d'un réflexe (revoir les matières blanche et grise).
- Montrer l'organisation et le fonctionnement du système nerveux autonome : systèmes sympathique et parasympathique.
- Relever les différences entre le système nerveux sympathique et parasympathique telles que la structure des fibres, la présence ou l'absence de ganglions, les neurotransmetteurs qui jouent un rôle, en montrant l'utilité de la rapidité de l'influx nerveux dans les situations de stress ou de repos.

Généralisations

- Remettre à l'élève un protocole d'expérience portant sur le réflexe médullaire chez une grenouille et lui demander de l'effectuer (voir *Les sciences par objectif de comportement*, «Sens et système nerveux», p. 62 à 67).
- Remettre à l'élève des diagrammes sur lesquels elle ou il doit indiquer différentes parties telles que la structure du neurone, de l'encéphale et de la moelle épinière. Circuler pour l'aider. **(EF)**
- Grouper les élèves en équipes de deux et demander à chacun ou à chacune de dresser une liste de questions pour vérifier le degré de maîtrise des notions vues lors de cette activité. Demander à l'élève de répondre aux questions de sa ou de son partenaire et de demander des éclaircissements, au besoin. **(O)**
- Demander à l'élève de découvrir quelques relations entre le fonctionnement du SNC et d'autres domaines de connaissances (p. ex., psychologie, psychiatrie, criminologie et sociologie). **(AM) (PE)**

Évaluation sommative

- Évaluer les connaissances de l'élève à l'aide d'une épreuve portant sur la terminologie et les concepts vus dans les situations d'exploration 3.1 et 3.2.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction de quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des structures et des fonctions liées au système nerveux;
 - démontrer une connaissance du processus d'homéostasie.
 - Recherche
 - appliquer des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique.
 - Communication.
 - utiliser la terminologie scientifique propre aux domaines de l'homéostasie et de la neurologie.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre l'homéostasie et la contribution canadienne à la mise au point de technologies connexes.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à lire des textes scientifiques se rapportant à la neurologie (p. ex., «L'ablation de la moitié du cerveau», *Québec Science*, vol. 32, numéro 1, septembre 1993, p. 16; «Le paradoxe de la vision aveugle», *Québec Science*, vol. 32, numéro 1, septembre 1993, p. 19; «Comment les bébés apprennent à parler», *Québec Science*, vol. 33, numéro 2, oct. 1994, p. 65; «Comment le cerveau fabrique des images», *Québec Science*, vol. 34, numéro 9, juin 1996, p. 69).
- Demander à l'élève de disséquer un cerveau de mouton pour relever les différentes parties (p. ex., «Dissection de l'encéphale», *Les sciences par objectifs de comportement*, «Sens et Système nerveux», p. 73 à 82).
- Suggérer à l'élève d'observer les coupes transversales de diverses structures nerveuses et endocrines (p. ex., à l'aide du logiciel *Le corps humain - version 6.0* ou au site Internet callisto.si.usherb.ca:8080/rblouin/histo/menu.htm). **(T)**
- Inviter l'élève à explorer les sites perso.nnx.com/drose/systnerv./indexsn.htm et perso.nnx.com/neurophy/neurophy.html pour revoir les concepts et les diagrammes liés au système nerveux.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.3 (SBI4U)

Système endocrinien

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur les structures et les fonctions du système endocrinien. L'élève explique la fonction du système endocrinien, repère certaines glandes endocrines, décrit leur fonction et associe les principales hormones aux glandes qui les produisent. De plus, elle ou il effectue une recherche sur un trouble du système endocrinien et des perspectives d'emploi s'y rapportant.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-H-Ag.4 - 5 - 6 - 9

Domaine : Homéostasie

Attentes : SBI4U-H-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-H-Comp.1 - 2
SBI4U-H-Acq.2 - 4

Notes de planification

- Demander à l'élève de ne pas prendre de produits alimentaires contenant de la caféine dans les vingt-quatre heures précédant l'expérience de la mise en situation.
- Se procurer une boisson gazeuse contenant de la caféine ou du thé glacé pour chaque élève.
- Rassembler l'information et les figures traitant des structures et des fonctions du système endocrinien.
- Dresser un répertoire de textes, d'articles, de sites, de logiciels traitant du système endocrinien.
- Préparer un schéma ou un tableau de synthèse avec des éléments manquants pour résumer plusieurs concepts vus dans l'activité.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Amener l'élève à nommer des produits qui contiennent de la caféine et lui distribuer la boisson gazeuse ou le thé glacé selon son choix en s'assurant que le liquide contient de la caféine.
- Demander à l'élève de s'asseoir, de se détendre, en inspirant et en expirant lentement, et de prendre son pouls.

- Inviter l'élève à boire l'équivalent de 250 ml de boisson caféinée, à rester assis, à prendre son pouls à des intervalles de deux minutes et à noter les résultats obtenus.
- Demander à l'élève de tracer un graphique du nombre de battements, en fonction du temps, et de calculer la moyenne de l'augmentation de son rythme cardiaque.
- Poser des questions à l'élève telles que :
 - Quel est le nombre le plus élevé de battements enregistré?
 - Les battements de coeur atteignent-ils un sommet après un certain temps? Après combien de temps?
 - Quelle interprétation peut-on faire à la suite de l'analyse du graphique?
- Expliquer à l'élève que certaines hormones, comme l'adrénaline, agissent un peu de la même façon que la caféine, alors que d'autres nous calment, et d'autres, telles que les endorphines, inhibent la douleur. Lui mentionner que les hormones contrôlent notre corps pour le garder en homéostasie.
- Demander à l'élève de repérer la structure moléculaire, de la dessiner et de comparer quatre des substances nocives affectant l'équilibre de l'organisme et pouvant engendrer des troubles graves (p. ex., caféine, nicotine, cocaïne, héroïne). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Hormones

- Définir *système endocrinien* (système régulateur et coordinateur de l'organisme constitué par un ensemble de glandes, dites endocrines, réparties dans l'organisme; ces glandes fabriquent des messagers chimiques, appelés hormones, qu'elles libèrent dans le sang).
- Discuter des quatre types d'hormones et de leur rôle (hormones sécrétées par les glandes, libérées par les neurones; hormones locales et phéromones).
- Comparer les glandes endocrines et exocrines (glandes digestives, sudoripares, muqueuses) et montrer l'emplacement des principales glandes endocrines chez l'humain.
- Expliquer le mécanisme de l'action hormonale sur l'activité cellulaire à l'aide de schémas (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, fig. 23-24).
- Distribuer à l'élève un tableau présentant les principales hormones, leur provenance et leurs fonctions chez les vertébrés des glandes suivantes : hypophyse; thyroïde; parathyroïde; surrénales; épiphyse; pancréas; ovaires; testicules.
- Présenter visuellement le contrôle des sécrétions par rétroaction négative (p. ex., chute du taux de calcium entraînant la sécrétion de parathormone qui diminue l'excrétion de calcium par les reins et augmente l'absorption intestinale; lorsque l'homéostasie est atteinte, le taux de calcium entraîne la diminution de la sécrétion de parathormone).
- Montrer que la sécrétion de certaines hormones entraîne la libération d'autres hormones (p. ex., en discutant de la jonction hypothalamus-hypophyse).
- Demander à l'élève d'illustrer, d'étiqueter et de situer, sur une esquisse d'un humain fait à l'échelle, les parties du système endocrinien suivantes : hypothalamus, épiphyse, hypophyse, thyroïde, parathyroïde, surrénales, pancréas, rein, ovaires (chez la femme seulement), testicules (chez l'homme seulement). **(O)**

Systèmes endocrinien et nerveux

- Relever les différences entre les systèmes nerveux et endocrinien (nature électrique/chimique, transmission neuronale/sanguine, action rapide et à court terme/action lente et à effet durable).

- Expliquer l'importance de la coordination des systèmes nerveux et endocrinien (p. ex., influx nerveux stimule une glande, ce qui mène à une sécrétion d'hormones, ce qui permet les réactions métaboliques dans la cellule cible).
- Définir *phéromone* et expliquer la façon dont cette substance chimique est absorbée dans l'organisme et la façon dont elle influence le système nerveux central (centre de l'émotion et du plaisir) en touchant le système endocrinien. Donner des exemples de l'importance de ces molécules chimiques chez les animaux pendant la période de fécondité, chez les humains, pour ce qui est des industries de dermatologie et des parfumeries ainsi qu'en agriculture. **(AM)**

Généralisations

- Remettre à l'élève une tâche montrant l'importance du système endocrinien tel qu'un questionnaire sur l'impact de l'ablation de glandes endocrines ou de l'injection d'hormones à la ménopause (voir *Les sciences par objectif de comportement*, «Circulation, excrétion et endocrinologie», p. 79-83).
- Discuter de la mise au point de nouvelles techniques dans des domaines tels que la transplantation du pancréas.
- Remettre à l'élève un tableau de synthèse ou un schéma du système endocrinien comportant des éléments manquants et lui demander de le remplir à l'aide de ses notes de cours et de demander de l'aide, au besoin. **(O)**
- Demander à l'élève de consulter des manuels ou des sites Internet et de ressortir les caractéristiques d'un emploi se rapportant à la neurologie ou à l'endocrinologie. Coller les profils d'emploi trouvés par l'élève sur un babillard de la salle de classe (p. ex., *Carrières de l'an 2000*, Choix). **(PE)**

Évaluation sommative

- Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 3.5

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Proposer à l'élève une lecture d'un texte scientifique portant sur des exemples concrets de la relation entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les autres organes (p. ex., hormone antidiurétique, ADH, entraînant une urine très foncée en situation de déshydratation).
- Discuter de l'impact de traitements médicaux tels que la thérapie par radiation et la chimiothérapie sur le système endocrinien du corps humain.
- Suggérer à l'élève d'effectuer une recherche portant sur un trouble du système endocrinien (p. ex., nanisme, gigantisme, acromégalie, crétinisme, exophtalmie, goître, maladie de Graves, hypoglycémie, hyperglycémie, diabète de types I et II).
- Inviter l'élève à se renseigner sur des découvertes récentes dans le domaine endocrinien se rapportant à des sujets tels que le coma, le sommeil, la cigarette, le tabac et la caféine (p. ex., voir www.multimania.com/mad8/EcoIVie/physio/homeo5.htm; www.multimania.com/theriault/menu1.html; auriol.free.fr/yogathera/Relaxation/stress.htm).
- Suggérer à l'élève d'observer les coupes transversales de diverses structures endocrines (p. ex., à l'aide du logiciel *Le corps humain - version 6.0* ou au site Internet [callisto.si.usherb.ca : 8080/rblouin/histo/menu.htm](http://callisto.si.usherb.ca:8080/rblouin/histo/menu.htm)). **(T)**
- Demander à l'élève de comparer une hormone animale à une hormone végétale.

- Demander à l'élève de chercher les effets des hormones contenues dans la pilule contraceptive sur le cycle reproducteur.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.4 (SBI4U)

Mécanismes de rétroaction

Description

Durée : 270 minutes

Cette activité porte sur les processus de rétroaction qui maintiennent l'équilibre chimique et physique chez les organismes vivants. L'élève examine les modifications physiologiques pendant et après une réaction de lutte ou de fuite et étudie l'homéostasie interne, soit le fonctionnement du rein.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.2 - 3 - 4 - 6

Domaine : Homéostasie

Attente : SBI4U-H-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-H-Comp.2 - 3 - 4
SBI4U-H-Acq.1 - 2 - 4

Notes de planification

- Préparer un transparent d'un graphique montrant des changements de température corporelle en fonction du temps (voir BIMO *Biologie CPO Unité 4, Homéostasie*, p. 235).
- Préparer un schéma simplifié des modifications physiologiques jouant un rôle dans les réactions de lutte ou de fuite.
- Repérer un tableau montrant la composition du plasma sanguin et de l'urine.
- Se procurer une trousse pour analyser l'urine synthétique (p. ex., n° 10-6083 ou n° 26-1160 de Northwest) et choisir les tests à être analysés par l'élève (p. ex., chlorure, albumine, glucose).
- Préparer un protocole d'expérience de ces tests tel qu'il est indiqué dans la trousse (le manuel de laboratoire *Comprendre la biologie*, Activité 28, peut aussi être utilisé).
- Préparer et photocopier la grille d'évaluation adaptée pour faire l'expérience.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter une situation expérimentale qui comporte des changements de la température corporelle en fonction du temps (voir BIMO *Biologie CPO Unité 4, Homéostasie*, p. 235).
- Demander à l'élève d'émettre une hypothèse sur les résultats possibles.
- Présenter, sur un transparent, les résultats de cette expérience (voir BIMO).
- Demander à l'élève de noter toute information venant de l'interprétation du graphique et de vérifier son hypothèse initiale (p. ex., puisque la température de la pièce est plus élevée, il y a une régulation constante de la température corporelle, ce qui mène à la transpiration. L'ingestion de la glace fait diminuer la température corporelle. Les récepteurs envoient l'influx nerveux à l'hypothalamus sécrétant une hormone qui stimule la production d'énergie et réduit la transpiration. L'effet est l'augmentation soudaine de la température corporelle). **(ED)**
- Poser des questions à l'élève (p. ex., Est-ce que l'on peut s'attendre à ce que le taux de stimuli varie d'une personne à une autre?). **(ED)**
- Relever les structures neuronales et endocrines qui ont joué un rôle lors de cette expérience et résumer le processus (récepteurs± hypothalamus± sécrétion d'hormones± transpiration réajustée± température corporelle stabilisée).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Réactions en situation de stress

- Demander à un ou à une élève de lire un scénario d'une situation stressante vécue par un ou une pilote de sauvetage (www.serabec.qc.ca.Region03/conseils/avr2001.htm). **(T)**
- Demander à l'élève de décrire une situation stressante telle qu'une lutte, une fuite ou la situation vécue par la ou le pilote de sauvetage du scénario en citant les parties du système nerveux touchées (p. ex., système sympathique, structures des fibres, neurotransmetteurs touchés). **(ED)**
- Demander à l'élève de représenter, par un modèle, les modifications physiologiques ayant lieu pendant un événement stressant (p. ex., battement cardiaque, circulation, respiration, muscles) et d'établir un lien entre les rôles des systèmes nerveux et endocrinien ainsi que les hormones telles que l'adrénaline et la noradrénaline.
- Indiquer à l'élève que toute réaction à un événement stressant doit être accompagnée d'une réaction de repos et expliquer l'importance de cette action.
- Demander à l'élève de décrire, sous forme de schéma, les modifications physiologiques qui ont lieu pendant la réaction de repos suivant une réaction à un événement stressant en relevant le rôle des systèmes nerveux et endocrinien (avec les neurotransmetteurs et les hormones touchés).
- Discuter avec l'élève de la raison d'une fatigue extrême du corps à la suite d'un choc intense (un choc ou un stress exige un surcroît de travail des divers organes du corps, c'est-à-dire une dépense d'énergie très élevée). **(EF)**
- Amener l'élève à déduire la façon dont les connaissances, portant sur l'état de choc après un stress, sont utilisées dans des situations d'urgence (p. ex., ambulancières et ambulanciers examinant la dilatation des pupilles et mesurant la température des membres externes). **(PE)**

Fonctionnement du rein et homéostasie interne de l'organisme

- Explorer avec l'élève la structure du rein en repérant les différentes parties d'un néphron.
- Expliquer la fonction respective de chacune des parties du néphron (p. ex., filtration, réabsorption, transport actif, régulation de la concentration de l'eau et des ions).
- À l'aide d'un tableau, montrer à l'élève la composition du plasma sanguin et de l'urine pour comparer la concentration de protéines, du glucose, des ions de sodium et de l'urée (voir *Les sciences par objectif de comportement*, «Circulation, excrétion et endocrinologie», p. 73).
- Demander à l'élève de comparer la composition du sang et de l'urine, et d'expliquer les différences de concentration (p. ex., glucose = source d'énergie, urée = déchet toxique).
- Expliquer à l'élève, en utilisant les concepts d'homéostasie, la raison pour laquelle des personnes diabétiques éliminent une quantité considérable de glucose, une des substances contrôlées par le rein, par l'urine.

Applications

- Demander à l'élève de montrer, par des schémas, les mécanismes de régularisation d'homéostasie du glucose sanguin en utilisant les termes suivants : concentration sanguine du glucose; îlots de Langerhans; métabolisme cellulaire; foie; pancréas; glycogène; insuline; glucagon; muscles; régulation rétroactive.
- Expliquer l'action des tampons sur l'homéostasie du corps (p. ex., acide carbonique, bicarbonate de sodium, protéinate de sodium), soit la respiration, la circulation ou la digestion et leur impact sur les réactions biochimiques (conditions du milieu de l'activité enzymatique).
- Demander à l'élève de tracer un diagramme, avec une légende, présentant une boucle de rétroaction illustrant le phénomène suivant : Tu as froid et tu commences à frissonner; après quelques minutes, tu te sens réchauffé et tu arrêtes de frissonner (p. ex., froid± récepteurs de la peau± baisse de température± influx nerveux± hypothalamus± hormone± muscles de la peau± chaleur± circulation de la chaleur± froid± récepteurs). Vérifier le travail de l'élève, l'accompagner dans sa démarche et corriger les lacunes concernant ses connaissances. **(EF)**
- Discuter de la mise au point de nouvelles technologies dans le domaine de la dialyse et inviter l'élève à présenter des opinions sur l'importance de ce traitement quant à la santé individuelle de certaines personnes.
- Inviter l'élève à ajouter la terminologie apprise dans son glossaire de l'unité. **(O)**

Évaluation sommative

- Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 3.5

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève d'effectuer une recherche portant sur le mécanisme physiologique de la fièvre (élévation de la température du corps; vasoconstriction; réaction immunitaire; combat de l'infection bactérienne; conditions du milieu non propices à la propagation bactérienne; résistance aux substances étrangères (hausse du métabolisme); production accrue de lymphocytes).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 3.5 (SBI4U)

Effets de l'environnement

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur les effets de facteurs physiques, chimiques et psychologiques sur l'homéostasie. L'élève effectue des études de cas pour mieux comprendre les répercussions sociales de ces facteurs. Elle ou il analyse, en partant de modèles et en laboratoire, les changements de comportement d'un organisme sous l'effet d'une substance ou d'un stimulus externe.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.3 - 4 - 5 - 6

Domaine : Homéostasie

Attente : SBI4U-H-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-H-Comp.5 - 6
SBI4U-H-Acq.3
SBI4U-H-Rap.1 - 2 - 3

Notes de planification

- Se procurer une vidéo humoristique ou des histoires drôles.
- Trouver des images illustrant des personnes sous l'influence de différents stimuli (p. ex., acupuncture, glace) ou de différentes substances (p. ex., analgésique, caféine, somnifère, nicotine, alcool).
- Préparer des textes sur l'effet de substances chimiques pour faire les études de cas.
- Préparer le protocole d'une expérience sur le changement de comportement d'un invertébré sous l'effet des stimuli externes et se procurer le matériel nécessaire.
- Inviter un professionnel ou une professionnelle de la communauté, du domaine policier, médical ou social, à venir présenter des répercussions sociales de certains facteurs chimiques ou physiques qui peuvent influencer la santé.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter une vidéo humoristique ou raconter des histoires drôles au groupe-classe.
- Demander à l'élève d'établir un lien entre l'humour et l'homéostasie. Amener l'élève à expliquer les effets bénéfiques du rire sur la santé en lui donnant des indices (p. ex., hormone libérée par ce comportement). **(ED)**
- Demander à l'élève d'énumérer d'autres activités engendrant une réponse homéostatique qui a un effet bénéfique sur la santé (p. ex., méditation, marche, sport). **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Consommation de substances chimiques

- Présenter des images qui illustrent des personnes sous l'influence de différents stimuli (p. ex., acupuncture, glace) ou de différentes substances (p. ex., analgésique, caféine, somnifère, nicotine, alcool).
- Demander à l'élève de relever la réponse homéostatique désirée par l'influence de différents stimuli (p. ex., acupuncture, glace) ou de différentes substances (p. ex., contrôle de la sensibilité, bien-être corporel, performance, conditionnement du corps par rapport aux exigences de la société, antidépresseurs). **(ED)**
- Discuter de l'impact de la publicité qui oriente nos choix d'activités et de consommation consacrées à notre corps. **(AM)**
- Demander à l'élève de lire un article scientifique portant sur l'effet qu'ont les substances chimiques, comme le café, sur les systèmes de l'organisme (p. ex., «Les vertus du café», *Québec Science*, volume 29, numéro 1, septembre 1990, p. 48). À la suite de la lecture, faire ressortir les réactions biochimiques, les organes ciblés et les effets de cette substance sur l'homéostasie des systèmes corporels de l'organisme.
- Demander à l'élève de trouver un texte portant sur les effets physiques de la consommation de substances chimiques visant à améliorer la performance sportive ou la santé. Lui demander de le résumer au reste du groupe-classe et d'émettre ses commentaires personnels à ce sujet. Commenter la présentation de l'élève. **(EF)**

Facteurs environnementaux

- Mentionner des méthodes utilisées en société pour atténuer les mécanismes de la douleur chez l'humain (p. ex., acupuncture, stimulation électrique, hypnose, utilisation de substances psychotropes, placebos, méditation).
- Animer une discussion sur l'impact des maladies d'origine virale, bactérienne, génétique et environnementale sur l'homéostasie d'un humain et analyser les répercussions sociales et économiques de telles maladies.
- Inviter un professionnel ou une professionnelle de la communauté à parler des répercussions sociales de certains facteurs chimiques ou physiques pouvant influencer la santé des organismes vivants et de la mise au point de techniques connexes. **(AM)**
- À la suite de la présentation, demander à l'élève d'écrire une lettre de remerciement au conférencier ou à la conférencière. **(O)**
- Suggérer à l'élève de noter, dans un journal de bord, ce qu'elle ou il apprend et les éclaircissements dont elle ou il a besoin par rapport aux différents facteurs de l'environnement ayant un impact sur l'homéostasie. **(O)**

Étude en laboratoire

- Expliquer à l'élève que les effets de l'environnement sur l'homéostasie sont complexes et difficiles à cerner, et qu'une grande partie de la recherche en physiologie animale porte sur l'expression biochimique du stress environnemental chez les plantes et les animaux.
- Décrire sommairement le rôle des hormones des invertébrés.
- Présenter des exemples d'expériences montrant le changement de comportement d'un invertébré exposé à des stimuli externes, soit chimiques ou physiques.
- Discuter des questions éthiques résultant de l'expérimentation animale. Mentionner que l'expérimentation traumatisante est contraire aux droits de l'animal.
- Demander à l'élève de concevoir une expérience montrant le changement de comportement d'un invertébré exposé à un stimulus externe, soit chimique ou physique.
- Vérifier le protocole d'expérience de l'élève pour s'assurer que l'expérience n'est pas traumatisante en ce qui concerne l'invertébré choisi.
- Ramasser les rapports d'expérience et les commenter. **(EF)**

Évaluation sommative

- Évaluer les connaissances de l'élève à l'aide d'une épreuve portant sur les concepts vus dans les situations d'exploration 3.3, 3.4 et 3.5.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction de quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension des structures et des fonctions liées au système endocrinien, aux mécanismes de rétroaction et aux effets de l'environnement;
 - démontrer une connaissance du processus d'homéostasie.
 - Recherche
 - appliquer des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique dans la conception d'une expérience montrant le changement de comportement d'un invertébré exposé à un stimulus externe.
 - Communication.
 - utiliser la terminologie scientifique propre aux domaines de l'homéostasie, des systèmes endocriniens et des facteurs environnementaux.
 - Rapprochements
 - analyser des problèmes actuels dans le domaine de la médecine et de la santé individuelle.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Suggérer à l'élève de chercher des personnalités célèbres ou historiques aux prises avec des désordres neurologiques ou des troubles liés au système endocrinien (p. ex., dépression, schizophrénie, dyslexie, aphasie, démence, dystrophie musculaire). **(AC)**
- Demander à l'élève de consulter des sites Internet pour développer ses connaissances de la neurophysiologie du bâillement et de la nécessité du sommeil dans l'atteinte de l'équilibre homéostatique (p. ex., www.perso.libertysurf.fr/baillement/Index.html, www.baillement.com, perso.nnx.com/drose/sommeil/sommeil.html, perso.nnx.com/drose/sommeil/vigilhomeo.html). **(T)**
- Demander à l'élève de lire divers articles scientifiques pour porter un jugement sur certaines découvertes (p. ex., «Naître ou ne pas naître violent», *Québec Science*, volume 34, numéro 6, mars 1996, p. 30; «La nicotine contre l'Alzheimer», *Québec Science*, volume 34, numéro 7, avril 1996, p. 8).

- Inviter l'élève à se renseigner sur les recommandations de la ligue des droits de l'animal dans le domaine de l'expérimentation. **(AM)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SBI4U 3.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Effets de l'environnement

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
Compétences et critères	50 - 59 % Niveau 1	60 - 69 % Niveau 2	70 - 79 % Niveau 3	80 - 100 % Niveau 4
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension des structures et des fonctions liées au système endocrinien, aux mécanismes de rétroaction et aux effets de l'environnement. - démontre une connaissance du processus d'homéostasie.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance limitée des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance partielle des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance générale des faits et des termes.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories, et une connaissance approfondie des faits et des termes.
Recherche				
L'élève : - applique des habiletés et des stratégies propres à la recherche scientifique dans la conception d'une expérience montrant le changement de comportement d'un invertébré exposé à un stimulus externe.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies de recherche.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie scientifique propre aux domaines de l'homéostasie, des systèmes endocriniens et des facteurs environnementaux.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité .

<i>Rapprochements</i>				
L'élève : - analyse des problèmes actuels dans le domaine de la médecine et de la santé individuelle.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une efficacité limitée .	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une certaine efficacité .	L'élève analyse les questions sociales et économiques simples avec une grande efficacité .	L'élève analyse les questions sociales et économiques complexes avec une très grande efficacité .
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 4 (SBI4U)

Évolution et diversité

Description

Durée : 22 heures

Cette unité porte sur l'origine et la diversité des espèces au moyen de l'étude des mécanismes et des processus liés à l'évolution. L'élève évalue les preuves de la théorie de l'évolution à l'aide de recherches, d'un jeu de rôle et d'une étude de cas pour faire le lien entre la génétique moléculaire et les recherches et les théories actuelles sur l'évolution. De plus, elle ou il effectue une recherche sur le thème de la spéciation.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.3 - 4 - 5 - 6 - 9

Domaine : Évolution et diversité

Attentes : SBI4U-E-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-E-Comp.1 - 2 - 3 - 4
SBI4U-E-Acq.1 - 2 - 3 - 4 - 5
SBI4U-E-Rap.1 - 2

Titres des activités

Durée

Activité 4.1 : Théories de l'évolution	450 minutes
Activité 4.2 : Preuves de l'évolution	300 minutes
Activité 4.3 : Génétique évolutive	270 minutes
Activité 4.4 : Spéciation	150 minutes
Activité 4.5 : Adaptation	150 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire. Consulter aussi la section **Sécurité** de l'unité 1.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BIMO, Unité 5, *La théorie de l'évolution*, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1989
VU Sciences, Dictionnaire visuel pour tous, Paris, Gallimard Jeunesse, 2001, 447 p. *

Médias électroniques

Logiciel

BioTech, cédérom, Conseil des ressources humaines en biotechnologie.

Sites Internet

Environnement Canada. (consulté le 3 juillet)

<http://www.ec.gc.ca>

Évolution de la vie. (consulté le 3 juillet)

<http://www.perso.club-internet.fr/ciavatti/evolution/intro.htm>

Génétique et évolution. (consulté le 3 juillet)

<http://www.univ-tours.fr/genet/gen13.htm>

Histoire de la vie. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://perso.club-internet.fr/ciavatti/evolution/histoire/histoire.htm>

InfoScience - Portraits de scientifiques. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://www.infosciences.fr/histoire/portrait>

InfoScience - Pas de crise d'adolescence chez Homo erectus. (consulté le 14 janvier 2002)

http://www.infosciences.fr/articles/articles_aff.php3?Ref=763

Radio-Canada - Évolution. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://radio-canada.ca/decouverte/revolutions/dossiers/evolution/intro.html>

Sciencepresse. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://www.sciencepresse.qc.ca/archives/man160899.html>

Sciencepresse - Et si le singe descendait de l'homme? (consulté le 14 janvier 2002)

<http://www.sciencepresse.qc.ca/jdm/jdm23.html>,

Sciencepresse - Histoire de dinosaures. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://www.sciencepresse.qc.ca/archives/man290698.html>

Sciencepresse - Science et religion. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://sciencepresse.qc.ca/jdm72.html>

Université de Genève - Glossaire des termes liés à l'évolution. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://anthropologie.unige.ch/evolution/Glossaire.htm>

Université de Genève - Origine de la vie. (consulté le 14 janvier 2002)

<http://anthropologie.unige.ch/evolution/origin.htm>

Vidéocassettes

Évolution de la série *Découverte* de Radio-Canada, coul., 60 min.

Évolution organique, tfo, coul., 60 min.

ACTIVITÉ 4.1 (SBI4U)

Théories de l'évolution

Description

Durée : 450 minutes

Cette activité porte sur l'historique des théories de l'évolution. L'élève trace une échelle du temps pour retracer les grandes étapes de l'histoire de la vie, de la première cellule à l'apparition de l'homme, examine une chronologie des découvertes et des théories de l'évolution, et prépare une présentation multimédia pour illustrer la contribution d'un ou d'une scientifique à la théorie de l'évolution.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5

Domaine : Évolution et diversité

Attentes : SBI4U-E-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-E-Comp.2
SBI4U-E-Acq.1 - 5
SBI4U-E-Rap.1 - 2

Notes de planification

- Se procurer et photocopier deux articles tirés de *Sciencepresse* portant sur une décision adoptée par l'État du Kansas à radier des examens scolaires abordant toute référence à Darwin et à l'évolution des espèces (voir www.sciencepresse.qc.ca/archives/man160899.html et <http://www.sciencepresse.qc.ca/jdm/jdm72.html>).
- Photocopier, pour chaque élève, un glossaire des termes liés à l'évolution tiré du site Internet anthropologie.unige.ch/evolution/Glossaire.htm.
- Préparer une présentation multimédia sur une chronologie des découvertes, des premières études systématiques des organismes vivants et des théories de l'évolution (voir **Déroulement de l'activité**).
- Se procurer une vidéo sur les théories de l'évolution (p. ex., «Au commencement» et «Darwin, naturellement» de la série *Évolution organique* de tfo ou «Évolution» de l'émission *Découverte* de Radio-Canada).
- Télécharger la page Web www.ucmp.berkeley.edu/history/evotmline.html qui montre une échelle du temps comportant les noms de tous et de toutes les scientifiques ayant apporté une contribution à la pensée évolutive et se procurer un projecteur multimédia.
- Préparer des notes biographiques sur les personnages qui ont élaboré diverses théories de l'évolution (voir www.infosciences.fr/histoire/portrait ou www.ucmp.berkeley.edu/history/evotmline.html).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Distribuer à l'élève deux articles tirés de *Sciencepresse* portant sur une décision adoptée par l'État du Kansas à radier des examens scolaires abordant toute référence à Darwin et à l'évolution des espèces (voir www.sciencepresse.qc.ca/archives/man160899.html et www.sciencepresse.qc.ca/jdm/jdm72.html).
- Demander à l'élève d'exprimer son opinion sur le contenu des articles.
- Demander à l'élève de définir *créationnisme* oralement à la suite de sa lecture des articles : doctrine, défendue depuis la deuxième moitié du XIX^e siècle par les mouvements fondamentalistes et concordistes (accord parfait entre la Bible et l'évolution), qui s'oppose aux théories évolutionnistes en affirmant notamment la fixité des espèces. **(ED)**
- Animer un remue-méninges pour définir le mot *évolution* : processus de modification des êtres vivants au cours des générations. Ces modifications peuvent affecter le matériel génétique, les comportements ou la forme des individus. Ils peuvent résulter en l'apparition de nouvelles espèces (tiré de anthropologie.unige.ch/evolution/Glossaire.htm). **(ED)**
- Remettre à l'élève un glossaire des termes liés à l'évolution et lui suggérer de l'utiliser tout le long de l'unité (voir site Internet anthropologie.unige.ch/evolution/Glossaire.htm).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Histoire de la vie

- Demander à l'élève de tracer une échelle du temps pour retracer les grandes étapes de l'histoire de la vie, telle qu'on la connaît aujourd'hui, de l'apparition de la première cellule à l'apparition de l'homme.
- Permettre à l'élève de consulter des sites Internet ou des livres de ressources pour créer son échelle du temps (p. ex., perso.club-internet.fr/ciavatti/evolution/histoire/histoire.htm ou anthropologie.unige.ch/evolution/origin.htm).
- Inviter l'élève à comparer son échelle du temps à celle d'autres élèves et à la finaliser, au besoin : apparition de la première cellule - pluricellularité - développement d'un système nerveux central - plantes - animaux - squelette - graines - communautés - oeufs - fleurs - plumes - animaux à sang chaud - humain. **(O)**
- Inviter l'élève à participer à l'élaboration d'une murale géante, sur le babillard de la salle de classe, résumant la chronologie des grandes étapes de la vie.

Chronologie des découvertes

- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia, une chronologie des découvertes, des premières études systématiques des organismes vivants et des théories de l'évolution (tiré de *VU - sciences*, p. 121) :
 - 10 000 av. J.-C. Les premiers agriculteurs acquièrent des connaissances pratiques sur les plantes et les animaux.
 - 520 av. J.-C. Anaximandre pense que la vie apparaît spontanément en partant de la boue.
 - 350 av. J.-C. Aristote classe environ 500 espèces d'animaux et un de ses disciples, Théophraste, élabore une classification similaire pour ce qui est des plantes.

- | | |
|------|--|
| 1609 | Les premiers microscopes permettent d'importantes découvertes biologiques. |
| 1667 | Anton van Leeuwenhoek observe des micro-organismes au microscope. |
| 1682 | Nehemiah Grew découvre les différents types de tissus d'une plante. |
| 1735 | Carl von Linné invente le premier système moderne de classification des êtres vivants. |
| 1812 | Georges Cuvier entreprend une classification des espèces éteintes en étudiant les fossiles. |
| 1839 | Naissance de la théorie cellulaire. |
| 1859 | Charles Darwin publie sa théorie de l'évolution par la sélection naturelle. |
| 1860 | Gregor Mendel découvre les lois de la génétique. |
| 1861 | Découverte des virus. |
| 1935 | Hans Krebs découvre le cycle de production d'énergie dans les cellules. |
| 1945 | Découverte de plusieurs nouveaux organites à l'aide de microscopes électroniques. |
| 1953 | James Watson et Francis Crick décrivent la structure de l'ADN. |
| 1953 | Stanley Miller montre la façon dont des substances organiques peuvent se former dans une «soupe» de substances chimiques existant sur la Terre primitive; cette expérience indique une origine possible de la vie. |
| 1973 | L'ingénierie génétique débute grâce aux biologistes américains Seymour Cohen et Herbert Boyer qui montrent la façon dont la molécule d'ADN peut être coupée et soudée par des enzymes. |
| 1981 | Les gènes d'un animal sont transférés, avec succès, à un autre animal. |
| 1984 | Alec Jeffreys invente la méthode des empreintes génétiques. |
| 1990 | Début du projet génome humain visant à cartographier tous les gènes humains. |
- Tout le long de la présentation, faire remarquer à l'élève l'apport de la technologie à l'approfondissement des connaissances scientifiques sur l'évolution des espèces.

Théories de l'évolution

- Présenter une vidéo sur les théories de l'évolution (p. ex., «Au commencement» et «Darwin, naturellement» de la série *Évolution organique* de tfo ou «Évolution» de l'émission *Découverte* de Radio-Canada).
- Demander à l'élève d'en faire un court résumé. Corriger et commenter. **(EF)**
- Définir *darwinisme*, *créationisme*, *fixisme*, *gradualisme*, *lamarckisme*, *mutationnisme* et *néodarwinisme*.
- Demander à l'élève de comparer, dans un texte de 200 mots, deux théories parmi celles définies.
- Commenter le travail de l'élève. **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer chaque théorie aux paramètres d'une théorie scientifique (voir BIMO, Biologie, Unité 5, *La théorie de l'évolution*, p. 169).
- Définir les critères d'une théorie scientifique :
 - explique des phénomènes naturels en faisant appel à des énoncés cohérents liés entre eux et respecte les postulats de base des sciences;
 - fait appel à des entités postulées, mais pour lesquelles on ne possède pas de preuves indirectes ou circonstancielles;

- guide les chercheurs quant à l'information qui sera interprétée comme donnée ou comme preuve;
- suggère des directions possibles de recherche;
- a des conséquences logiques qui peuvent théoriquement faire l'objet de vérifications empiriques;
- est liée étroitement à une métaphore, souvent appelée *modèle*, dont l'utilité est de suggérer d'autres directions de recherche (tiré de BIMO, Biologie, Unité 5, *La théorie de l'évolution*, p. 169).
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice. **(EF)**

Scientifiques de l'évolution

- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia, la page Web d'une échelle du temps comportant les noms de tous les scientifiques ayant apporté une contribution à la pensée évolutive, que ce soit en paléontologie, en botanique, en génétique, en géologie, en mathématique ou en biologie (www.ucmp.berkeley.edu/history/evotmlne.html). **(AM)**
- Demander à l'élève de choisir un scientifique parmi la liste :
 - Scientifiques non darwinistes : Buffon, Carl von Linné, Erasmus Darwin, Jean-Baptiste Lamarck, Thomas Malthus, Georges Cuvier, Geoffroy St-Hilaire, Adam Sedgwick, Charles Lyell, Richard Owen, Louis Agassiz, Gregor Mendel, Alfred Wegener, Richard Goldschmidt.
 - Scientifiques darwinistes : Charles Darwin, August Weismann, A. Russel Wallace, Patrick Matthew, Thomas H. Huxley, Ernst Haeckel.
 - Scientifiques néodarwinistes : Julian Huxley, Sewall Wright, Ronald Fisher, J. B. S. Haldane, Theodosius Dobzhansky, Bernhard Rensch, G. G. Simpson, Ernst Mayr, G. Ledyard Stebbins.
- Demander à l'élève :
 - de chercher, dans Internet, la contribution du scientifique choisi en la situant dans ses contextes culturel et historique (suggérer les sites Internet suivants : www.infosciences.fr/histoire/portrait et www.ucmp.berkeley.edu/history/evotmlne.html); **(T)**
 - de préparer une présentation à l'aide d'un logiciel tel que *Corel Presentation*; **(T)**
 - de faire une présentation au groupe-classe à l'aide d'un projecteur multimédia; **(T)**
- Évaluer la présentation de l'élève. **(ES)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée, pour faire la présentation multimédia sur la contribution d'un scientifique à la pensée évolutive, en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance de diverses contributions à la pensée évolutive.
 - Recherche
 - réaliser une recherche et compiler des informations sur un scientifique ayant apporté une contribution à la théorie de l'évolution.
 - Communication
 - utiliser la terminologie liée à l'évolution;
 - utiliser une présentation multimédia comme forme de communication.

- Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre diverses contributions à la théorie de l'évolution et leurs contextes culturel et historique.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Assigner une lecture sur les théories de l'évolution et demander à l'élève d'en faire un court résumé (p. ex., «L'évolution est une loterie», *Québec Science*, volume 33, numéro 7 (avril 1995), page 15).
- Demander à l'élève de se grouper en équipes et remettre à chacune la biographie d'un ou d'une scientifique ayant apporté une contribution à la théorie de l'évolution. Demander à l'équipe de monter une saynète pour mettre en relief les convictions de la ou du scientifique (voir www.infosciences.fr/histoire/portrait). **(AC)**
- Suggérer à l'élève de lire «Une fraude en embryologie» tiré du Site Internet *Pour la science* à l'adresse www.pourlascience.com/numeros/pls-247/presence.htm. **(T)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.2 (SBI4U)

Preuves de l'évolution

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur les preuves scientifiques qui appuient la théorie de l'évolution. L'élève examine des preuves scientifiques de l'évolution fournies par la sélection artificielle, la paléontologie, l'anatomie comparée, l'embryologie, la biogéographie, la biochimie et la génétique. De plus, elle ou il conçoit un jeu sur l'évolution, ses preuves, sa terminologie et ses scientifiques.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5

Domaine : Évolution et diversité

Attente : SBI4U-E-A.2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-E-Comp.2 - 3
SBI4U-E-Acq.1 - 5
SBI4U-E-Rap.2

Notes de planification

- Préparer des transparents de photos du membre pentadactyle (à cinq doigts) de différents mammifères (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 391-392; *VU - sciences*, p. 129).
- Se procurer du matériel qui montre la diversité des êtres vivants (p. ex., fossiles, photos, organismes vivants).
- Se procurer des photos qui montrent l'adaptation des êtres vivants (p. ex., becs des pinsons de Darwin).
- Se procurer des cartes biogéographiques montrant la répartition de divers organismes sur la Terre.
- Réserver le centre de ressources et s'assurer d'avoir accès aux ordinateurs.
- Trouver des textes sur l'historique de l'évolution (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 397 à 409 et *Biologie générale*, p. 327 à 331).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter des images des os du membre pentadactyle (à cinq doigts) de différents mammifères pour mettre en évidence des groupes osseux similaires : être humain, chat, cheval, chimpanzé, nageoire d'un dauphin, aile d'une chauve-souris (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 391-392; *VU - sciences*, p. 129).
- Demander à l'élève d'observer les os et de noter les similarités et les différences.
- Inciter l'élève à proposer des raisons qui pourraient expliquer ces similarités et ces différences (évolution, adaptation à l'environnement). **(ED)**
- Expliquer à l'élève que tous les mammifères ont la même disposition des os dans leurs membres, ce qui suggère qu'ils ont évolué en partant d'un ancêtre commun. Les différences entre les espèces sont le résultat d'une adaptation à différents modes de vie (p. ex., le dauphin possède des os du bras court et épais et une main plate et large, la chauve-souris a des doigts longs et fins qui soutiennent ses ailes).
- Mentionner à l'élève que cette étude fournit une preuve de l'évolution par anatomie comparée.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Preuves de l'évolution

- Expliquer à l'élève que, depuis la manifestation de la vie sur la Terre, des millions d'espèces sont apparues et se sont éteintes. Les organismes vivants d'aujourd'hui représentent une petite fraction de ceux qui ont existé.
- Mentionner à l'élève qu'on connaît de nombreuses preuves de l'évolution : la présence de fossiles qui révèlent les espèces ancestrales, la répartition des animaux et des plantes et des exemples modernes de sélection naturelle.
- Donner des exemples spécifiques de preuves d'évolution (tiré de *VU Sciences*, p. 128, 129 et de anthropologie.unige.ch/evolution/origin.htm).
 - Les organismes les plus anciens, qui ont été mis à jour, datent d'environ 3,5 milliards d'années. Sur le site de Fig Tree en Afrique du Sud, on a découvert des cellules ressemblant fortement aux bactéries actuelles. Sur le site de Warrawoona en Australie orientale, on a découvert des filaments ressemblant à des colonies de cyanobactéries.
 - En 1953, S. J. Miller développe un appareillage expérimental simulant les conditions chimiques et énergétiques de l'atmosphère primitive d'il y a 4 milliards d'années environ. Après quelques semaines de simulation, il analyse les composants résultant des réactions chimiques spontanées entre l'eau, le méthane, l'ammoniac et l'hydrogène, et y trouve divers composés organiques, mais surtout des acides aminés. Par la suite, de nombreuses expériences, plus détaillées, montrent qu'il est possible de produire des purines, des pyrimidines, des sucres et 18 des 20 acides aminés actuels.
 - Chacune des treize espèces de pinsons, sur les îles Galapagos, a son mode de vie et une forme de bec résultant de son régime alimentaire. Charles Darwin en conclut que ces espèces ont évolué en partant d'une seule espèce du continent sud-américain. C'est un exemple de radiation adaptative.
 - Les fossiles des premières grenouilles montrent des animaux semblables aux tritons et à la colonne vertébrale souple. Au cours de leur évolution, les grenouilles se sont adaptées à la nage et au saut avec leurs longues pattes postérieures. Comme leur queue n'était plus utilisée, elles l'ont perdue et leur colonne vertébrale est devenue rigide, tandis qu'une robuste ceinture scapulaire se développait pour résister à la force du saut.
 - La phalène de bouleau constitue un exemple de sélection naturelle contemporaine. Dans l'Angleterre industrielle du XIX^e siècle, la suie noircit l'écorce des arbres. Les

formes sombres de la phalène, qui apparurent comme résultat d'une variation naturelle, proliférèrent puisqu'elles étaient mieux camouflées sur le tronc sombre des arbres.

- Un fossile peut avoir une importance primordiale s'il correspond au chaînon manquant dans l'évolution d'un groupe majeur. C'est le cas de l'*Archaeopteryx*, qui, avec sa longue queue formée d'os, ses mâchoires dentées et ses griffes sur les doigts, ressemble aux petits dinosaures appelés *théropodes*. Comme les oiseaux, il avait aussi des plumes et des membres antérieurs adaptés au vol.
- Demander à l'élève de rédiger, pour chacune des disciplines ci-dessous, un court paragraphe portant sur un exemple précis des preuves de l'évolution (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, chap. 19; *Biologie*, p. 233 à 244) :
 - la sélection artificielle;
 - la paléontologie;
 - l'anatomie comparée;
 - l'embryologie;
 - la biogéographie;
 - la biochimie;
 - la génétique.
- Préciser à l'élève de noter toutes les références utilisées.
- Animer une mise en commun des exemples spécifiques trouvés par les élèves et les préciser, au besoin. (EF)
- Discuter de l'apport de la technologie à la découverte de preuves de l'évolution dans les différents domaines mentionnés.
- Demander à l'élève de circuler dans la salle de classe et de prendre en note les exemples qui sont différents des siens.

Jeu sur l'évolution

- Demander à l'élève de se regrouper en équipe et expliquer la tâche : concevoir un jeu portant sur les théories de l'évolution. (ES)
- Demander à l'élève d'inclure au moins 25 éléments d'information à son jeu sur un ou plusieurs des sujets suivants :
 - les grandes étapes de l'histoire de la vie, de l'origine de la vie à l'apparition de l'homme;
 - une des théories ou des doctrines suivantes : darwinisme, créationisme, fixisme, gradualisme, lamarckisme, mutationnisme, néodarwinisme;
 - les scientifiques et leur contribution à la pensée évolutive (p. ex., Georges Cuvier, Jean-Baptiste Lamarck, Charles Darwin, Alfred Wallace, Charles Lyell, Georges Buffon, James Hutton, Gregor Mendell, Carl von Linné, Alfred Wegener, Richard Goldschmidt, August Weismann, Patrick Matthew, Thomas H. Huxley, Ernst Haeckel, Julian Huxley, Sewall Wright, Ronald Fisher, J. B. S. Haldane, Theodosius Dobzhansky, Bernhard Rensch, G. G. Simpson, Ernst Mayr, G. Ledyard Stebbins);
 - la technologie liée à l'approfondissement des connaissances scientifiques sur l'évolution des espèces;
 - la terminologie liée à l'évolution telle que l'adaptation, la dérive génétique, l'espèce biologique, l'évolution moléculaire, les forces évolutives, le génome, le gradualisme, l'horloge moléculaire, la migration, le modèle déterministe, la mutation, la mutation adaptative, la parthénogénèse, la recombinaison, la sélection.

- Mentionner à l'élève que le style de jeu est au choix du groupe. L'encourager à modéliser son jeu sur un jeu déjà connu (p. ex., *Who Wants to Be a Millionaire*, *Jeopardy*, *Weakest Link*, *Quelques arpents de pièges*, *Monopoly*, *Serpents et échelles*, *Fais-moi un dessin*).
- Demander à l'élève d'élaborer le déroulement du jeu, d'indiquer le pointage attribué, d'indiquer la méthode pour déterminer la personne gagnante.
- Préciser à l'élève de noter toutes les références utilisées.
- Ramasser les jeux terminés. Les jeux doivent contenir les cartes, le déroulement et les jetons ou autres pièces nécessaires. **(ES)**
- Inviter l'élève à jouer à tous les jeux des autres équipes, à tour de rôle, en prenant note des informations apprises. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour concevoir un jeu portant sur les théories de l'évolution.
- Évaluer les connaissances de l'élève, à l'aide du jeu conçu, en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration des activités 4.1 et 4.2.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance de diverses contributions à la théorie de l'évolution;
 - démontrer une compréhension de l'origine et de la diversité des espèces.
 - Recherche
 - Compiler de l'information portant sur la théorie de l'évolution, la contribution des scientifiques, l'apport de la technologie aux preuves de l'évolution et la terminologie liée à l'évolution.
 - Communication
 - utiliser la terminologie scientifique liée au thème de l'évolution;
 - utiliser le jeu comme forme de communication.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre la technologie et l'approfondissement des connaissances scientifiques sur l'évolution des espèces.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à faire une recherche sur la datation au carbone utilisée dans l'analyse paléontologique des fossiles.
- Fournir à l'élève des articles de vulgarisation scientifique traitant d'évolution et demander à l'élève d'exprimer son opinion dans le journal de l'école (p. ex., «Et si le singe descendait de l'homme?» www.sciencepresse.qc.ca/jdm/jdm23.html, «Histoire de dinosaures» www.sciencepresse.qc.ca/archives/man290698.html et «Pas de crise d'adolescence chez Homo erectus» www.infosciences.fr/articles/articles_aff.php3?Ref=763). **(AC)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.3 (SBI4U)

Génétique évolutive

Description

Durée : 270 minutes

Cette activité porte sur l'étude de la théorie Hardy-Weinberg et les forces évolutives. L'élève résout des problèmes à l'aide de la loi d'Hardy-Weinberg et acquiert des connaissances sur les forces évolutives en participant à un groupe de travail spécialisé et en mettant en commun les connaissances acquises au sein d'une équipe. De plus, elle ou il cherche des professions ayant un lien avec la génétique évolutive.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 9

Domaine : Évolution et diversité

Attentes : SBI4U-E-A.1 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-E-Comp.3
SBI4U-E-Acq. 3 - 4
SBI4U-E-Rap.1

Notes de planification

- Apporter un échantillon ou une photo des organismes suivants : pois, drosophile, levure, bactérie et maïs.
- Préparer des consignes à donner aux quatre groupes de travail sur les forces interactives (voir **Déroulement de l'activité**).
- Préparer le matériel de la simulation de dérive génétique pour chaque équipe de quatre : 25 billes rouges, 25 billes bleues, sac opaque assez grand pour toutes les billes, deux bechers.
- Préparer une épreuve sur la génétique et les forces évolutives.
- Préparer la grille d'évaluation adaptée pour évaluer l'épreuve.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer à l'élève des échantillons ou des photos des organismes suivants : pois, drosophile, levure, bactérie et maïs.
- Demander à l'élève de décrire la relation entre ces organismes et la génétique évolutive.
- Expliquer à l'élève que la majorité des découvertes sur les mécanismes moléculaires de l'hérédité et les maladies génétiques des humains proviennent de l'étude de ces organismes.

- Mentionner que l'évolution génétique est le processus de changement du matériel génétique au cours des générations et que cette unité porte sur les forces évolutives influençant le destin d'un allèle dans une population.
- Demander à l'élève de définir oralement, en ses propres mots, les termes suivants : *allèle*, *locus*, *homozygote*, *hétérozygote*, *gène*, *génotype*, *diploïde* et *espèce*, et de consulter son glossaire des termes liés à l'évolution pour vérifier la justesse de ses définitions. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Théorie Hardy-Weinberg

- Mentionner à l'élève que le modèle Hardy-Weinberg a été proposé, en 1908, par un mathématicien anglais, G. H. Hardy, et un médecin allemand, W. Weinberg, pour modéliser les transformations d'une population.
- Expliquer que, selon cette loi, les fréquences alléliques restent stables de génération en génération dans une *population diploïde idéale* et ne dépendent que des fréquences de la génération initiale.
- Énumérer les propriétés d'une *population idéale* (tiré de anthropologie.unige.ch/evolution/GeneticDrift.html) :
 - population de grande taille, idéalement de taille infinie;
 - population panmictique : les individus s'y unissent aléatoirement, touchant l'union aléatoire des gamètes. Il n'y a pas de choix du conjoint en fonction de son génotype;
 - pas de migration;
 - pas de mutation;
 - pas de sélection;
 - générations séparées.
- Montrer la loi de Hardy-Weinberg (voir anthropologie.unige.ch/evolution/GeneticDrift.html) :
 - Définir les variables : N = taille de la population, A et a sont les deux allèles d'un locus possédant respectivement des fréquences p et $q = 1 - p$ à la génération t .
 - Poser la question suivante : Quelles vont être les fréquences des différents génotypes AA , Aa et aa à la génération $t+1$?
 - Effectuer le raisonnement mathématique suivant : Pour qu'un individu soit AA , il faut qu'il ait reçu un allèle A de ses parents. Si les gamètes s'unissent au hasard, cet événement se réalise avec la probabilité $P(AA) = p \otimes p = p^2$. **(AM)**
 - Effectuer le même raisonnement pour ce qui est du génotype aa : $P(aa) = q \otimes q = q^2$.
 - Expliquer que pour le génotype Aa , deux cas sont possibles : l'individu a reçu A de son père et a de sa mère ou l'inverse $P(Aa) = p \otimes q + q \otimes p = 2pq$.
 - Conclure que, dans une population idéale, les proportions de Hardy-Weinberg sont données par $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.
- Montrer à l'élève la façon de résoudre des problèmes concernant le modèle Hardy-Weinberg et lui en assigner (voir *Biologie, Évolution, diversité et environnement*, p. 219-220). Corriger au tableau. **(EF)**
- Mentionner des conséquences de la loi de Hardy-Weinberg :
 - les fréquences alléliques restent stables au cours du temps;
 - l'évolution étant définie par un changement des fréquences alléliques, une population diploïde n'évolue pas;
 - seules les violations des propriétés de la population idéale permettent le processus évolutif.

- Demander à l'élève de déduire les mécanismes permettant le processus évolutif en partant des propriétés de la population idéale : la sélection, la migration, les mutations, la dérive génétique. **(ED)**

Forces évolutives

- Demander à l'élève de se grouper en équipe de quatre et assigner à chaque membre de l'équipe une des quatre forces évolutives.
- Demander à l'élève d'acquérir des connaissances sur sa force évolutive en participant d'abord à un groupe de travail spécialisé et en mettant ensuite, en commun, les connaissances acquises au sein de son équipe.
- Inviter l'élève à rejoindre son groupe de travail spécialisé et lui remettre les consignes appropriées à son groupe :

Sélection

- Définis *sélection* et *sélection naturelle*, en tes propres mots, à l'aide de la définition du Glossaire.
- Décris les deux formes les plus communes de la sélection naturelle en partant d'une lecture dans le manuel *Biologie*, p. 262.
- Donne deux exemples spécifiques de sélection naturelle.
- Explique l'importance du concept de sélection naturelle dans la théorie de l'évolution de Darwin.

Migration

- Définis *migration*, en tes propres mots, à l'aide de la définition du Glossaire.
- Résume le paragraphe «Augmentation de la diversité grâce à l'existence d'espèces séparées» tiré de anthropologie.unige.ch/evolution/spe00015.htm.

Mutations

- Définis *mutation*, en tes propres mots, à l'aide de la définition du Glossaire.
- Résume le paragraphe sur la mutation dans le manuel *Biologie*, p. 258.
- Donne deux exemples spécifiques de mutation dans une population.
- Explique l'importance du concept de mutation à la théorie neutraliste de l'évolution et à la théorie des horloges moléculaires (voir anthropologie.unige.ch/evolution/SeqADN.htm).

Dérive génétique et effet fondateur

- Définis *dérive génétique* et *effet fondateur*, en tes propres mots, à l'aide de la définition du Glossaire.
- Résume le paragraphe sur la dérive génétique dans le manuel *Biologie*, p. 259, 260.
- Effectue un exercice de simulation de l'évolution d'une population sur plusieurs générations à l'aide de billes de couleurs rouge et bleu représentant les deux allèles d'un trait quelconque (voir BIMO, *Biologie*, Unité V, *La théorie de l'évolution*, p. 26-27).
- Explique l'importance du concept de dérive génétique à la théorie neutraliste de l'évolution (voir anthropologie.unige.ch/evolution/SeqADN.htm).
- Permettre à l'élève de rejoindre son équipe initiale pour mettre en commun les connaissances acquises sur les mécanismes de l'évolution. Circuler parmi les équipes et répondre aux questions, au besoin. **(EF)**
- Insister sur l'impact réel des mécanismes de l'évolution sur les changements de fréquence génique de génération en génération. Ainsi, la mutation crée de nouveaux allèles, mais a peu d'impact sur les fréquences géniques. Par contre, la migration de quelques individus d'une population à une autre peut avoir un impact important sur les fréquences géniques de génération en génération.

- Expliquer que l'évolution est une fonction de la variabilité génétique et que cette variabilité est parfois plus importante que le nombre d'individus d'une espèce.

Généralisations

- Demander à l'élève de dresser une liste de la terminologie et des concepts étudiés pendant cette activité et de s'assurer qu'elle ou il les comprend bien. **(O)**
- Demander à l'élève d'explorer le logiciel *BioTech, Trousse de carrières en biotechnologie* pour y repérer des carrières ayant un lien avec la théorie de l'évolution. **(PE)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour faire une épreuve sur la génétique des populations et les mécanismes de l'évolution.
- Évaluer les connaissances de l'élève, à l'aide d'une épreuve, en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - Démontrer une compréhension des mécanismes de l'évolution : la sélection, la migration, les mutations et la dérive génétique.
 - Recherche
 - résoudre des problèmes d'évolution en partant du modèle de l'équilibre génotypique de Hardy-Weinberg.
 - Communication
 - utiliser la terminologie liée à la génétique évolutive.
 - Rapprochements
 - faire le lien entre la génétique moléculaire et les recherches et théories actuelles sur les mécanismes de l'évolution.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Associer l'étude et l'interprétation de la mutation de l'albinisme, vues à l'activité 2.3, avec une compréhension de l'équilibre d'Hardy-Weinberg pour prouver mathématiquement que les allèles porteurs de l'albinisme sont beaucoup plus fréquents chez les individus hétérozygotes (phénotype normal) que chez les homozygotes récessifs (albinos). **(AM)**
- Inciter l'élève à lire des articles scientifiques sur l'évolution (p. ex., «L'archipel des Galapagos : joyau du patrimoine mondial», *Québec Science*, volume 28, numéro 10 (été 1990) p. 22, «L'évolution humaine», *Québec Science*, volume 30, numéro 3, (novembre 1991), p. 49).
- Présenter la vidéo *Évolution organique* de tfo et demander à l'élève de répondre à des questions sur son contenu.
- Demander à l'élève d'expliquer le phénomène ci-après tiré de BIMO, Biologie, Unité 5 : En 1946, on a arrosé de DDT les lieux de reproduction des mouches dans une ville particulière. Cette mesure a réduit immédiatement le nombre de mouches domestiques dans toute l'agglomération. Bien que l'arrosage fût répété d'année en année, le nombre de mouches a augmenté graduellement pour s'approcher, en 1949, du nombre évalué en 1945.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.4 (SBI4U)

Spéciation

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur le concept de la spéciation et ses mécanismes. L'élève effectue une étude de cas pour examiner les différents concepts d'espèces et examine les trois phases du processus de spéciation, les modes de spéciation et les types de barrières reproductives.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5

Domaine : Évolution et diversité

Attente : SIB4U-E-A.1

Contenus d'apprentissage : SBI4U-E-Comp.1 - 3
SBI4U-E-Acq.1

Notes de planification

- Se procurer une image d'une voiture de la fin du XIX^e siècle, d'une voiture sport moderne, d'un homme et d'un chimpanzé.
- Se procurer des notes de cours du site anthropologie.unige/evolution/Speciation.htm.
- Photocopier le tableau 4.4.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Montrer à l'élève une image d'une voiture de la fin du XIX^e siècle et une image d'une voiture sport moderne et lui demander de relever les différences entre les deux modèles (p. ex., les phares des premières voitures étaient des lanternes à l'huile amovibles donnant une faible lumière, ceux des nouvelles voitures sont intenses, fixes et alimentés par une batterie).
- Demander à l'élève s'il s'agit de deux modèles différents de voiture.
- Demander à l'élève d'expliquer l'évolution de la voiture au cours du temps.
- Faire remarquer que la voiture s'est développée sans une vision claire de ce qu'elle allait devenir. Une série d'innovations, petites ou grandes, dépendantes ou indépendantes, se sont succédé sur une grande période de temps pour produire le résultat que l'on connaît aujourd'hui (p. ex., invention de la batterie, du générateur, de pellicules plastiques, d'alliages).

- Montrer à l'élève la photo d'un homme et d'un chimpanzé, et lui demander s'il s'agit de deux espèces différentes. **(ED)**
- Demander à l'élève d'expliquer l'évolution du chimpanzé, au cours du temps. Lui mentionner que 99 % des gènes du chimpanzé sont identiques à ceux des hommes. **(ED)**
- Expliquer que le processus de formation des espèces (la spéciation) est mal compris. Il est, en effet, difficile de préciser la façon et le moment où deux groupes de population forment des espèces séparées. Cette difficulté provient surtout du fait que le processus de spéciation n'est pas immédiat et requiert un nombre important de générations, rendant impossible l'observation directe du phénomène.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Espèces

- Expliquer qu'il n'existe actuellement pas de consensus absolu sur la définition d'une espèce, si bien que plusieurs concepts coexistent :
 - *espèce biologique* : communauté d'êtres vivants interféconds pouvant échanger du matériel génétique et produisant des descendants eux-mêmes féconds;
 - *espèce évolutive* : ensemble de populations qui partagent un destin évolutif constituant une unité évolutive dans le temps. Concept développé dans l'étude d'espèces fossiles.
 - *espèce taxonomique* : espèces nommées et déterminées selon des critères anatomiques et physiologiques. On vise à établir une nomenclature spécifique.
 - *espèce reconnue* : concept où les individus d'une espèce partagent un système de fécondation commun. Ce concept met l'accent sur les propriétés internes de l'espèce plutôt que sur les différences entre les espèces. Ainsi, la fonction d'isolement ou la spéciation serait un produit annexe de l'évolution.
- Énoncer des avantages et des inconvénients de chacun des concepts tels que le concept d'espèce biologique qui n'est pas applicable aux fossiles et le concept d'espèce taxonomique qui est pratique pour classer les organismes (voir anthropologie.unige/evolution/Speciation.htm).
- Soumettre à l'élève l'étude de cas suivante : On te demande de cataloguer les espèces d'insectes d'une région éloignée jamais visitée par des biologistes. Quels critères utiliserais-tu pour déterminer si les individus observés appartiennent ou non à la même espèce?
- Faire une mise en commun des idées de l'exercice. **(EF)**

Processus de spéciation

- Expliquer à l'élève qu'on postule généralement l'existence de trois phases dans le processus de spéciation, bien qu'on ne les observe pas toujours :
 - Arrêt des échanges génétiques (essentielle puisqu'elle permet l'augmentation de la diversité des êtres vivants);
 - Évolution des mécanismes d'isolement reproductif;
 - Accumulation de différences génétiques, comportementales et morphologiques entre les organismes qui vont devenir des espèces différentes.
- Mentionner que ces trois phases sont liées et peuvent se dérouler simultanément ou dans un ordre différent.
- Demander à l'élève de lier, oralement, les quatre mécanismes de l'évolution vues à l'activité 4.3 aux trois phases du processus de spéciation. Préciser, au besoin. **(EF)**

Modes de spéciation

- Expliquer à l'élève que les phénomènes de spéciation peuvent être catégorisés selon des critères géographiques :
Spéciation allopatrique : Des populations sont d'abord séparées géographiquement, ce qui provoque une nette diminution ou un arrêt des échanges génétiques et une accumulation progressive de différences entre les populations. Il y a deux types de spéciation allopatrique :
Type I : Des populations de tailles sensiblement égales se retrouvent séparées, mais sont initialement génétiquement identiques et divergent progressivement au cours du temps.
Type II : Une petite population périphérique se sépare de la population mère et en diverge rapidement après un effet fondateur.
Spéciation sympatrique : Les deux futures espèces occupent la même localisation géographique. Dans ce cas, des barrières reproductives, autres que la géographie, sont généralement nécessaires à l'arrêt des échanges génétiques.
- Distinguer les différentes barrières reproductives et donner des exemples de chacune (voir anthropologie.unige/evolution/Speciation.htm) :
Barrières précopulatoires
 - barrières comportementales
 - barrières géographiques
 - barrières chronologiques
 - barrières anatomiques*Barrières postcopulatoires*
 - stade prézygotique
 - stade postzygotique
- Expliquer les conséquences de l'existence d'espèces séparées :
Avec un isolement reproductif, il y aurait :
 - un arrêt d'échanges génétiques entre les populations, les populations similaires;
 - une adaptation à des milieux et à des environnements différents;
 - une divergence ou une amplification des différences génétiques des populations.
Sans isolement reproductif, il y aurait :
 - un mélange permanent de matériel génétique entre des populations vivant normalement dans des conditions différentes;
 - une dilution des allèles potentiellement adaptés dans un certain environnement;
 - une homogénéisation des populations.
- Donner des exemples pour montrer que le temps de spéciation est extrêmement variable d'une espèce à l'autre tels que les poissons cichlidés du lac Victoria (500 000 à 700 000 ans) et les mulots et ours polaires qui sont apparus il y a moins de 20 000 ans.
- Distribuer le tableau 4.4 à l'élève et lui demander de le remplir en cochant la case appropriée. (O)

Tableau 4.4 : Objectivation

Concept	Compréhension		
	limitée	générale	approfondie

Avantages et désavantages des concepts d'espèces			
Trois phases du processus de spéciation			
Quatre forces évolutives			
Trois catégories de spéciation			
Barrières reproductives			
Conséquences de l'existence d'espèces séparées			

Évaluation sommative

- Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 4.5

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à explorer la rubrique «Spéciation» du site Internet : *Génétique et évolution*, www.univ-tours.fr/genet/gen13.htm.
- Expliquer la théorie des équilibres ponctués et le gradualisme.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 4.5 (SBI4U)

Adaptation

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur le processus d'adaptation d'un individu à son milieu. L'élève découvre les pressions sélectives générées par l'environnement et les adaptations qui en résultent. Elle ou il reconnaît les liens étroits qui existent entre la génétique moléculaire et les recherches actuelles sur les mécanismes de l'évolution.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.3 - 4 - 5 - 6

Domaine : Évolution et diversité

Attente : SBI4U-E-A.1

Contenus d'apprentissage : SBI4U-E-Comp.4
SBI4U-E-Acq.2 - 5

Notes de planification

- Inviter un ou une spécialiste en industrie pharmaceutique ou en agronomie à venir parler du phénomène d'adaptation observé dans son domaine d'expertise. **(PE)**
- Préparer les consignes pour concevoir une expérience hypothétique.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter un ou une spécialiste en industrie pharmaceutique ou en agronomie.
- Demander à l'élève de poser des questions à la ou au spécialiste sur des phénomènes d'adaptation observés dans son domaine d'expertise. **(PE)**
- À la suite de la présentation, demander à l'élève de décrire d'autres exemples d'adaptation qu'elle ou il connaît. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Écologie évolutive

- Diviser le babillard de la salle de classe en quatre grandes catégories principales de pressions de sélection qui s'exercent sur les organismes : environnement physique, besoin de s'alimenter, prédation, besoin de se reproduire.
- Expliquer à l'élève que les adaptations particulières des organismes dépendent des pressions de sélection qui les ont façonnées.
- Définir *adaptation*.
- Demander à l'élève :
 - de trouver un exemple précis d'adaptation, dans Internet ou des manuels de référence, pour chaque catégorie principale de pressions de sélection (voir *Biologie*, p. 636 à 656);
 - de rédiger un paragraphe de trois à cinq lignes, à l'aide d'un logiciel de traitement de texte, pour décrire l'adaptation; **(T)**
 - d'afficher ses quatre paragraphes sur le babillard de la salle de classe dans la partie appropriée.
 - de noter les exemples trouvés par les autres élèves.

Questions actuelles

- Demander à l'élève de chercher, dans Internet, des réponses à des questions actuelles telles que :
 - Pourquoi encourage-t-on les patients à prendre tous les comprimés d'une prescription même si les symptômes sont disparus?
 - Pourquoi les virus et les microbes évoluent-ils si rapidement?
 - Qu'est-ce qui incite les compagnies pharmaceutiques à développer de nouveaux antibiotiques pour lutter contre la résistance des micro-organismes aux antibiotiques actuels?
- Faire une mise en commun des réponses trouvées. **(EF)**

Comparaison de théories

- Animer une discussion en demandant à l'élève de formuler une hypothèse sur les interprétations qu'auraient fournies Darwin et Lamarck pour expliquer le long cou des girafes ou l'origine des dipneustes.
- Soumettre à l'élève les résultats d'une expérience illustrant le rôle de la sélection naturelle dans l'évolution et lui demander de les interpréter. (voir BIMO, Unité 5, *La théorie de l'évolution*, p. 311-312).
- Demander à l'élève de concevoir une expérience hypothétique illustrant le rôle de la sélection comme mécanisme d'évolution (p. ex., de développer une population de bactéries tolérant un milieu d'une salinité supérieure à la normale (voir BIMO, *Biologie*, Unité 5, *La théorie de l'évolution*). Commenter. **(EF)**

Évaluation sommative

- Évaluer les connaissances de l'élève à l'aide d'une épreuve en fonction des éléments vus dans les situations d'exploration des activités 4.4 et 4.5.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension

- démontrer une compréhension des modes de spéciation, des barrières reproductives et des mécanismes d'adaptation.
- Recherche
 - formuler des hypothèses en fonction des diverses écoles de pensée sur l'évolution en illustrant le rôle de la sélection naturelle.
- Communication
 - utiliser la terminologie scientifique liée à la spéciation et aux mécanismes d'adaptation.
- Rapprochements
 - analyser des questions sociales et économiques liées aux mécanismes d'adaptation.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inviter l'élève à explorer la section «Sélection et populations naturelles, le mélanisme industriel chez la phalène du bouleau» du site Internet *Génétique des populations*, www.univ-tours.fr/genet/gen12.htm.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SBI4U 4.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Adaptation

Grille d'évaluation adaptée - Adaptation
Annexe SBI4U 4.5.1

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
Compétences et critères	50 - 59 % Niveau 1	60 - 69 % Niveau 2	70 - 79 % Niveau 3	80 - 100 % Niveau 4
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension des modes de spéciation, des barrières reproductives et des mécanismes d'adaptation.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories.
Recherche				
L'élève : - formule des hypothèses en fonction des diverses écoles de pensée sur l'évolution.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies de recherche.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie scientifique liée à la spéciation et aux mécanismes d'adaptation.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité.
Rapprochements				
L'élève : - analyse des questions sociales et économiques liées aux mécanismes d'adaptation.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une efficacité limitée.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une certaine efficacité.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une grande efficacité.	L'élève analyse les questions sociales et économiques avec une très grande efficacité.
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

APERÇU GLOBAL DE L'UNITÉ 5 (SBI4U)

Dynamique des populations

Description

Durée : 20 heures

Cette unité porte sur les composantes de la croissance démographique, les facteurs qui influent sur la croissance de diverses populations d'espèces et leurs relations au sein de leur écosystème. L'élève effectue une étude de cas sur les fluctuations de différentes populations et des recherches sur les nouvelles technologies pour montrer l'impact de la population humaine croissante sur la fragilité des écosystèmes.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 3 - 4 - 5 - 6

Domaine : Dynamique des populations

Attentes : SBI4U-D-A.1 - 2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-D-Comp.1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 9
SBI4U-D-Acq.1 - 2 - 3 - 4
SBI4U-D-Rap.1 - 2 - 3

Titres des activités

Durée

Activité 5.1 : Croissance démographique	300 minutes
Activité 5.2 : Populations et écosystèmes	225 minutes
Activité 5.3 : Écosystèmes et énergie	300 minutes
Activité 5.4 : Population humaine et environnement	225 minutes
Activité 5.5 : Espérance de vie	150 minutes

Liens

L'enseignant ou l'enseignante prévoit l'établissement de liens entre le contenu du cours et l'animation culturelle (AC), la technologie (T), les perspectives d'emploi (PE) et les autres matières (AM) au moment de sa planification des stratégies d'enseignement et d'apprentissage. Des suggestions pratiques sont intégrées dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves

L'enseignant ou l'enseignante doit planifier des mesures d'adaptation pour répondre aux besoins des élèves en difficulté et de celles et ceux qui suivent un cours d'ALF/PDF ainsi que des activités de renforcement et d'enrichissement pour tous les élèves. L'enseignant ou l'enseignante trouvera plusieurs suggestions pratiques dans *La boîte à outils*, p. 11-21.

Évaluation du rendement de l'élève

L'évaluation fait partie intégrante de la dynamique pédagogique. L'enseignant ou l'enseignante doit donc planifier et élaborer en même temps les activités d'apprentissage et les étapes de l'évaluation en fonction des quatre compétences de base. Des exemples des différents types d'évaluation tels que l'évaluation diagnostique (**ED**), l'évaluation formative (**EF**) et l'évaluation sommative (**ES**) sont suggérés dans la section **Déroulement de l'activité** des activités de cette unité.

Sécurité

L'enseignant ou l'enseignante veille au respect des règles de sécurité du Ministère et du conseil scolaire ainsi qu'aux points concernant cette unité : Consulter aussi la section **Sécurité** de l'unité 1.

Ressources

Dans cette unité, l'enseignant ou l'enseignante utilise les ressources suivantes :

Ouvrages généraux/de référence/de consultation

BIMO, *Biologie, Unité 7, Écologie*, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1989

Médias électroniques

Vidéocassettes

Le flux de l'énergie, tfo, 6 émissions de 10 min chacune, coul.

Quelle aventure!, tfo, 13 émissions de 60 min chacune, coul.

Retour des virus, tfo, 4 émissions de 55 min chacune, coul.

Terre comprise, tfo, 13 émissions de 50 min chacune, coul.

Sites Internet

Agriculture et agroalimentaire Canada. (consulté le 12 août 2001)

http://aceis.agr.ca/site_f.phtml

Centre national de la recherche scientifique. (consulté le 12 août 2001)

<http://www.cnrs.fr>

Fédération canadienne de l'agriculture. (consulté le 12 août 2001)

http://www.cfa-fca.ca/index_f.htm

Info Science. (consulté le 12 août 2001)

<http://www.infoscience.fr>

Le site Web de Didier Pol. (consulté le 14 août 2001)

<http://www.users.imagnet.fr/>

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. (consulté le 12 août 2001)

<http://www.fao.org/debut.htm>

Québec Sciences. (consulté le 12 août 2001)

<http://www.cybersciences.com/Cyber>

ACTIVITÉ 5.1 (SBI4U)

Croissance démographique

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur les composantes de la croissance démographique et les facteurs qui influent sur la croissance de diverses populations d'espèces. L'élève utilise des modèles conceptuels mathématiques pour déterminer la croissance démographique de diverses espèces. De plus, elle ou il analyse des données et des graphiques de diverses populations.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7

Domaine : Dynamique des populations

Attente : SBI4U-D-A.1

Contenus d'apprentissage : SBI4U-D-Comp.1 - 2
SBI4U-D-Acq.1 - 2

Notes de planification

- Se procurer des jetons de Bingo ou des graphiques de populations en croissance exponentielle (bactéries) et un rétroprojecteur.
- Préparer des transparents affichant les caractéristiques des populations (p. ex., taux de naissance, taux de mortalité, potentiel biotique de l'espèce, nombre moyen de descendants par accouplement, chances de survie jusqu'à maturité, potentiel de reproduction d'un individu, âge de maturité de l'espèce, immigration et émigration, résistance du milieu, capacité limite du milieu, compétition).
- Préparer différents graphiques de courbes de croissance de populations prédites par des modèles mathématiques (p. ex., sigmoïde, sinusoïdale, exponentielle) (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 624 et *Biologie générale*, p. 1038 et 1049).
- Préparer les graphiques de croissance et de décroissance de populations (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 623 à 628 et *Biologie générale*, p. 1039 à 1057).
- Se procurer une copie de la recherche originale de G. F. Gause sur la compétition entre les paramécies *P. aurelia* et *P. caudatum* (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 630 et *Biologie générale*, p. 1046).
- Préparer un tableau de données de la croissance d'une colonie de mouches à fruits (p. ex., *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 624) et préparer une série de questions d'analyse de la courbe de croissance basée sur le tableau de données.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Illustrer, à l'aide d'un rétroprojecteur, le concept de croissance exponentielle d'une population, au moyen de jetons de Bingo (p. ex., jour 0, un jeton ou individu; jour 1, deux individus; jour 2, quatre individus; jour 3, huit individus, etc.) ou utiliser un graphique de croissance hypothétique de bactéries (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, fig. 27.5, p. 555).
- Demander à l'élève de décrire mathématiquement le taux de croissance de la population des jetons de Bingo (croissance exponentielle). **(AM)**
- Demander à l'élève de nommer :
 - des populations s'accroissant à un rythme exponentiel;
 - des facteurs limitatifs d'une croissance exponentielle (p. ex., manque d'espace, manque de nourriture, compétition). **(ED)**
- Voir à ce que l'élève prenne en note les idées principales qui ressortent des exemples et des discussions.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Caractéristiques d'une population

- Définir *population* (ensemble d'individus d'une même espèce dans un endroit donné) et *démographie* (étude quantitative et structurelle des populations).
- Définir, avec l'aide de l'élève, chacune des caractéristiques d'une population et en donner un exemple : niche, habitat, pool génique, mode de dispersion, structure d'âge.
- Illustrer, au moyen d'exemples, les concepts de densité de population (nombre d'individus par unité de surface ou volume), de répartition (distribution des individus) et de taille numérique (variation de la taille = (natalité + immigration) - (mortalité + émigration)).
- Faire remarquer que la taille d'une population varie très peu d'une année à l'autre. Donner un exemple concret (p. ex., les tortues ou les souris des champs produisent une progéniture tellement nombreuse que leur population devrait augmenter d'une année à l'autre. Cela n'est pas le cas. Certains facteurs doivent donc limiter les populations).

Croissance exponentielle

- Expliquer à l'élève qu'avant d'étudier ces facteurs il convient de déterminer le taux de croissance naturel intrinsèque ou potentiel biotique (r_{\max}) d'une population si rien ne la limitait (p. ex., courbe exponentielle).
- Demander à l'élève d'analyser le tableau 28.2 du potentiel biotique des populations (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 623) et de trouver la relation entre la grosseur des organismes et le r_{\max} ; aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Présenter à l'élève les études faites par G. F. Gause sur la croissance de populations des paramécies, *Paramecium caudatum* (voir *Biologie générale*, p. 1038), pour déterminer les caractéristiques de la croissance exponentielle d'une population (augmentation constante ou accélération de la population, courbe en J, pas de décélération ou d'état d'équilibre).
- Revenir à l'exemple de la mise en situation : expliquer à l'élève que, pour connaître le nombre d'individus d'une population à un point donné, il suffit d'élever le nombre de descendants produits par un individu à la puissance du nombre de générations produites (p. ex., si le nombre de descendants = 2 et le nombre de générations = 10, il y a 2^{10} ou 1024 descendants dans des conditions idéales). **(EF)**

- Demander à l'élève de calculer le nombre de bactéries après 10 heures dans une blessure non recouverte si une seule bactérie originale se divise toutes les 20 minutes. Corriger au tableau. **(EF)**
- Expliquer à l'élève que pour savoir si une population subit une croissance exponentielle, on représente dans un graphique la fonction logarithmique de l'effectif de la population selon le nombre de générations produites. Si la courbe obtenue est droite, la population à l'étude est en croissance exponentielle (voir *Biologie générale*, fig. 51-3 p. 1038 ou *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 555).
- Présenter à l'élève la terminologie nécessaire pour comprendre les formules mathématiques applicables au calcul de la croissance démographique d'une population :
 - *taux intrinsèque d'accroissement naturel d'une population* (r) ou la différence entre le taux de natalité et le taux de mortalité par individu par unité de temps avec quelques contraintes;
 - *potentiel biotique* ou la capacité théorique de multiplication d'une population en l'absence de toute contrainte;
 - *taux effectif de croissance d'une population* ou le résultat de l'interaction entre le potentiel biotique (r_{\max}) et la résistance de l'environnement à la croissance de la population;
 - *résistance de l'environnement* ou ensemble des facteurs du milieu qui contribuent à limiter la croissance d'une population (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, tableau 28-3, p. 624).
- Présenter les principes mathématiques applicables à la croissance démographique (p. ex., l'équation décrivant cette croissance : $I = rN$, où N est le nombre d'individus de la population et r est le taux intrinsèque d'accroissement naturel de la population). **(AM)**
- Présenter à l'élève divers graphiques de la croissance de la population humaine au cours des 250 dernières années (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, fig. 27.7, p. 556 ou *Biologie générale*, p. 1057).
- Demander à l'élève de déterminer si la croissance de la population humaine est exponentielle en répondant à certaines questions :
 - La courbe a-t-elle la forme d'un J ou d'un S?
 - La courbe indique-t-elle une accélération du taux de croissance ou une décélération du taux de croissance?
 - La population atteint-elle un état d'équilibre?
- Corriger les réponses de l'élève. **(EF)**

Analyse quantitative des facteurs limitant la croissance de populations

- Définir *capacité limite* (K) (nombre maximal d'individus d'une espèce que peut tolérer le milieu où se trouve la population à cause de l'espace vital et de la nourriture disponible).
- Expliquer que la formule $\frac{K - N}{K}$ décrit le type de résistance du milieu à la croissance d'une population, où N est le nombre d'individus dans la population à un moment précis. **(AM)**
- Présenter à l'élève une courbe de croissance logistique ou sigmoïde généralisée pour montrer des caractéristiques de ce type de courbes telles que l'accélération, le point d'inflexion, la décélération et l'état d'équilibre (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, fig. 28-4, p. 624).

- Demander à l'élève de construire le graphique et d'analyser la courbe sigmoïde de la croissance d'une population de *Paramecium aurelia* en répondant à des questions telles que (voir *Biologie générale*, fig. 51-9, p. 1043) :
 - Combien de jours dure l'accélération du taux de croissance?
 - Où se trouve le point d'inflexion de la courbe?
 - Quand commence l'état d'équilibre de la population?
 - Quelle est la capacité limite (K) de cette population de *P. aurelia*?
- Aider l'élève, au besoin. (EF)

Analyse d'une population de Drosophila mélanogaster

- Expliquer brièvement la technique de culture des *Drosophila mélanogaster* ou mouches à fruits.
- Remettre à l'élève le tableau 5.1 d'une population de mouches à fruits d'une colonie d'un vase clos en partant d'une mouche mâle et d'une mouche femelle vierge au jour zéro.

Tableau 5.1 : Croissance d'une population de *Drosophila mélanogaster*

Âge de la colonie (jours)	Nombre de mouches dans la colonie	Âge de la colonie (jours)	Nombre de mouches dans la colonie	Âge de la colonie (jours)	Nombre de mouches dans la colonie
0	2	16	60	32	205
2	2	18	85	34	210
4	2	20	115	36	211
6	4	22	140	38	211
8	10	24	161	40	210
10	18	26	180	42	205
12	25	28	192	44	?
14	40	30	201	46	?

(Tableau adapté de *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 624)

- Demander à l'élève de tracer le graphique des données du tableau 5.1 en utilisant un logiciel de construction de graphiques et de répondre aux questions suivantes : (T)
 - Quelle est la forme générale de cette courbe?
 - Cette courbe est-elle exponentielle ou sigmoïde?
 - Où se trouve le point d'inflexion de la courbe?
 - Quel est le K de cette courbe?
 - Cette courbe montre-t-elle une décélération dans le taux de croissance de la population?
 - Quelle est la longueur du cycle vital, de l'oeuf à l'adulte, de la mouche à fruits?
 - Sachant que cette colonie est un système relativement clos, quel serait un nombre plausible de mouches des jours 44 et 46? Expliquer.
 - Nommer des facteurs limitatifs de la croissance de la colonie de mouches à fruits (manque d'espace, manque de nourriture, compétition intraspécifique, accumulation de déchets).

- Établir un rapprochement entre la population de *Drosophila mélanogaster* en vase clos et la population humaine sur la Terre.
- Ramasser le travail pour l'évaluer. **(ES)**

Facteurs limitant la croissance de populations

- Présenter à l'élève les facteurs qui peuvent imposer des limites à la croissance d'une population : abiotiques ou densité-indépendants tels que le climat, la température, les catastrophes naturelles et les exigences de croissance; biotiques ou densité-dépendants tels que la compétition, le parasitisme, la prédation et l'émigration.
- Vérifier les connaissances préalables de l'élève en ce qui a trait à cette terminologie. **(ED)**
- Élaborer, au besoin, sur les concepts d'interaction tels que :
 - la compétition intraspécifique telle que l'effet de la densité de la population sur la survivance du trèfle blanc (voir *Biologie générale*, fig. 51-12, p. 1045);
 - la compétition interspécifique telle qu'une zone intertidale et la survivance de *Balanus* et de *Chtamalus* (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 630 et *Biologie générale*, p. 1046 et 1047);
 - la prédation ou l'association proie-prédateur (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 633 à 635 et *Biologie générale*, p. 1047 à 1050);
 - les mécanismes de défense tels que celui du lézard à collerette pour effrayer des prédateurs, la formation de groupes par les gazelles springbok pour assurer leur protection, la production de poison par le papillon monarque et le mimétisme du monarque par le papillon vice-roi (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 636 et 637);
 - les relations symbiotiques entre diverses espèces animales et végétales telles que le parasitisme, le mutualisme et le commensalisme (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 638 à 643).
- Demander à l'élève de préparer un tableau comparatif de la relation entre l'hôte et l'autre organisme dans les associations symbiotiques de parasitisme, de commensalisme et de mutualisme, et de donner un exemple de ces trois associations. Corriger. **(EF)**
- Présenter un graphique qui montre les fluctuations des populations proies-prédateurs prédites par un modèle mathématique (voir *Biologie générale*, fig. 51-16, p. 1049). Demander à l'élève de déterminer les caractéristiques principales de cette courbe (p. ex., courbe sinusoïdale double de proie et prédateur, nombre plus grand de proies que de prédateurs, pics de la courbe des prédateurs accusant un délai par rapport aux pics de la courbe des proies). Aider l'élève, au besoin. **(EF)**
- Remettre à l'élève un graphique tracé en partant des données de la Compagnie de la Baie d'Hudson sur la variation dans l'abondance des lièvres et des lynx obtenues en partant de différentes quantités de fourrures achetées par la Compagnie entre 1845 et 1935 (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 563 ou *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 634) et lui demander de faire une analyse de ces deux populations en répondant aux mêmes questions que dans la présentation ci-dessus. **(EF)**
- Demander à l'élève de remettre ses réponses pour les évaluer. **(EF)**
- Présenter à l'élève des exemples de relations proies-prédateurs inusitées :
 - le cas des orignaux et des loups de l'île Royale dans le lac Supérieur (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 634 et *Biologie générale*, p. 1050);
 - effets de la prédation par les Didinies sur le *Paramécium* dans des conditions expérimentales (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, fig. 28-19b).
- Mentionner à l'élève que les relations proies-prédateurs, dans la nature, sont souvent beaucoup plus complexes que les données expérimentales le laissent entendre.

- Demander à l'élève de préparer un tableau comparatif des trois types de courbes qui décrivent la croissance des populations : courbes exponentielle, sigmoïde et sinusoïdale; lui offrir de l'aide, au besoin. **(O)**

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée pour analyser le graphique d'une population de *Drosophila mélanogaster* et l'expliquer.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance de l'impact de la croissance démographique sur l'environnement;
 - connaître les termes et les faits associés à la démographie et à l'impact environnemental (facteurs biotiques, croissance exponentielle, etc.).
 - Recherche
 - construire un graphique en partant de données d'une population de *Drosophila mélanogaster*, l'analyser et l'interpréter.
 - Communication
 - utiliser la terminologie et les conventions propres à la dynamique des populations;
 - utiliser un logiciel de construction de graphiques à des fins scientifiques.
 - Rapprochements
 - Démontrer une compréhension des rapprochements entre la population de *Drosophila mélanogaster* en vase clos et la population humaine sur la Terre.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Demander à l'élève de comparer la vie d'un endoparasite à celle d'un ectoparasite.
- Inviter un ou une écologiste ou un ou une biologiste du ministère des Ressources naturelles à décrire des méthodes utilisées pour estimer l'effectif d'une population de différentes espèces. **(PE)**
- Inciter l'élève à demander à des pêcheuses et à des pêcheurs professionnels de décrire les tâches inhérentes à la pêche commerciale en portant une attention particulière aux mesures prises pour contrôler la population des diverses espèces de poissons et le gaspillage des ressources.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.2 (SBI4U)

Populations et écosystèmes

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur les relations entre les populations d'un écosystème. L'élève effectue des études de cas pour examiner l'impact de certaines espèces introduites dans un écosystème sur l'ensemble des populations du milieu. De plus, elle ou il assiste à la présentation d'un ou d'une biologiste sur des espèces introduites menaçant des espèces indigènes et les mesures prises pour enrayer ou prévenir ces menaces biologiques.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5 - 6 - 9

Domaine : Dynamique des populations

Attentes : SBI4U-D-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-D-Comp.3
SBI4U-D-Acq.3

Notes de planification

- Préparer des feuilles de consignes pour faire les quatre études de cas sur les populations et les photocopier (voir BIMO VII p. 20, 45, 108, 110, 213).
- Inviter un ou une écologiste ou un ou une biologiste à donner une présentation sur des populations introduites qui menacent des espèces indigènes et sur les mesures prises pour enrayer ou prévenir ces menaces biologiques (p. ex., perce-oreilles; moules zébrées; salicaire pourpre; maladie du charbon; lamproie des Grands Lacs).

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter à l'élève une photo ou un modèle d'un champ de maïs, d'un cultivateur ou d'une cultivatrice sur son tracteur, d'une souris des champs et d'un hibou, et lui demander d'établir le plus de liens possible entre ces quatre êtres vivants en utilisant la terminologie appropriée (p. ex., producteur, consommateur, prédateur, compétition interspécifique, utilisation d'énergie, chaîne et réseau trophique). **(ED)**
- Demander à l'élève d'imaginer l'impact sur les autres organismes si :
 - on enlevait le tracteur;
 - on enlevait le cultivateur ou la cultivatrice et le tracteur. **(ED)**

- Annoncer à l'élève que cette activité porte sur des études de cas de fluctuation d'une population au sein d'un écosystème et de l'effet de ces fluctuations sur les autres populations de l'écosystème.
- Expliquer à l'élève que le travail exige l'application de connaissances acquises et un peu de recherche.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Introduction d'espèces animales dans un écosystème

Étude de cas n° 1

- Remettre à l'élève le document intitulé «Évolution de la population dans une communauté» tiré de BIMO - Unité 7, p. 20.
- Demander à l'élève d'analyser le graphique représentant l'évolution de la population de deux espèces introduites à dix ans d'intervalle dans une même région où aucune des deux espèces n'était présente auparavant en répondant aux questions suivantes :
 - Expliquer la forme de la courbe correspondant à l'espèce A.
 - Donner cinq raisons pouvant expliquer la différence entre le maximum de croissance atteint par la population des deux espèces.
 - En partant des données du graphique, suggérer trois types possibles de relations entre les espèces A et B (voir BIMO - unité 7, p. 21 pour vérifier les réponses possibles).
- Circuler et fournir de la rétroaction continue en guidant l'élève dans son travail. **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer ses résultats avec ceux d'un ou d'une autre élève et de faire des ajouts ou des corrections, au besoin. **(O)**

Étude de cas n° 2

- Remettre à l'élève un tableau de données tiré de BIMO - Unité 7, p. 45 qui présente l'évolution de la population d'une espèce d'herbivores dans un nouvel écosystème.
- Demander à l'élève de faire une analyse des données en faisant le travail suivant :
 - Tracer un graphique à l'ordinateur représentant les données du tableau. **(T)**
 - Décrire la courbe obtenue et suggérer des raisons qui en expliquent la forme.
 - Proposer deux facteurs qui permettraient à cette population de croître au point où elle causerait des dommages à son écosystème.
 - Suggérer deux moyens que l'on pourrait prendre pour limiter cette population (voir BIMO - Unité 7, p. 46 pour vérifier les réponses possibles).
- Circuler et fournir de la rétroaction continue en guidant l'élève dans son travail. **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer ses résultats avec ceux d'un ou d'une autre élève et de faire des ajouts ou des corrections, au besoin. **(O)**

Changements dans des populations végétales

Étude de cas n° 3

- Remettre à l'élève un tableau de données tiré de BIMO - Unité 7, p. 108 des densités de l'érable à sucre (*Acer saccharum*) et de la pruche (*Tsuga canadensis*) dans un terrain boisé entre 1930 et 1980.
- Lui demander de faire le travail suivant :
 - Construire, à l'ordinateur, un graphique représentant ces données. **(T)**
 - Faire ressortir deux tendances reflétées par ces données et proposer deux hypothèses pouvant les expliquer.
 - Prédire la situation dans ce terrain boisé telle qu'elle pourrait se présenter dans 50 ans (voir BIMO - Unité 7, p. 109 pour vérifier les réponses possibles).

- Circuler et fournir de la rétroaction continue en guidant l'élève dans son travail. **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer ses résultats avec ceux d'un ou d'une autre élève et de faire des ajouts ou des corrections, au besoin. **(O)**

Étude de cas n° 4

- Remettre à l'élève un graphique tiré de BIMO - unité 7, p. 213 d'une population de deux espèces de plantes cultivées séparément (courbes pleines) et ensemble (courbes en pointillé).
- Demander à l'élève d'analyser cette situation en répondant aux questions suivantes :
 - Laquelle des deux plantes, A ou B, a le K le plus élevé pour ce milieu? Justifier sa réponse (le K de la plante A est environ 105, celui de la plante B est 64);
 - Donner trois exemples de compétition entre la plante A et la plante B qui peuvent expliquer ces courbes. Expliquer (besoin du même nutriment et A est plus efficace; A est mieux adapté pour obtenir de l'eau; A pousse plus haut ou plus vite que B et réduit la quantité de lumière pour B).
 - Citer deux exemples de situations liées à la fécondité des plantes A et B qui peuvent expliquer ces courbes. Expliquer (A produit plus de semences par génération et occupe la zone plus tôt; A attire les pollinisateurs plus efficacement).
 - Relever un mécanisme de défense qui peut expliquer ces courbes? Justifier sa réponse (A produit un répresseur qui empêche la croissance de B; A sécrète une substance poison pour B).
- Circuler et fournir de la rétroaction continue en guidant l'élève dans son travail. **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer ses résultats avec ceux d'un ou d'une autre élève et de faire des ajouts ou des corrections, au besoin. **(O)**

Généralisations

- Demander à l'élève de choisir une étude de cas parmi les quatre effectuées et de la remettre pour la faire évaluer. **(EF)**
- Inviter un ou une écologiste ou un ou une biologiste à donner une présentation sur des populations introduites qui menacent des espèces indigènes et sur les mesures prises pour enrayer ou prévenir ces menaces biologiques (p. ex., perce-oreilles; moules zébrées; salicaire pourpre; maladie du charbon; lamproie des Grands Lacs). **(PE)**

Évaluation sommative

Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 5.4.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inciter l'élève à lire un livre sur les populations d'espèces et leur impact sur l'environnement et d'en faire un résumé (p. ex., Pelt, Jean-Marie, *Le tour du monde d'un écologiste*, Librairie Arhème Fayard, Paris, 1990, 488 pages). **(AC)**

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.3 (SBI4U)

Écosystèmes et énergie

Description

Durée : 300 minutes

Cette activité porte sur la relation entre les écosystèmes, le flux de l'énergie et les cycles biogéochimiques. L'élève compare les écosystèmes naturels et les écosystèmes humains et analyse, au moyen de lectures, l'impact de l'humain sur l'apport alimentaire et la capacité limite de la Terre. Elle ou il explore un facteur particulier qui a un impact sur son écosystème et fait part de ses découvertes à ses pairs à l'aide d'un collage électronique.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5 - 6

Domaine : Dynamique des populations

Attentes : SBI4U-D-A.2 - 3

Contenus d'apprentissage : SBI4U-D-Comp.4 - 5 - 6
SBI4U-D- Rap. 2

Notes de planification

- Se procurer une variété de produits alimentaires pour la mise en situation (p. ex., pepperoni, pâtes alimentaires, riz, fromage cheddar, pain complet, pomme, banane, pomme de terre).
- Préparer un transparent d'un schéma général des transferts d'énergie et de la circulation des nutriments dans un écosystème (voir *Biologie générale*, fig. 50-4, p. 1009 ou *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 647).
- Se procurer ou préparer des schémas de diverses pyramides : de nombres, de biomasses et d'énergie (voir *Biologie générale*, p. 1012 et 1013).
- Se procurer des copies du *Guide alimentaire canadien* pour faire la mise en situation.
- Préparer un tableau de données d'une pyramide d'énergie (BIMO, Unité 7, p. 145).
- Réserver la vidéo *Le Flux de l'énergie* de tfo et préparer des questions sur son contenu à l'aide du guide pédagogique.
- Réserver la salle d'ordinateurs.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Remettre à l'élève une copie du *Guide alimentaire canadien* et du tableau 5.3a.
- Présenter à l'élève une variété de produits alimentaires (p. ex., riz, pepperoni fumé, pain complet, fromage cheddar, banane, pomme, pâtes alimentaires).
- Demander à l'élève de calculer, à l'aide du *Guide alimentaire canadien*, la masse de chaque aliment nécessaire pour combler les besoins quotidiens en énergie d'une personne (environ 1800 kJ). **(ED)**
- Aider l'élève, au besoin.
- Demander à l'élève d'écrire les données et les calculs dans les deux premières colonnes du tableau 5.3a et de chercher l'information demandée à la troisième colonne en devoir.

Tableau 5.3a : Valeur énergétique de certains aliments

Aliment	Énergie par kg [kJ]	Masse pour fournir 1800 kJ/jour [kg]	Énergie nécessaire pour produire l'aliment [kJ]
riz			
pepperoni			
pain complet			
fromage cheddar			
banane			
pomme			
pâtes alimentaires			

- Demander à l'élève de déterminer une relation entre :
 - le type d'aliment (p. ex., végétal, animal) et la quantité d'énergie qu'il contient;
 - le type d'aliment et l'énergie nécessaire à sa production.
- Demander à l'élève de définir *aliment naturel* et de donner des exemples d'aliments naturels selon sa définition. **(ED)**

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Flux de l'énergie

- Animer un remue-ménages sur les chaînes et les réseaux trophiques des écosystèmes (p. ex., herbivores, carnivores, omnivores, producteurs, consommateurs, décomposeurs, énergie solaire, nutriments, production de chaleur). **(ED)**
- Revoir aussi, au besoin, les pyramides de nombres et les pyramides de masses.
- Rappeler à l'élève que moins de 2 % de l'énergie solaire totale, qui illumine un champ typique, est convertie en énergie chimique par l'herbe de ce champ (producteur) grâce à la photosynthèse; les plantes ne donnent aux herbivores de ce champ (chenilles, sauterelles, lièvres) que 2, 2 % de l'énergie emmagasinée; de plus, les carnivores (araignées, hiboux)

n'arrachent aux herbivores que 6,7 % des herbivores. Plus de 90 % de l'énergie potentielle est perdue d'un niveau à l'autre.

- Présenter à l'élève le tableau 5.3b montrant le flux d'énergie par niveau trophique dans une chaîne trophique hypothétique.

Tableau 5.3b : Flux d'énergie par niveau trophique

Niveau trophique	% de transfert d'énergie	Flux d'énergie (kJ/cm ² /année)
1	moins de 2 % de 0 à 1	9000
2		850
3		78
4		6

Adapté de BIMO, Unité 7, Écologie, p. 201

- Demander à l'élève :
 - de remplir le tableau 5.2 en déterminant les quatre niveaux trophiques;
 - de construire un diagramme à l'échelle pour illustrer la pyramide des énergies de cette chaîne;
 - de calculer le % de transfert d'énergie des niveaux 1 à 2, 2 à 3 et 3 à 4;
 - de tirer des conclusions par rapport à son diagramme ou à son tableau (p. ex., réduction de plus de 90 % de l'énergie d'un niveau trophique à l'autre en partant des producteurs; nombre limité de niveaux, rarement plus de 5, dans une chaîne trophique);
 - de dresser une liste des activités biologiques qui utilisent l'énergie perdue dans une chaîne trophique (p. ex., mouvement, respiration cellulaire, croissance cellulaire);
 - d'enquêter sur des méthodes d'élevage ou d'agriculture utilisées pour réduire les pertes d'énergie et accroître la production.
- Demander à l'élève de comparer ses réponses et son schéma avec ceux de deux autres élèves et de faire des corrections et des ajouts, au besoin. **(O)**
- Présenter la vidéo *Le flux de l'énergie dans l'écosystème* de la série Le flux de l'énergie de tfo et demander à l'élève de répondre à des questions sur son contenu. **(EF)**
- Animer une discussion au sujet des exemples de flux d'énergie présentés dans la vidéo et demander à l'élève de faire ressortir que la quantité d'énergie décroît d'un niveau trophique à l'autre dans toutes les pyramides d'énergie en l'expliquant par les raisons suivantes :
 - les proies échappent souvent aux prédateurs; les plantes vertes ne sont pas toutes consommées par les herbivores; certaines parties des proies et des plantes ne sont pas ingérées;
 - même si l'aliment est ingéré, il n'est pas nécessairement digéré; des déchets sont produits;
 - si l'aliment est digéré, les aliments servent surtout de source d'énergie (production d' ATP); une très petite quantité ajoute à la masse corporelle.

Impacts de la population humaine sur un écosystème

- Demander à l'élève de choisir un écosystème naturel (p. ex., une prairie, un lac isolé, une forêt vierge, une tourbière à épinette).

- Expliquer le but de l'exercice : montrer que l'écosystème naturel se maintient grâce à la complexité des transferts de matière et d'énergie.
- Demander à l'élève d'analyser brièvement (cinq lignes) chacune des caractéristiques suivantes :
 - stabilité du système;
 - diversification du réseau alimentaire;
 - population;
 - recyclage de la matière;
 - énergie solaire;
 - indépendance de l'écosystème;
 - chaleur des organismes;
 - quantité relative d'intrants;
 - quantité relative d'extrants.
- Demander à quelques élèves de présenter oralement le résultat de leur analyse et commenter. **(EF)**
- Mentionner à l'élève qu'à l'époque où l'être humain pratiquait la chasse et la cueillette les populations humaines s'intégraient aux réseaux alimentaires naturels et qu'à la suite de la révolution agricole, puis de la révolution industrielle, les populations humaines se sont retirées de ces réseaux naturels (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 652 et 653).
- Indiquer à l'élève que l'humain a construit son propre système alimentaire «L'écosystème humain» au cours des temps et lui indiquer qu'aujourd'hui une chaîne alimentaire typique de l'humain ne comporte que trois chaînons : céréales ° bétail ° être humain; écrire cette chaîne au tableau.
- Présenter la vidéo *Le flux de l'énergie dans l'agriculture* de la série Le flux de l'énergie de tfo et demander à l'élève de noter les références aux activités des agriculteurs et des agricultrices dans la culture des céréales et l'élevage du bétail (p. ex., utilisation de l'énergie; utilisation d'engrais; production de chaleur; utilisation d'eau; pollution).
- Demander à l'élève de remplir le tableau 5.3c à l'aide de ses notes de cours. **(O)**

Tableau 5.3c : Comparaison des écosystèmes naturels et humains

Caractéristiques	Écosystèmes naturels	Écosystèmes humains
stabilité du système		
diversification du réseau alimentaire		
population		
recyclage de la matière		
énergie solaire		
indépendance de l'écosystème		
chaleur des organismes		
quantité relative d'intrants		
quantité relative d'extrants		

Adapté de *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 652

Facteurs affectant la chaîne alimentaire humaine

- Remettre à l'élève une liste des facteurs qui affectent la chaîne alimentaire humaine :
 - monoculture des plantes
 - utilisation d'engrais chimiques
 - surmécanisation en agriculture
 - utilisation de pesticides
 - disparition de sols agricoles
 - parcs d'engraissement du bétail
 - utilisation d'hydrocarbures fossiles
 - pollution de l'air
 - utilisation de plantes hybrides
 - utilisation excessive de l'eau
 - pêche non discriminante
 - érosion du sol
 - utilisation d'hormones dans l'élevage
 - utilisation d'antibiotiques dans l'élevage
 - pollution de l'eau
 - pollution du sol
- Demander à l'élève de choisir un de ces facteurs et d'analyser brièvement son impact sur la chaîne alimentaire humaine :
 - en déterminant ses effets positifs et négatifs sur la population humaine;
 - en proposant une solution possible au problème, à court terme ou à long terme.
- Demander à l'élève de remettre, sur disquette, son analyse d'un maximum de 150 mots, pour l'évaluer. **(EF)**
- Préparer un collage électronique des effets des différents facteurs sur la chaîne alimentaire humaine en sauvegardant toutes les analyses dans un fichier. Remettre une copie du fichier à chaque élève. **(T)**
- Inviter un ou une agronome à venir parler de l'utilisation de nouvelles techniques dans son domaine. **(PE)**

Évaluation sommative

- Voir la section **Évaluation sommative** à l'activité 5.4.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Convier l'élève à s'informer des techniques d'agriculture biologique utilisées en Ontario.
- Demander à l'élève de s'informer sur les aliments génétiquement modifiés et de présenter oralement son opinion sur ce sujet (p. ex., «Des mutants dans votre assiette», *Québec Science*, volume 35, numéro 1 (septembre 1996), page 37). **(AC)**
- Inciter l'élève à rédiger un résumé de l'article «Le tiers monde énergétique» de *Québec Science*, volume 30, numéro 3 (novembre 1991), p. 30.

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.4 (SBI4U)

Population humaine et environnement

Description

Durée : 225 minutes

Cette activité porte sur l'impact de la croissance démographique sur l'environnement, en particulier les ressources naturelles. L'élève étudie l'historique de la population humaine et analyse les problèmes causés par l'accroissement de cette population, tout particulièrement son impact sur l'environnement. Elle ou il se penche sur ces problèmes, exprime son opinion et propose des solutions par l'entremise d'une lecture et de mini-débats.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5 - 6 - 9

Domaine : Dynamique des populations

Attente : SBI4U-D-A.1 - 2

Contenus d'apprentissage : SBI4U-D-Comp.2 - 5 - 6
SBI4U-D-Acq.4

Notes de planification

- Écrire, sur un logiciel *Corel Presentation*, divers extraits de textes sur la population humaine (voir **Mise en situation**) et se procurer un projecteur multimédia.
- Se procurer un texte qui traite de l'impact de la population humaine sur l'environnement (voir *Biologie générale*, p. 1054 à 1067 et *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 690 à 705 et p. 707 à 731).
- Préparer les consignes des mini-débats (p. ex., durée, liste des sujets, horaire, droit de réplique, participation, connaissance du sujet, évaluation par les pairs).
- Préparer un tableau d'évaluation des mini-débats selon le modèle du tableau 5.4a.

Tableau 5.4a : Évaluation des mini-débats

Nom de l'élève	Connaissance du sujet								Respect des règles du mini-débat				Utilisation du vocabulaire approprié et communication efficace			
	Arguments (max. 2)				Réplique											
Niveau	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Présenter, à l'aide d'un projecteur multimédia, les extraits de textes, sur la population humaine, suivants :
 - «Il est fort possible que le prix à payer pour les tentatives frénétiques visant à nourrir des populations croissantes entraîne, au cours de la prochaine décennie, une diminution de la capacité limite de la planète entière.»
Paul Ehrlich, biologiste (voir *Biologie générale*, p. 1068).
 - «L'homme blanc, dans son indifférence pour la signification de la nature, a profané la face de notre Mère la Terre. L'avancement technologique de l'homme blanc s'est révélé comme une conséquence de son manque d'intérêt pour la voie spirituelle et pour la signification de tout ce qui vit. L'appétit de l'homme blanc pour la possession matérielle et le pouvoir l'a aveuglé sur le mal qu'il a causé à notre Mère la Terre, dans sa recherche de ce qu'il appelle les ressources naturelles.»
Thomas Banyacya, tribu des Hopis (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 619).
 - «Nous n'avons pas hérité la Terre de nos parents; nous l'avons empruntée à nos enfants.»
Lee Talbot, écologiste (voir *Biologie générale*, p. 1068).
- Amener l'élève à exprimer son opinion, sur les extraits présentés, au cours d'une discussion en équipes. Demander à l'élève de discuter des sujets suivants : **(ED)**
 - développement des industries concernant une meilleure qualité de vie;
 - plus d'humains - plus de consommation;
 - utilisation de ressources non renouvelables;
 - pollution;
 - destruction des autres populations;
 - dépendance de la chaîne alimentaire humaine sur tous les autres écosystèmes.
- Animer une discussion avec tout le groupe-classe en demandant à l'élève si elle ou il est d'accord avec tous les extraits et, si non, lui demander de nommer l'extrait avec lequel elle ou il est en désaccord et d'en expliquer la raison.

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Facteurs environnementaux vs population humaine

- Projeter, sur un écran, un graphique de la croissance de la population humaine mondiale (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, fig. 31.1, p. 691 ou *Biologie générale*, fig. 51-27, p. 1057).
- Demander à l'élève de décrire la courbe de la population humaine et d'expliquer les changements démographiques survenus au cours des dix derniers millénaires. **(ED)**
- Remettre à l'élève un texte sur la population humaine (voir *Biologie générale*, p. 1054 à 1067 et *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, p. 690 à 705 et p. 707 à 731) et lui demander de le consulter pour se préparer à un mini-débat sur un des sujets suivants : **(ES)**
 - effets positifs et négatifs de la révolution agricole sur la population humaine;
 - effets positifs et négatifs de la diminution du taux de mortalité sur la population humaine;
 - effets positifs et négatifs de l'augmentation de l'espérance de vie sur la population humaine;
 - effets positifs et négatifs de l'éducation sur la population humaine;
 - effets positifs et négatifs du temps de dédoublement sur la population humaine;
 - effets positifs et négatifs d'une famine sur la population humaine;
 - effets positifs et négatifs de la révolution verte sur la population humaine;
 - pour ou contre l'utilisation des engrais;
 - pour ou contre l'utilisation des pesticides;
 - pour ou contre l'utilisation de combustibles fossiles;
 - pour ou contre l'utilisation de l'énergie éolienne;
 - pour ou contre l'utilisation de l'énergie solaire;
 - pour ou contre l'utilisation de l'énergie nucléaire;
 - pour ou contre le recyclage;
 - pour ou contre la pollution.
- Donner à l'élève les consignes au sujet des mini-débats

But : Présenter deux arguments positif ou négatif qui se rattachent à la population humaine sur le sujet choisi.

Durée : Six minutes au total : deux minutes par personne, une pour, une contre, sans droit de réplique et un droit de réplique de une minute par personne.

Choix de l'adversaire et du sujet :
 sac A : tous les noms des élèves et sac B : tous les sujets de débats
 Tirer deux noms et un sujet de mini-débat de ces sacs.

Critères d'évaluation :
 Connaissance du sujet;
 Respect des règles du mini-débat;
 Utilisation du vocabulaire approprié et communication orale efficace;
 Nombre d'arguments pour ou contre (maximum deux).

Date du débat :
 voir le tableau 5.4b.

Tableau 5.4b : Horaire des mini-débats

Débat n°	Date du mini-débat	Pour	Contre	Sujet

1	10 janvier	Luis Valdez	Rose Latulipe	pour ou contre l'utilisation des pesticides
---	------------	-------------	---------------	---

- S'assurer de voir avec l'élève les sujets non couverts par les mini-débats.
- À la suite du mini-débat, demander à l'élève :
 - d'expliquer les changements démographiques survenus au cours des dix derniers millénaires en s'appuyant sur l'information apprise;
 - de rattacher chacun des sujets de la liste à un point particulier sur la courbe de la population humaine pour en montrer son impact;
 - d'énumérer les éléments nécessaires pour assurer la continuité de cette croissance exponentielle de la population humaine (p. ex., apport d'énergie, recyclage des matières).
- Demander à l'élève de remettre son analyse et l'inclure dans l'évaluation sommative. **(ES)**

Pays industrialisé vs pays en voie de développement

- Demander à l'élève de faire un tableau comparatif des caractéristiques de la population d'un pays industrialisé versus celle d'un pays en voie de développement (p. ex., taux de natalité et de mortalité; années d'études; facteurs socioéconomiques; distribution démographique selon l'âge et le sexe);
- Animer une mise en commun des résultats de l'exercice en notant les réponses de l'élève au tableau. **(EF)**
- Demander à l'élève de comparer, à l'aide d'un graphique, les besoins en énergie des pays industrialisés et des pays en voie de développement des années 1950 à 2050 (voir *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, fig. 31.6, p. 697).
- Expliquer brièvement les facteurs qui justifieraient la demande énergétique des pays en voie de développement en 2050.
- Demander à l'élève d'enquêter sur la contribution canadienne, en ressources humaines et en technologie agricole, dans les pays en voie de développement et d'afficher ses découvertes sur un babillard de la salle de classe réservé à cet effet.

Évaluation sommative

- Présenter la grille d'évaluation adaptée du mini-débat et l'expliquer.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une connaissance des faits et des termes associés à la démographie et à l'impact environnemental.
 - Recherche
 - analyser et interpréter des données et de l'information liées à la population humaine.
 - Communication
 - utiliser la terminologie propre à la dynamique des populations;
 - utiliser le débat comme forme de communication.
 - Rapprochements

- démontrer une compréhension des rapprochements entre la croissance démographique et les facteurs environnementaux;
- analyser des questions sociales et économiques liées à la population humaine.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Inciter l'élève à trouver d'autres découvertes techniques récentes, dans Internet ou dans des revues scientifiques, et d'en faire part aux autres élèves en les affichant sur le tableau des trouvailles de la salle de classe.
- Inviter l'élève à écrire une lettre à l'éditeur du journal local dans le but d'encourager les jeunes de sa communauté à participer à tous les programmes de recyclage pour protéger l'écosystème humain. **(AC)**
- Suggérer à l'élève de faire un rapport de lecture de livres tels que *Touche pas à ma planète*, Ciel, MF, Les Éditions Quebecor, Montréal, 1989, 165 p. et *La Terre en péril*, Mugall, C. et J. McLaren, Presses de l'Université d'Ottawa, 1990, 378 p. **(AM)**
- Inciter l'élève à faire une enquête sur un dossier juridique d'accusations portées contre une entreprise en matière de pollution ou de protection de l'environnement en considérant l'activité industrielle en cause, son impact sur l'environnement, l'organisme qui a intenté la poursuite, la nature et la durée du procès, le jugement rendu, l'amende imposée et les conséquences pour ce qui est de l'entreprise (voir *Biologie, principes, phénomènes et processus*, p. 602). **(AM)**
- Présenter des émissions de la série *Quelle aventure!* de tfo en faisant réaliser les efforts soutenus pour protéger et conserver la faune et la flore (13 émissions de 60 minutes).

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

ACTIVITÉ 5.5 (SBI4U)

Espérance de vie

Description

Durée : 150 minutes

Cette activité porte sur les applications techniques qui visent l'allongement de l'espérance de vie et les répercussions sociales qui en résultent. L'élève effectue une recherche sur les découvertes et les progrès techniques médicaux et explore les incidences sociales de ces découvertes. Elle ou il présente les résultats de sa recherche sous la forme d'un rapport.

Domaines, attentes et contenus d'apprentissage

Attentes génériques : SBI4U-Ag.4 - 5 - 6

Domaine : Dynamique des populations

Attente : SBI4U-A.3

Contenu d'apprentissage : SBI4U-D-Rap.3

Notes de planification

- Préparer une liste de nouvelles techniques telles que l'installation de systèmes d'aqueducs en Éthiopie ou de techniques médicales telles que les manipulations génétiques, les médicaments, les microchirurgies et les vaccins ayant un impact sur l'allongement de l'espérance de vie.
- Réserver la salle d'ordinateurs et s'assurer d'avoir accès à Internet.
- Préparer les consignes pour faire la recherche.
- Établir un horaire de rencontres avec l'élève pour l'aider dans son application de la méthodologie de la recherche.
- Photocopier la grille d'évaluation adaptée de l'annexe SBI4U 5.1 pour évaluer le travail de recherche.

Déroulement de l'activité

Mise en situation

- Animer une discussion sur des événements, des activités ou des découvertes qui contribuent ou ont contribué à la croissance démographique humaine (p. ex., révolution industrielle, production alimentaire mondiale, contrôle des épidémies, traitement de l'eau). **(ED)**
- Annoncer à l'élève que cette activité comporte une recherche sur de nouvelles techniques ou techniques médicales ayant un impact sur l'allongement de l'espérance de vie.

- Animer un remue-ménages pour amener l'élève à nommer des sujets de recherche possibles ayant un impact sur l'allongement de l'espérance de vie : **(ED)**
 - méthodes d'exploration (p. ex., radiographie, scanographie, échographie, endoscopie, imagerie par résonance magnétique);
 - tests spécialisés (électrocardiographie, électroencéphalographie);
 - médicaments et rayonnements (p. ex., chimiothérapie, radiothérapie, génie génétique);
 - chirurgie et microchirurgie (p. ex., endoscopie, chirurgie virtuelle, bistouri laser);
 - méthodes de prévention (p. ex., bonne alimentation, exercice régulier, sommeil satisfaisant, réduction du stress);
 - analyses chimiques (sang, urine, biopsies, cheveu, muqueuse nasale, matière fécale);
 - tests de dépistage (p. ex., mammographie, analyse des cellules du col de l'utérus);
 - vaccins (p. ex., DTcoq contre la diphtérie, le tétanos et la coqueluche, ROR contre la rougeole, les oreillons et la rubéole, polio contre la poliomyélite, BCG contre la tuberculose);
 - médecine d'urgence (p. ex., premiers soins, services d'urgence);
 - soins intensifs (p. ex., perfusions, instruments de surveillance);
 - transplantations et implantations (p. ex., transplants, suppression des rejets, prothèses, matériaux bio-inertes);
- Revoir les différents éléments d'un rapport de recherche (p. ex., tableaux et graphiques, citations, notes en bas de page, bibliographie).

Expérimentation/Exploration/Manipulation

Recherche

- Présenter le but de la recherche : reconnaître le rôle de la médecine et des nouvelles techniques dans l'allongement de l'espérance de vie et évaluer les répercussions sociales qui en découlent.
- Préciser les éléments de la recherche :
 - situer le sujet et formuler une ou deux questions de recherche;
 - recueillir les données et structurer l'organisation de l'information;
 - utiliser des aides visuelles (diagrammes, tableaux);
 - appliquer la méthodologie de recherche;
 - rédiger le texte final en suivant les règles de la présentation d'un rapport de recherche.
- Expliquer à l'élève le protocole de la recherche (p. ex., échéances, texte de mille mots, utilisation de ressources variées, utilisation de la terminologie appropriée).
- Allouer du temps à la salle de ressources pour permettre à l'élève de trouver de l'information dans Internet et dans des revues scientifiques. **(T)**
- Exiger que l'élève produise une ébauche à l'ordinateur avec un texte bien structuré et une présentation claire. **(T)**
- Réviser l'ébauche et l'annoter en partant de la liste des éléments de la tâche présentée ci-dessus (p. ex., contenu, style, modalités de présentation).
- Rencontrer l'élève individuellement pour discuter de ses progrès dans l'application de la méthodologie d'une recherche scientifique. **(EF)**
- Au moment de la rencontre, lire avec l'élève l'ébauche annotée et la ou le guider dans l'objectivation de son apprentissage. **(O)**
- Ramasser le travail de recherche et l'évaluer. **(ES)**
- Demander à l'élève de sélectionner des extraits de différentes recherches pour les publier dans la rubrique scientifique du journal de l'école. **(AC)**

Évaluation sommative

- Évaluer le travail de recherche en fonction des éléments vus dans la situation d'exploration.
- Utiliser une grille d'évaluation adaptée en partant de critères précis en fonction des quatre compétences suivantes :
 - Connaissance et compréhension
 - démontrer une compréhension du rôle de la médecine et des nouvelles techniques dans l'allongement de l'espérance de vie.
 - Recherche
 - compiler, organiser, analyser et interpréter des données provenant d'imprimés et de médias électroniques.
 - Communication
 - utiliser la terminologie scientifique appropriée;
 - utiliser le rapport de recherche comme forme de communication.
 - Rapprochements
 - démontrer une compréhension des rapprochements entre une technique médicale et les questions sociales, politiques et éthiques qu'elle soulève.

Activités complémentaires/Réinvestissement

- Présenter une émission de la série *Le Retour des virus* de tfo et examiner les répercussions du combat contre les virus dans les pays sous-développés.
- Inviter un ou une spécialiste de la santé à venir discuter des méthodes de prévention à suivre pour assurer la longévité. (AC) (PE)

Annexes

(espace réservé à l'enseignant ou à l'enseignante pour l'ajout de ses propres annexes)

Annexe SBI4U 5.5.1 : Grille d'évaluation adaptée - Espérance de vie

<i>Type d'évaluation : diagnostique 9 formative 9 sommative :</i>				
<i>Compétences et critères</i>	<i>50 - 59 % Niveau 1</i>	<i>60 - 69 % Niveau 2</i>	<i>70 - 79 % Niveau 3</i>	<i>80 - 100 % Niveau 4</i>
Connaissance et compréhension				
L'élève : - démontre une compréhension du rôle de la médecine et des nouvelles techniques dans l'allongement de l'espérance de vie.	L'élève démontre une compréhension limitée des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension partielle des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension générale des concepts, des principes, des lois et des théories.	L'élève démontre une compréhension approfondie des concepts, des principes, des lois et des théories.
Recherche				
L'élève : - compile, organise, analyse et interprète des données provenant d'imprimés et de médias électroniques.	L'élève applique un nombre limité des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique certaines des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique la plupart des habiletés et des stratégies de recherche.	L'élève applique toutes ou presque toutes les habiletés et les stratégies de recherche.
Communication				
L'élève : - utilise la terminologie scientifique associée au domaine de l'étude des populations. - utilise le rapport de recherche comme forme de communication.	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec peu d'exactitude et une efficacité limitée , et utilise diverses formes de communication avec une compétence limitée .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une certaine exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une certaine compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une grande compétence .	L'élève utilise la terminologie, les symboles et les conventions scientifiques avec une très grande exactitude et efficacité , et utilise diverses formes de communication avec une très grande compétence .

<i>Rapprochements</i>				
L'élève : - démontre une compréhension des rapprochements entre la technique médicale et les questions sociales, politiques et éthiques qu'elle soulève.	L'élève démontre une compréhension limitée des rapprochements dans des contextes familiers et analyse les questions sociales et économiques avec une efficacité limitée .	L'élève démontre une compréhension partielle des rapprochements dans des contextes familiers et analyse les questions sociales et économiques avec une certaine efficacité .	L'élève démontre une compréhension générale des rapprochements dans des contextes familiers et dans certains contextes peu familiers, et analyse les questions sociales et économiques simples avec une grande efficacité .	L'élève démontre une compréhension approfondie des rapprochements dans des contextes familiers et peu familiers, et analyse les questions sociales et économiques complexes avec une très grande efficacité .
Remarque : L'élève dont le rendement est en deçà du niveau 1 (moins de 50 %) n'a pas satisfait aux attentes pour cette tâche.				

TABLEAU DES ATTENTES ET DES CONTENUS D'APPRENTISSAGE

BIOLOGIE		Unités				
		1	2	3	4	5
Attentes génériques						
SBI4U-Ag.1	manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (p. ex., lors de l'élimination du formaldéhyde).	1.1 1.4 1.5	2.2	3.1		5.1
SBI4U-Ag.2	faire des observations et recueillir des données à l'aide d'instruments qu'il ou elle a choisis sciemment, et les utiliser correctement et prudemment.	1.1 1.3 1.4 1.5	2.2 2.3	3.1 3.2 3.4		
SBI4U-Ag.3	concevoir et effectuer rigoureusement des expériences pour démontrer ou déduire les concepts à l'étude, et modifier au besoin les techniques utilisées.	1.4 1.5	2.2 2.3	3.1 3.4 3.5	4.3 4.5	5.1
SBI4U-Ag.4	communiquer ses idées, ses projets et ses résultats en utilisant la terminologie exacte et les présenter en recourant à des moyens graphiques, numériques et symboliques qu'il ou elle a choisis sciemment.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6	2.1 2.2 2.3 2.5	3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	5.1 5.2 5.3 5.4 5.5
SBI4U-Ag.5	recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (p. ex., revues scientifiques, Internet), les interpréter et les présenter sous diverses formes appropriées (p. ex., diagrammes, tableaux, graphiques), produites manuellement ou à l'ordinateur.	1.1 1.3 1.4 1.5	2.1 2.4 2.5	3.1 3.2 3.3 3.5	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5	5.1 5.2 5.3 5.4 5.5
SBI4U-Ag.6	expliquer avec exactitude ses méthodes de recherche et ses résultats à l'aide de rapports de laboratoire, de tableaux d'observations et d'exposés, et évaluer la fiabilité des données en identifiant les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures.	1.4	2.2	3.3 3.4 3.5	4.3 4.5	5.1 5.2 5.3 5.4 5.5
SBI4U-Ag.7	exprimer le résultat des calculs de données expérimentales en utilisant le nombre approprié de chiffres significatifs ou de chiffres décimaux.				4.3	5.1
SBI4U-Ag.8	choisir et utiliser les unités SI appropriées, et appliquer les techniques de conversion appropriées.	1.4				
SBI4U-Ag.9	recenser et décrire des professions qui requièrent des connaissances en biologie (p. ex., généticien, biochimiste, conseillère en génétique, œnologue, microbiologiste, pharmacologue, histologiste, immunologiste, nutritionniste).	1.4 1.5	2.5	3.3	4.3	5.2 5.4

BIOLOGIE			Unités				
<i>Domaine : Processus métaboliques</i>			1	2	3	4	5
Attentes							
SBI4U-P-A.1	décrire la structure, la fonction et les réactions chimiques des macromolécules qui participent aux processus métaboliques, tout en tenant compte du rôle des enzymes.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6					
SBI4U-P-A.2	analyser en laboratoire les transformations énergétiques qui s'opèrent dans la cellule, y compris la photosynthèse et la respiration cellulaire, ainsi que les propriétés physiques et chimiques des macromolécules.	1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6					
SBI4U-P-A.3	mettre en évidence les liens entre les progrès en biotechnologie et l'avancement de la connaissance scientifique des processus métaboliques, et reconnaître l'incidence de cette connaissance sur le bien-être des humains.	1.4 1.5 1.6					
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts							
SBI4U-P-Comp.1	appliquer les lois de la thermodynamique à l'étude des transformations énergétiques qui s'opèrent dans la cellule lors de la photosynthèse et de la respiration cellulaire.	1.3 1.4 1.5 1.6					
SBI4U-P-Comp.2	reconnaître les groupements fonctionnels (p. ex., hydroxyle, carbonyle, carboxyle, amino, phosphate) et expliquer leur contribution à la structure et à la fonction des macromolécules (p. ex., après avoir déterminé si une molécule est polaire ou non, établir le lien entre cette propriété et sa diffusion à travers la membrane cellulaire).	1.1 1.6					
SBI4U-P-Comp.3	expliquer la structure chimique, le mécanisme et la dynamique des enzymes dans le métabolisme cellulaire (p. ex., fonction des complexes enzymatiques dans les réactions métaboliques au sein de la mitochondrie et du chloroplaste).	1.1 1.6					
SBI4U-P-Comp.4	reconnaître et décrire les quatre principaux types de réactions biochimiques : réactions d'oxydoréduction, d'hydrolyse, de condensation et de neutralisation.	1.1 1.3 1.4 1.5					
SBI4U-P-Comp.5	décrire et expliquer le rôle des molécules telles que le glucose, l'adénosine triphosphate (ATP), l'acide pyruvique, le nicotinamide adénine dinucléotide hydrogéné (NADH) et l'oxygène, ainsi que la fonction des organelles tels que les mitochondries et les chloroplastes, et les complexes enzymatiques dans les transformations énergétiques qui s'opèrent lors de la respiration cellulaire et de la photosynthèse.	1.2 1.3 1.4 1.5 1.6					

BIOLOGIE		Unités				
Domaine : Processus métaboliques		1	2	3	4	5
SBI4U-P-Comp.6	comparer les transformations d'énergie et de matière associées aux processus de la respiration cellulaire (aérobie et anaérobie) à celles de la photosynthèse (p. ex., comparer pour chaque processus le rôle de l'oxygène et celui des organelles tels que les mitochondries et les chloroplastes).	1.3 1.4 1.5 1.6				
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problème, en recherche scientifique et en communication						
SBI4U-P-Acq.1	définir les termes propres aux processus métaboliques (p. ex., groupement fonctionnel, polymère, acide organique, base organique, métabolisme, enzyme, taux de réaction, substrats énergétiques).	1.1 1.3 1.6				
SBI4U-P-Acq.2	examiner les structures chimiques des macromolécules et des groupements fonctionnels en partant d'images 3D à l'ordinateur ou en construisant des modèles moléculaires.	1.1				
SBI4U-P-Acq.3	résoudre, en appliquant les techniques appropriées, divers problèmes sur le métabolisme et la structure des biomolécules (p. ex., différencier le maïs sucré du maïs amylicé; décrire la structure chimique des cheveux bouclés).	1.3				
SBI4U-P-Acq.4	concevoir et effectuer une expérience liée à un processus cellulaire en contrôlant les variables importantes et en adaptant ses techniques au besoin (p. ex., déterminer les conditions optimales, au niveau du pH, de la concentration ou de la température, de l'activité enzymatique ou du transport membranaire).	1.1 1.4				
SBI4U-P-Acq.5	déterminer les similitudes et les différences entre la mitochondrie et le chloroplaste (p. ex., comparer leurs structures et leurs fonctions en examinant des micrographies et en identifiant le rôle des molécules clés des voies métaboliques).	1.2 1.4 1.5 1.6				
SBI4U-P-Acq.6	interpréter les données qualitatives et quantitatives recueillies lors d'expériences sur les produits de la respiration cellulaire et de la photosynthèse et présenter les résultats sous diverses formes appropriées, préparées manuellement ou à l'ordinateur.	1.4 1.5				
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SBI4U-P-Rap.1	reconnaître les liens étroits qui existent entre l'étude des processus métaboliques en biologie et des concepts dans d'autres domaines scientifiques tels que la thermodynamique et les principes associés aux transformations énergétiques en chimie et en physique.	1.3				

BIOLOGIE		Unités				
<i>Domaine : Processus métaboliques</i>		1	2	3	4	5
SBI4U-P-Rap.2	illustrer par des exemples les applications de l'activité enzymatique dans les industries agroalimentaire et pharmaceutique (p. ex., production de produits laitiers à l'aide de micro-organismes; utilisation de levure dans la fabrication du pain).	1.5				
SBI4U-P-Rap.3	montrer comment les progrès de la biologie cellulaire et de la technologie connexe influent sur la vie quotidienne (p. ex., la connaissance des processus métaboliques influent sur les décisions individuelles concernant les activités physiques, le régime alimentaire, l'utilisation de produits pharmaceutiques).	1.3 1.6				

BIOLOGIE		Unités				
<i>Domaine : Génétique moléculaire</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SBI4U-G-A.1	expliquer les concepts de gène et d'expression génétique ainsi que le rôle de l'acide désoxyribonucléique (ADN), de l'acide ribonucléique (ARN) et des chromosomes dans le métabolisme, la croissance et la division cellulaires, et reconnaître l'universalité du code génétique.		2.1 2.2 2.4 2.5			
SBI4U-G-A.2	examiner, en partant d'expériences et de modèles, des processus à l'intérieur du noyau cellulaire.		2.2 2.3 2.4			
SBI4U-G-A.3	reconnaître des questions théoriques soulevées par l'avancement des connaissances scientifiques sur la continuité génétique ainsi que les conséquences et la portée philosophique de ces connaissances, et rendre compte de certaines de leurs implications technologiques.		2.1 2.3 2.4 2.5			
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SBI4U-G-Comp.1	comparer la structure et la fonction de l'ADN à celles de l'ARN et expliquer leur rôle dans la synthèse protéique.		2.2			
SBI4U-G-Comp.2	expliquer la réplication de l'ADN et décrire les mécanismes de correction des erreurs lors de la transcription.		2.1			
SBI4U-G-Comp.3	expliquer les étapes de la synthèse protéique (transcription, épissage et traduction) et les mécanismes de contrôle de l'expression génétique par les protéines régulatrices (p. ex., décrire l'expérience de Jacob-Monod).		2.2 2.4			
SBI4U-G-Comp.4	décrire comment les mutations sont provoquées par des mutagènes tels que les rayons X et certains produits chimiques (p. ex., examiner les causes des mutations ponctuelles et des mutations avec déphasage).		2.3			
SBI4U-G-Comp.5	reconnaître les techniques de base en génie génétique et présenter certaines de ses applications industrielles et agricoles [p. ex., clonage d'un gène, analyse de la séquence de bases azotées d'un gène, méthode de la réaction de polymérisation en chaîne (RPC), électrophorèse].		2.5			
SBI4U-G-Comp.6	décrire le rôle des constituants cellulaires essentiels en génie génétique (p. ex., plasmides, enzymes de restriction, ADN recombinant et vecteurs).		2.1 2.4			
SBI4U-G-Comp.7	résumer les expériences clés qui ont fait avancer le génie génétique (p. ex., les recherches de Cohen-Boyer en 1973, de Chilton en 1981, de Stanford en 1988 et le transfert du gène de la somatotrophine en 1990).		2.1 2.4			

BIOLOGIE		Unités				
Domaine : Génétique moléculaire		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SBI4U-G-Acq.1	interpréter le code génétique en examinant ou en analysant un segment d'ADN (p. ex., comparer la séquence des bases azotées d'un brin d'ADN pour un enzyme humain et pour celui d'un autre animal; repérer une anomalie, ou une délétion, dans la séquence d'un gène responsable d'une maladie génétique).		2.2 2.3			
SBI4U-G-Acq.2	interpréter des micrographies qui démontrent les structures cellulaires associées à la synthèse protéique.		2.2			
SBI4U-G-Acq.3	analyser en laboratoire les constituants cellulaires associés à la synthèse protéique (p. ex., extraire des acides nucléiques; comparer les protéines d'espèces apparentées; séparer par électrophorèse des polypeptides de différentes grosseurs).		2.2 2.4			
SBI4U-G-Acq.4	présenter le projet Génome humain et ses principales découvertes (p. ex., élaborer un calendrier pour souligner les événements marquants; préparer un tableau pour expliquer les découvertes importantes).		2.4			
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SBI4U-G-Rap.1	expliquer l'importance des preuves, des théories et des paradigmes dans l'avancement des connaissances scientifiques en génétique (p. ex., expliquer l'incidence du clonage d'un mouton sur la théorie de la différenciation ou l'incidence de la découverte de la structure de l'ADN comme biomolécule universelle).		2.1 2.4 2.5			
SBI4U-G-Rap.2	décrire et expliquer les principales prescriptions de la législation canadienne sur les produits biotechnologiques (p. ex., consulter Environnement Canada ou Santé Canada pour connaître les règlements; vérifier la liste des nouveaux produits biotechnologiques dans le site Internet d'Agriculture Canada; se renseigner auprès de InfoBiotech Canada).		2.5			

BIOLOGIE		Unités				
<i>Domaine : Homéostasie</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SBI4U-H-A.1	expliquer les processus de contrôle physiologiques et biochimiques qui assurent l'homéostasie chez les organismes vivants.			3.2 3.3 3.4		
SBI4U-H-A.2	analyser, en partant d'expériences et de modèles, les mécanismes de rétroaction qui maintiennent l'équilibre des conditions chimiques et physiques chez les organismes vivants.			3.1 3.2 3.3 3.4		
SBI4U-H-A.3	analyser les effets de l'environnement (physique, chimique, psychologique et microbien) sur l'homéostasie et examiner les répercussions sociales et les applications technologiques par rapport à ce domaine.			3.1 3.5		
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SBI4U-H-Comp.1	expliquer les structures et les fonctions des systèmes endocrinien et nerveux ainsi que leur rôle dans l'homéostasie.			3.2 3.3		
SBI4U-H-Comp.2	décrire l'action des hormones sur les systèmes reproducteurs mâle et femelle, y compris les mécanismes de rétroaction connexes.			3.3 3.4		
SBI4U-H-Comp.3	expliquer le rôle des reins dans le maintien de l'équilibre hydrique et ionique.			3.3 3.4		
SBI4U-H-Comp.4	analyser les processus homéostatiques associés au maintien de l'équilibre thermique, hydrique, ionique et acido-basique lors de stress et de traitements médicaux (p. ex., décrire les mécanismes de rétroaction, le système tampon du sang lors d'exercices physiques, l'effet de la chimiothérapie sur la réponse homéostatique).			3.4		
SBI4U-H-Comp.5	décrire la réponse immunitaire des mammifères à une infection bactérienne ou virale.			3.5		
SBI4U-H-Comp.6	prédire l'incidence de facteurs environnementaux, tels que les allergènes, sur l'homéostasie d'un organisme.			3.5		
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SBI4U-H-Acq.1	concevoir et construire un modèle illustrant les composants essentiels du processus homéostatique (p. ex., à l'aide d'un organigramme, décrire les mécanismes de rétroaction tels que la réponse immunitaire, l'ajustement de la glycémie).			3.1 3.3 3.4		
SBI4U-H-Acq.2	concevoir et effectuer une expérience qui porte sur un mécanisme de rétroaction (p. ex., enregistrer les changements physiologiques après l'absorption d'un café).			3.4		

BIOLOGIE		Unités				
<i>Domaine : Homéostasie</i>		1	2	3	4	5
SBI4U-H-Acq.3	concevoir et effectuer une expérience qui porte sur le changement de comportement d'un invertébré suite à un stimulus externe (p. ex., démontrer les comportements instinctifs en réponse à un stimulus chimique, physique, lumineux).			3.5		
SBI4U-H-Acq.4	compiler des données et des renseignements sur l'homéostasie et les présenter sous diverses formes telles que des diagrammes, des tableaux et des graphiques (p. ex., tableau des caractéristiques des hormones endocriniennes qui précise la source, les organes cibles, l'action et les maladies connexes).			3.1 3.2 3.3 3.4		
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SBI4U-H-Rap.1	synthétiser les renseignements recueillis suite à une étude de cas sur les effets physiques de la consommation de substances chimiques visant à améliorer la performance sportive ou la santé (p. ex., expliquer les effets sur la santé des stéroïdes ou d'autres substances anabolisantes; discuter des raisons qui incitent à consommer de grandes quantités de vitamines ou d'acides aminés).			3.5		
SBI4U-H-Rap.2	présenter des opinions sensées sur des problèmes actuels dans le domaine de la médecine, de la réglementation connexe et de la santé individuelle (p. ex., cerner les questions qu'entraînent la transplantation d'organes ou la dialyse; discuter des difficultés du traitement de maladies neurologiques et infectieuses).			3.5		
SBI4U-H-Rap.3	illustrer par des exemples la contribution canadienne à l'avancement des connaissances sur l'homéostasie et à la mise au point de technologies connexes (p. ex., découverte de nouvelles cellules germinales pour la culture de tissus, découverte de l'insuline).			3.1 3.5		

BIOLOGIE		Unités				
<i>Domaine : Évolution et diversité</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SBI4U-E-A.1	démontrer sa compréhension de l'origine et de la diversité des espèces par l'étude des mécanismes et des processus liés à l'évolution ainsi que des produits qui en résultent.				4.1 4.3 4.4 4.5	
SBI4U-E-A.2	évaluer les preuves scientifiques qui appuient la théorie de l'évolution.				4.2	
SBI4U-E-A.3	analyser les liens entre les recherches actuelles en biologie et les connaissances scientifiques sur l'évolution des espèces et expliquer de quelle façon les progrès technologiques ont influé sur ces connaissances.				4.1 4.2 4.3	
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SBI4U-E-Comp.1	définir le concept de la spéciation et en expliquer les mécanismes.				4.4	
SBI4U-E-Comp.2	décrire diverses contributions à la théorie de l'évolution en les situant dans leurs contextes culturel et historique (p. ex., préciser les conceptions scientifiques de Lyell, de Malthus, de Lamarck, de Darwin, de Gould et d'Eldridge).				4.1 4.2	
SBI4U-E-Comp.3	analyser les mécanismes de l'évolution, tels que la sélection naturelle, la variation génétique, la dérive génétique, la sélection artificielle et la biotechnologie, et leurs effets sur la biodiversité et l'extinction des espèces (p. ex., expliquer les conceptions actuelles telles que la microévolution, en présentant les effets du mélanisme industriel sur le phalène du bouleau, et la macroévolution, en comparant le nombre de substitutions de nucléotides entre deux espèces).				4.2 4.3 4.4	
SBI4U-E-Comp.4	expliquer, en partant d'exemples, le processus d'adaptation d'un individu à son milieu (p. ex., décrire l'importance d'un court cycle vital dans le développement de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries).				4.5	
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SBI4U-E-Acq.1	présenter des arguments et des faits sur l'origine, l'évolution et la diversité des espèces (p. ex., évaluer les preuves actuelles de l'évolution des espèces qui alimentent le débat sur le gradualisme vs l'équilibre intermittent).				4.1 4.2 4.4	
SBI4U-E-Acq.2	cerner des questions actuelles que soulèvent l'évolution et la diversité des espèces (p. ex., pourquoi les virus et les microbes évoluent-ils si rapidement? qu'est-ce qui incite les compagnies pharmaceutiques à développer de nouveaux antibiotiques pour lutter contre la résistance des micro-organismes aux antibiotiques actuels?).				4.5	
SBI4U-E-Acq.3	résoudre des problèmes d'évolution en partant du modèle de l'équilibre génotypique de Hardy-Weinberg.				4.3	

BIOLOGIE		Unités				
<i>Domaine : Évolution et diversité</i>		1	2	3	4	5
SBI4U-E-Acq.4	mettre au point et appliquer des techniques d'échantillonnage et d'enregistrement de données appropriées à l'étude d'une population (p. ex., déterminer l'incidence de différents génotypes dans une population).				4.3	
SBI4U-E-Acq.5	formuler des hypothèses en fonction des diverses écoles de pensée sur l'évolution (p. ex., simuler l'évolution d'une population et la spéciation dans une population isolée; présenter des arguments pour appuyer différentes conceptions sur l'évolution).				4.1 4.2 4.5	
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SBI4U-E-Rap.1	reconnaître les liens étroits qui existent entre la génétique moléculaire et les recherches et les théories actuelles sur les mécanismes de l'évolution des espèces (p. ex., examiner le rapport entre les mutations génétiques et le processus d'adaptation).				4.1 4.3	
SBI4U-E-Rap.2	reconnaître l'apport de la technologie à l'approfondissement des connaissances scientifiques sur l'évolution des espèces (p. ex., la datation par le carbone 14 dans l'analyse paléontologique des fossiles).				4.1 4.2	

BIOLOGIE		Unités				
<i>Domaine : Dynamique des populations</i>		1	2	3	4	5
Attentes						
SBI4U-D-A.1	analyser les composantes de la croissance démographique et expliquer les facteurs qui influent sur la croissance de diverses populations d'espèces.					5.1
SBI4U-D-A.2	analyser et évaluer, en partant de ses recherches, des populations en examinant les relations au sein de leur écosystème et préciser leur incidence sur la pérennité de la vie sur la planète.					5.2 5.3
SBI4U-D-A.3	évaluer la capacité limite de la Terre en partant du taux de croissance des populations, de leur consommation des ressources et des progrès technologiques.					5.3 5.4 5.5
Contenus d'apprentissage : Compréhension et interprétation des concepts						
SBI4U-D-Comp.1	expliquer les concepts d'interaction tels que la compétition, la prédation, les mécanismes de défense et les relations symbiotiques entre diverses espèces animales et végétales.					5.1
SBI4U-D-Comp.2	décrire les caractéristiques d'une population telles que la taille, la densité, la répartition, la croissance et la capacité limite de l'habitat.					5.1
SBI4U-D-Comp.3	comparer et expliquer les fluctuations de la population d'une espèce végétale, d'un animal sauvage et d'un micro-organisme, selon des facteurs tels que la fécondité, la prédation et la capacité limite de l'habitat.					5.2
SBI4U-D-Comp.4	expliquer la production, la distribution et l'utilisation des ressources alimentaires en utilisant des exemples de la pyramide des énergies.					5.3
SBI4U-D-Comp.5	expliquer les changements démographiques survenus au cours des dix derniers millénaires (p. ex., expliquer les effets sur des populations de certains facteurs tels que les épidémies, le développement de l'agriculture et la révolution industrielle).					5.3 5.4
SBI4U-D-Comp.6	expliquer, à l'aide des principes de la démographie, les problèmes causés par la croissance rapide de la population humaine et les effets de cette croissance sur les générations à venir (p. ex., relier les effets de la croissance de la population humaine à la capacité limite de la Terre et à l'utilisation des ressources naturelles).					5.3 5.4

BIOLOGIE		Unités				
Domaine : Dynamique des populations		1	2	3	4	5
Contenus d'apprentissage : Acquisition d'habiletés en résolution de problèmes, en recherche scientifique et en communication						
SBI4U-D-Acq.1	utiliser des modèles conceptuels et mathématiques pour déterminer la croissance démographique de diverses espèces d'un écosystème (p. ex., décrire et prédire les courbes de croissance exponentielle, sigmoïde et sinusoïdale de diverses populations).					5.1
SBI4U-D-Acq.2	déterminer expérimentalement les caractéristiques du cycle de deux populations interactives (p. ex., examiner la dynamique de populations d'un prédateur et de sa proie; étudier la compétition entre deux prédateurs pour la même proie).					5.1
SBI4U-D-Acq.3	évaluer, à l'aide de la hiérarchie écologique des organismes vivants, les effets d'un changement physique ou social d'une population sur l'ensemble des populations du milieu (p. ex., examiner les effets de l'élimination d'espèces de poissons par les lamproies; décrire les effets de l'introduction des moules zébrées dans les Grands Lacs).					5.2
SBI4U-D-Acq.4	rechercher, individuellement ou en équipe, l'effet de la croissance démographique humaine sur la qualité de la vie et sur l'environnement (p. ex., examiner les effets de l'envahissement par la population humaine des écosystèmes, tels que la destruction de la faune et de la flore; décrire les causes et les effets des pluies acides ou de la destruction de la couche d'ozone).					5.4
Contenus d'apprentissage : Rapprochement entre les cultures scientifique et technologique et l'environnement						
SBI4U-D-Rap.1	analyser la contribution canadienne, en ressources humaines et en technologie agricole, dans les pays en voie de développement [p. ex., examiner les projets financés par l'Agence canadienne de développement international (ACDI) dans divers pays à travers le monde].					5.4
SBI4U-D-Rap.2	présenter des exemples de technologies de production alimentaire durable qui subviennent aux besoins d'une population dense et croissante.					5.3
SBI4U-D-Rap.3	reconnaître le rôle de la médecine et de la technologie dans l'allongement de l'espérance de vie et évaluer les répercussions sociales qui en découlent.					5.5