

2. Plan d'études

2.1 Organisation du plan d'études

Le plan d'études est organisé en modules. Les résultats d'apprentissage sont répartis dans quatre modules intitulés : (1) Le maintien de l'équilibre dynamique II ; (2) La reproduction et le développement; (3) La continuité génétique ; et (4) L'évolution, le changement et la diversité. Chacun des modules est organisé par sujet. Des suggestions en fait d'activités d'apprentissage, d'enseignement, d'évaluation et de ressources y sont fournies afin d'appuyer les élèves dans la réalisation des résultats d'apprentissage.

Un survol du module est présenté sur les deux premières pages. Sur la première page un paragraphe d'introduction donne un aperçu du module.

La liste des résultats d'apprentissage spécifiques visés et provenant du *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature* sont énoncés sur la deuxième page du module. Ceux-ci tracent les grandes lignes de ce que l'élève devrait apprendre et être apte à faire au terme du module.

Le contenu des pages qui suivent est organisé par section. Une section regroupe des résultats d'apprentissage spécifiques lié à un sujet particulier, par ex. *Le système endocrinien*. Les sections sont structurées en ensemble de quatre colonnes étalées sur deux pages. Ces colonnes comprennent :

Première colonne : Résultats d'apprentissage spécifiques

La première colonne regroupe les résultats d'apprentissage spécifiques concernant les STSE, les habiletés et les connaissances. Les numéros des résultats d'apprentissage spécifiques sont les mêmes numéros que les résultats d'apprentissage du *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature* auxquels ils sont associés.

Deuxième colonne : Élaboration - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

La deuxième colonne offre des pistes d'apprentissage et d'enseignement de nature à déclencher des idées afin d'aider les élèves à atteindre les résultats d'apprentissage de la première colonne. On y retrouve des explications en lien avec les résultats d'apprentissage et de l'information concernant le sujet à l'étude.

Troisième colonne : Pistes d'évaluation

La troisième colonne comprend des pistes d'évaluation qui ont pour objet d'aider les enseignants à évaluer les élèves en fonction des résultats d'apprentissage spécifiques de la première colonne. Le numéro de la piste d'évaluation correspond avec le ou les résultats

d'apprentissages ciblés. Ces pistes sont assez précises mais l'enseignant doit lui-même décider si oui et comment il les utilisera.

Quatrième colonne : Ressources pédagogiques

Les ressources pédagogiques mentionnées dans cette colonne ne sont que quelques-unes des ressources pouvant être utilisées pour aider l'élève à atteindre les résultats d'apprentissage prescrits. Les enseignants sont fortement encouragés à consulter et utiliser d'autres ressources telles que les sites Web, les CD ROMs et les vidéos. Il est à noter que le présent guide pédagogique constitue la ressource principale à l'intention de l'enseignant. Ce guide devrait servir de référence pour l'organisation des activités quotidiennes, pour la planification annuelle, et ainsi que pour établir le degré d'atteinte des résultats d'apprentissage.

2.2 La répartition des modules dans le temps

Le temps alloué au cours de **Biologie 3231** est de 110 heures. La répartition approximative dans le temps des quatre modules du cours est présentée dans la grille suivante :

Module	Durée approximative
Le maintien de l'équilibre dynamique	22 heures
La reproduction et le développement	30 heures
La continuité génétique	42 heures
L'évolution, le changement et la diversité	16 heures

Le pourcentage du temps suggéré comprend les périodes de cours, les travaux en laboratoire, les exercices et l'évaluation.

Le maintien de l'équilibre dynamique II

(Temps recommandé : 22 heures)

Vue d'ensemble

Introduction

Les cellules, les tissus, les organes, les systèmes organiques et les organismes doivent maintenir un équilibre biologique interne en dépit des variations des conditions du milieu. L'homéostasie est l'état d'équilibre interne essentiel à la vie. Il s'agit d'un équilibre dynamique résultant d'automatismes régulateurs qui répondent aux variations du milieu extérieur. Ce fragile équilibre est assuré par divers systèmes chez les êtres vivants. La nature et le rôle du système nerveux (électrochimique) et du système endocrinien (chimique) chez les êtres humains seront les sujets étudiés dans ce présent module.

Résultats d'apprentissage spécifiques

STSE	Habilités	Connaissances
<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>
<p>Nature des sciences et de la technologie 115-5 analyser pourquoi et comment une technologie particulière a été développée et améliorée au fil du temps ;</p> <p>Interactions entre les sciences et la technologie 116-4 analyser et décrire des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique ;</p> <p>116-7 analyser des systèmes naturels et technologiques pour interpréter et expliquer leur structure et leur dynamique ;</p> <p>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie 117-11 analyser des exemples de la contribution canadienne aux sciences et à la technologie ;</p> <p>118-8 distinguer d'une part, les questions qui peuvent être répondues par les sciences de celles qui ne le peuvent pas, et d'autres part, les problèmes qui peuvent être résolus par la technologie de ceux qui ne le peuvent pas ;</p> <p>118-10 proposer un plan d'action concernant des questions d'ordre sociale liées aux sciences et à la technologie, en tenant compte de diverses perspectives, y compris celle de la durabilité.</p>	<p>Identification du problème et planification 212-6 concevoir une expérience pour identifier des variables spécifiques ;</p> <p>Réalisation et enregistrement des données 213-5 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ;</p> <p>Analyse et interprétation 214-10 identifier et expliquer des sources d'erreurs et d'incertitudes dans les mesures et exprimer des résultats en faisant état du degré d'incertitude ;</p> <p>Communication et travail d'équipe 215-2 choisir et utiliser des modes de représentation numérique, symbolique, graphique et linguistique appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats.</p>	<p>314-2 identifier le rôle de quelques composés courants tels que l'eau, le glucose, l'ATP retrouvés dans les systèmes vivants ;</p> <p>314-3 identifier et décrire la structure et la fonction d'importants composés biochimiques y compris les glucides, les protéines, les lipides et les acides nucléiques ;</p> <p>314-4 expliquer le rôle critique joué par les enzymes dans le métabolisme cellulaire ;</p> <p>317-1 expliquer comment différents systèmes animaux et végétaux, y compris les systèmes vasculaires et nerveux, aident à maintenir l'homéostasie ;</p> <p>317-2 analyser des phénomènes homéostatiques pour identifier les mécanismes de rétroaction en jeu ;</p> <p>317-4 évaluer l'impact des maladies d'origine virale, bactérienne, génétique et environnementale sur l'homéostasie ;</p> <p>317-5 évaluer des conséquences de traitements médicaux tels que la thérapie par radiation, la chirurgie plastique et la chimiothérapie, en tenant compte de questions éthiques ;</p> <p>317-7 décrire comment l'utilisation de médicaments obtenus ou non par ordonnance peut perturber ou aider à maintenir l'homéostasie.</p>

Le système nerveux : Les structures

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- analyser le système nerveux et expliquer sa structure et sa dynamique ; (116-7)
 - ▶ expliquer la structure fondamentale et la fonction du système nerveux central :
 - (i) cerveau
 - (ii) moelle épinière
 - ▶ expliquer comment l'encéphale est protégé par :
 - (i) le crâne
 - (ii) les méninges
 - (iii) le liquide céphalo-rachidien
 - ▶ expliquer la structure fondamentale et la fonction des parties de l'encéphale :
 - (i) cerveau
 - (ii) cervelet
 - (iii) bulbe arachidien
 - (iv) thalamus
 - (v) hypothalamus
 - (vi) mésencéphale/ cerveau moyen
 - (vii) protubérance annulaire/pont de varole
 - (viii) corps calleux
 - ▶ décrire les fonctions essentielles du système nerveux périphérique :
 - (i) système sympathique
 - (ii) système parasymphatique

L'enseignant pourrait fournir aux élèves l'occasion d'observer les principales caractéristiques du système nerveux central à l'aide de modèles, de cerveaux de mammifères disséqués ou de simulations par ordinateur ainsi que de reconnaître et de nommer les principales structures du système à partir de dessins ou de photographies.

Les élèves pourraient construire un diagramme permettant de bien distinguer les éléments sympathiques et parasymphatiques du système nerveux végétatif dans différentes parties du corps (p. ex. cœur, tube digestif, vaisseaux sanguins, vessie, bronches, oeil).

Pistes d'évaluation

- Dans le journal de bord les élèves pourraient tenter de répondre aux questions suivantes : Qu'arrive-t-il à notre corps lorsqu'il est soumis à un stress (par exemple, danger, peur, etc.) ? Combien faut-il de temps pour qu'il retrouve son état normal ? (116-7)
- En groupes, les élèves pourraient mettre au point une carte conceptuelle des systèmes de régulation chimiques et électrochimiques permettant d'illustrer leur étroite intégration et les liens qui les unissent. (116-7, 317-1)
- Les élèves pourraient identifier différentes parties de l'encéphale conservé d'un mouton. (116-7, 213-5, 214-10, 215-2)
- Les élèves pourraient créer un modèle de l'encéphale humain. (317-1)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 5

- ▶ Section 5.1

Le système nerveux : Les neurones

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- expliquer comment le système nerveux aide à maintenir l'homoéostasie ; (317 - 1)
 - ▶ identifier les conditions nécessaires afin d'engendrer une réaction du système nerveux. Inclure...
 - (i) récepteurs sensoriels (peau, oeil, oreille)
 - (ii) transmission d'influx (neurone)
 - (iii) analyse et interprétation (encéphale et moelle épinière)
 - (iv) effecteur (muscle, glande)
 - ▶ décrire la structure d'un neurone et expliquer la fonction de chacune de ses parties :
 - (i) dendrite
 - (ii) corps cellulaire
 - (iii) axone
 - (iv) partie terminale de l'axone
 - (v) cellules de Schwann (gaine de myéline et noeuds de Ranvier)
 - ▶ décrire la fonction des neurones sensoriels, des motoneurones et des interneurones
 - ▶ décrire le mode de transmission d'une impulsion le long d'un neurone. Inclure:
 - (i) la répartition des ions sur la membrane d'un neurone (au repos, dépolarisation et polarisation) et l'incidence de la myéline
 - (ii) potentiel d'action
 - (iii) seuil
 - (iv) principe du tout ou rien

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient observer au microscope la structure des neurones et des jonctions neuromusculaires sur des lames préparées à cet effet au laboratoire. Les enseignants devraient prendre note que la partie terminale de l'axone n'est pas désignée par un terme particulier dans le manuel. La partie terminale de l'axone est décrite comme étant constituée des extrémités en forme de bulbe de l'axone. Cette structure est également désignée par les termes «arborisation terminale» et «terminal axonique».

Les élèves devraient être capables de décrire le rôle que joue la pompe à sodium-potassium ($\text{Na}^+ - \text{K}^+$) dans la répartition des ions. Il convient également ici d'aborder la question du potentiel d'action.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient faire les activités de laboratoire fournies pour illustrer certains aspects du système nerveux. Il peut s'agir d'activités comme l'examen au microscope des éléments du système nerveux, la dissection de spécimens ou l'observation de modèles permettant d'étudier la structure du système nerveux. L'évaluation dépend de la nature et de la profondeur des activités choisies. L'exercice peut être plus enrichissant si les élèves ont le loisir d'effectuer leurs propres recherches à partir des questions soulevées par ces activités. (317-1)
- Les élèves pourraient faire les activités de laboratoire fournies pour illustrer certains aspects du système nerveux. Il peut s'agir d'activités consistant à évaluer les temps de latence réflexe ainsi qu'à observer le comportement de spécimens comme les planaires en réponse à des stimuli ou l'effet d'un stimulant comme la caféine sur les daphnies. L'évaluation dépend de la nature et de la profondeur des activités choisies. L'exercice peut être plus enrichissant si les élèves ont le loisir d'effectuer leurs propres recherches à partir des questions soulevées par ces activités (212-6, 213-5, 214-10, 215-2, 317-1).
- Les élèves pourraient faire des recherches sur les effets des drogues (comme la codéine, l'héroïne et la caféine) sur le synapse. Ils pourraient présenter leurs résultats sous la forme d'un article de magazine. (317-1)
- Les élèves pourraient mettre au point un modèle représentant une activité électrochimique au niveau d'un synapse. (317-1)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 5

- ▶ Sections 5.1 et 5.2

Le système nerveux : Les neurones (suite)

Michel

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- ▶ décrire le mode de transmission d'une impulsion à travers une synapse ou une jonction neuromusculaire et les effets des neurotransmetteurs en cause :
 - (i) acétylcholine
 - (ii) noradrénaline
 - (iii) glutamate
 - (iv) Acide gamma-aminobutyrique (GABA)
 - (v) dopamine
 - (vi) sérotonine
- décrire le rôle essentiel du cholinestérase dans la transmission d'influx nerveux ; (314-4)
- identifier le rôle que certains composés jouent dans le fonctionnement des neurones (oxygène, le glucose, l'ATP et les ions de sodium) ; (314-2)
- analyser des phénomènes homéostatiques pour identifier les mécanismes de rétroaction en jeu. (317-2)
 - ▶ décrire un arc réflexe

Les élèves pourraient faire des recherches sur les fondements neurologiques et physiologiques de l'efficacité de l'acupuncture et de la production d'une sensation d'euphorie ressentie par certains coureurs. Ils pourraient également étudier les effets des neurotoxines sur la transmission synaptique (curare, botulisme, tétanos, pesticides organophosphorés, gaz neuroplégique).

Les élèves devraient comprendre le rôle du cholinestérase dans la dégradation des neurotransmetteurs à travers les synapses.

Les cellules du système nerveux exigent une quantité d'énergie considérable pour fonctionner. Cette énergie provient de l'utilisation du glucose et la production de l'ATP dans les tissus, ce qui demande un apport en hydrate de carbone et d'oxygène (pompe Na^+/K^+). L'énergie dérivée de l'ATP est nécessaire au fonctionnement de la pompe sodium-potassium. Celle-ci transforme les signaux chimiques cellulaires en signaux électriques le long d'une cellule nerveuse et entre elles (synapses)

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient tracer un diagramme démontrant le parcours d'un arc réflexe (317-2).
- Les élèves pourraient réaliser une bande dessinée illustrant le mode d'action de l'ATP (317-2).

Ressources

Biologie 12

Chapitre 5

- ▶ Section 5.2

Le système nerveux : Interruption de l'homéostasie

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- réaliser une expérience afin de recueillir des données sur le système nerveux (les réflexes) et identifier les variables spécifiques impliquées ; (212-6)
- compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ; (213-5)
- identifier et expliquer des sources d'erreurs et d'incertitudes dans les mesures et exprimer des résultats en faisant état du degré d'incertitude ; (214-10)
- choisir et utiliser des modes de représentation symbolique et linguistique appropriés afin de communiquer des idées et des résultats ; (215-2)
- décrire les maladies liées au système nerveux et leur impact sur l'homéostasie et sur l'ensemble de l'organisme ; (317-4a)
 - (i) sclérose en plaques
 - (ii) maladie d'Alzheimer
 - (iii) maladie de Parkinson
 - (iv) méningite
 - (v) maladie de Huntington

Les élèves pourraient effectuer des études ou des recherches sur les pathologies du système nerveux et sur les technologies utilisées pour le diagnostic et le traitement de ces maladies. Ils devraient étudier le fondement physiologique et les causes des affections neurologiques (p. ex., maladies d'Alzheimer et de Parkinson, épilepsie, syndrome Tourette, sclérose en plaques amyotrophique et maladie de Huntington) ainsi que l'efficacité des nouveaux traitements (p. ex., transplantation de tissus de cerveaux d'un fœtus pour le traitement de la maladie de Parkinson) et les problèmes d'éthique qu'ils soulèvent. Les élèves pourraient s'intéresser à d'autres affections du système nerveux comme la polio, les accidents vasculaires cérébraux et la maladie de Bell ou à des troubles mentaux liés à un déséquilibre chimique.

Pistes d'évaluation

Ressources

- Les élèves pourraient faire des recherches et préparer des questions sur le sujet qui doit être exposé par la personne invitée. En groupes, ils pourraient passer en revue les questions et choisir celles qui devront être posées pendant l'exposé. À la suite de l'exposé, les élèves pourraient préparer un résumé de l'exposé ou de la réponse à leurs questions. L'évaluation pourrait être basée sur le résumé que les élèves auraient préparé sur l'exposé de la personne invitée ou sur les réponses à l'une de leurs questions. (317-1, 317-4, 317-7)
- En groupe les élèves pourraient choisir une substance neurotoxique sur laquelle ils effectueraient des recherches. Par la suite ils exposeraient leurs résultats en classe en indiquant l'effet physiologique de la substance sur le système nerveux, sa provenance et les raisons historiques et actuelles de son utilisation. (317-4, 115-5)

Le système nerveux : Interruption de l'homéostasie (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- analyser pourquoi et comment une technologie liée au traitement des maladies du système nerveux a été développée et améliorée au fil du temps. (115-5)
 - ▶ décrire les technologies suivantes :
 - (i) IRM
 - (ii) EEG
 - (iii) TDM
 - ▶ décrire les moyens utilisés pour traiter les crises cardiaques et les blessures à la moëlle épinière

Les élèves pourraient étudier comment les nouvelles technologies comme l'IRM, la TDM et l'EEG peuvent nous permettre de mieux explorer le cerveau humain.

Les élèves pourraient évaluer les conséquences des lésions du système nerveux (p. ex., accidents vasculaires cérébraux, traumatismes médullaires). Les élèves pourraient faire des études sur les recherches qui sont menées en vue de trouver des traitements pour les accidents vasculaires cérébraux et les traumatismes médullaires et améliorer la qualité de vie des victimes de ces affections.

Pistes d'évaluation

- En groupe les élèves pourraient choisir une substance (le chocolat par exemple) ou une procédure (l'acupuncture) ayant un effet sur le système nerveux. Par la suite il exposeraient leurs résultats en classe en indiquant l'effet produit sur le système nerveux. (317-4, 115-5)
- L'enseignant pourrait inviter un radiologiste ou un technicien en radiologie à faire un exposé sur l'IRM (Imagerie par résonance magnétique), la TDM (Tomodensitométrie) et l'EEG (Électro-encéphalogramme). Les élèves pourraient faire des recherches et préparer des questions pertinentes. Dans le cadre d'un travail de groupe, les questions devraient être examinées et révisées. Les questions choisies devraient être posées pendant l'exposé. À la suite de l'exposé, l'enseignant pourrait demander aux élèves de préparer un résumé des réponses données. (116-7)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 5

- ▶ Section 5.1

Le système nerveux : Interruption de l'homéostasie (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- décrire comment l'utilisation de médicaments obtenus ou non par ordonnance peut perturber ou aider à maintenir l'homéostasie ; (317-7)
 - (i) anesthésiques
 - (ii) médicament d'ordonnance
 - (iii) drogues illicites
 - (iv) drogues légales (alcool, nicotine, caféine)
- distinguer d'une part, les questions qui peuvent être répondues par les sciences de celles qui ne le peuvent pas, et d'autre part, les problèmes qui peuvent être résolus par la technologie de ceux qui ne le peuvent pas ; (118-8)
- proposer un plan d'actions concernant des questions d'ordre sociale reliées aux sciences et à la technologie, en tenant compte de diverses perspectives, y compris celle de la durabilité. (118-10)

Les élèves pourraient analyser les preuves de l'effet des anesthésiques, des drogues et des produits chimiques naturels et synthétiques sur le fonctionnement des systèmes nerveux et endocrinien ainsi que de l'effet d'accoutumance de ces substances (p. ex., nicotine, morphine, LSD). Les élèves pourraient également faire une étude comparative des incidences physiologiques et sociales de l'utilisation de produits chimiques et de drogues sur le développement de l'adulte et du fœtus.

Les élèves pourraient débattre des mérites de l'utilisation des drogues pour limiter les effets à long terme des maladies nerveuses.

Les élèves pourraient débattre de la légalisation de certaines drogues comme la marijuana pour des fins médicales.

Pistes d'évaluation

- En faisant appel à des sources externes (médias et Internet), les élèves pourraient effectuer des recherches sur l'effet des drogues sur le système nerveux central. Une discussion suivrait concernant les résultats de leurs recherches et constituerait pour le profit de la classe un tableau résumant les effets des drogues d'emploi courant. (317-7)
- Les élèves pourraient choisir comme sujet de recherche un produit chimique ou une drogue. Ils indiqueraient leurs provenances, leurs utilisations médicales ou non médicales, leurs effets ainsi que toute autre information pertinente. Par la suite ils pourraient présenter un résumé complet de leurs résultats devant la classe. L'évaluation pourrait être basée sur la complétude et l'exactitude de l'information obtenue. (115-5, 116-4, 118-8, 118-10, 317-7)

Ressources

Le système nerveux : Les organes sensoriels

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- expliquer comment l'œil comme organe de la vue aide à maintenir l'homéostasie ; (317-1)
 - ▶ décrire la structure générale et la fonction de l'œil :
 - (i) cristallin
 - (ii) iris
 - (iii) rétine
 - (iv) cornée
 - (v) choroïde
 - (vi) fovéa
 - (vii) bâtonnets
 - (viii) cônes
 - (ix) pupille
 - (x) tache aveugle
 - (xi) nerf optique
 - (xii) humeur aqueuse
 - (xiii) humeur vitrée
 - ▶ tracer le trajet de la lumière dans l'œil et expliquer comment est assurée la régulation de la quantité de lumière entrant dans l'œil
- analyser et décrire des exemples de troubles visuels et les technologies qui ont été développées par la compréhension scientifique afin de corriger les déficiences visuelles. (116-4)
 - ▶ troubles de la vue - glaucome, astigmatisme, myopie, hypermétropie
 - ▶ traitements pour les troubles de la vue - greffe de cornée, chirurgie au laser

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les activités des élèves portant sur l'œil peuvent illustrer la vision binoculaire, l'œil dominant, la mise au point, la résolution, la tache aveugle et la fatigue rétinienne.

Les élèves pourraient concevoir et/ou effectuer des expériences portant sur la vision d'objets.

Les élèves pourraient étudier les causes et les traitements des troubles communs de la vue comme la myopie et l'hypermétropie. Ils pourraient également effectuer des recherches sur les nouvelles technologies utilisées pour le traitement des dysfonctionnements visuels (p. ex., chirurgie de la cornée au laser).

L'activité de laboratoire «*L'effet de la lumière sur la taille de la pupille*» permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 212-6, 213-5, 214-10 et 317-2 (en partie).

La greffe de la cornée est une des greffes qui réussit le mieux. Le risque de rejet est faible et l'opération est relativement rapide et peu coûteuse. Cependant, beaucoup de personnes ne peuvent en profiter parce qu'il y a trop peu de donneurs. Une solution possible serait de rendre le don obligatoire. Il s'agit d'une question controversée qui peut être étudiée par les élèves.

Pistes d'évaluation

- En suivant la procédure indiquée, les élèves pourraient disséquer l'œil d'un mouton et identifier ses parties. Ils pourraient remplir un tableau mettant en correspondance les parties de l'œil avec leur fonction. (317-1)
- Le pouvoir de résolution (aptitude à distinguer des objets à de grandes distances) de l'œil des oiseaux de proie est beaucoup plus grand que celui de l'œil humain. Dans le journal de bord les élèves pourraient tenter de répondre à la question suivante : Quelle caractéristique de l'œil des oiseaux détermine cette aptitude ? (317-1)
- Les élèves pourraient concevoir une expérience permettant d'étudier l'effet de l'intensité lumineuse sur le diamètre de la pupille. Ils devront faire approuver leurs procédures par l'enseignant. Ils devront s'assurer d'inclure toutes les précautions et les procédures de sécurité. (317-1)
- Les élèves pourraient construire un tableau des troubles de la vue (cataractes, strabisme et orgelets). Par la suite ils décriraient chacun des troubles et les traitements médicaux possibles. Cet exercice pourrait être effectué individuellement ou en groupe. Chaque groupe s'occuperait d'un trouble de la vue et les résultats seraient ensuite reportés sur un seul tableau qui serait affiché en classe. (116-4)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 5

- ▶ Section 5.3
- ▶ Expérience 5 A

Le système nerveux : Les organes sensoriels(suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- expliquer comment l'oreille comme organe auditif aide à maintenir l'homéostasie ; (317-1)
 - ▶ décrire la structure générale et la fonction de l'oreille :
 - (i) pavillon
 - (ii) tympan
 - (iii) osselets (marteau, enclume, étrier)
 - (iv) trompe d'Eustache
 - (v) canaux semi-circulaires
 - (vi) cochlée
 - (vii) nerf auditif
- analyser et décrire des exemples de troubles auditifs et les technologies qui ont été développées par la compréhension scientifique afin de corriger les déficiences auditives ; (116-4)
 - ▶ troubles de l'ouïe - surdité de transmission, surdité de perception
 - ▶ traitements des troubles de l'ouïe - implants dans la trompe d'Eustache, appareils de correction auditive
- évaluer, en tenant compte de questions d'ordre éthiques, les conséquences de traitements médicaux en vue de corriger les troubles visuels et auditifs. (317-5)
 - ▶ sentiment d'exclusion
 - ▶ don d'organe obligatoire

Les élèves pourraient faire une recherche sur l'effet d'être exposé fréquemment à des bruits assourdissants (pollution du bruit et l'utilisation d'implants cochléaires et digitales).

Un des problèmes éthiques liés au traitement des troubles de la vue et de l'ouïe est la perte d'appartenance que peuvent ressentir les personnes traitées. Ces personnes peuvent se sentir exclues de la communauté des sourds et des aveugles. Le succès à long terme et les risques de la chirurgie au laser peuvent être évalués.

Les élèves pourraient étudier les causes et les traitements des troubles communs de l'ouïe. Ils pourraient également effectuer des recherches sur les nouvelles technologies utilisées pour le traitement des dysfonctionnements auditifs (p. ex., implants cochléaires et digitaux.)

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient tracer un diagramme illustrant le parcours de l'énergie sonore dans l'appareil auditif. (317-1)
- Les élèves pourraient faire une recherche sur la mise au point de nouvelles technologies pour la correction des dysfonctionnements des organes sensoriels et sur les effets potentiels sur la santé de facteurs environnementaux comme la pollution par le bruit et le port prolongé de verres de contact. Les élèves pourraient présenter leurs résultats en classe. L'évaluation pourrait être basée sur la complétude et l'exactitude des résultats de la recherche exposés en classe ou sous forme de résumé écrit. (116-4, 317-5)
- L'enseignant pourrait suggérer aux élèves des personnes susceptibles de leur donner de l'information sur les pathologies des organes sensoriels en faisant appel à des médecins, des organismes (*Société Nationale Canadienne des Sourds-Aveugles*), des personnes ayant subi des greffes de la cornée et de la cochlée ou des personnes affectées de troubles de la vue et de l'ouïe. Les élèves pourraient faire des recherches et préparer des questions sur le sujet qui doit être exposé par la personne invitée. En groupes, les élèves pourraient passer en revue les questions et choisir celles qui seraient posées pendant l'exposé. À la suite de l'exposé, ils pourraient préparer un résumé de l'exposé ou de la réponse à leurs questions. L'évaluation pourrait être basée sur le résumé que les élèves auront préparé sur l'exposé de la personne invitée ou sur les réponses à l'une de leurs questions. (317-5)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 5

- ▶ Section 5.3
- ▶ Expérience 5 B et C

Le système endocrinien : Maintenir l'homéostasie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- expliquer comment le système endocrinien aide à maintenir l'homéostasie ; (317-1)
 - ▶ comprendre les concepts généraux d'hormone, de cellule cible et d'organe
 - ▶ comparer comment les hormones protéiques et stéroïdes provoquent des changements dans les cellules cibles. Inclure :
 - (i) solubilité dans la membrane cellulaire
 - (ii) emplacements des récepteurs
 - (iii) résultats finals
 - ▶ indiquer l'emplacement et la fonction des principales glandes endocrines dans l'organisme humain :
 - (i) glande pinéale/épiphyse
 - (ii) hypothalamus
 - (iii) hypophyse
 - (iv) glande thyroïde
 - (v) glandes parathyroïdes
 - (vi) glandes surrénales
 - (vii) pancréas (îlots de Langerhans)
 - (viii) thymus
 - (ix) ovaires
 - (x) testicules

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Le système endocrinien des animaux libère des hormones qui circulent dans le sang afin d'assurer le maintien de l'homéostasie en provoquant des changements, ou en empêchant que des changements se produisent, dans des organes ou des tissus spécifiques du corps. Les effets produits par le système endocrinien sont plus lents que ceux qui sont produits par le système nerveux, mais ils sont plus durables. Il est important que les élèves comprennent que le système nerveux et le système endocrinien fonctionnent de façon coordonnée.

L'enseignant pourrait faire une révision de la structure biochimique fondamentale des glucides, des protéines, des lipides et des stéroïdes. Les élèves devraient examiner des diagrammes illustrant les emplacements des récepteurs spécifiques pour les hormones protéiques et les hormones stéroïdes respectivement. L'examen de ces diagrammes devrait leur permettre de reconnaître l'importance de la solubilité des hormones stéroïdes dans la membrane cellulaire et de la forme des hormones protéiques. D'autres hormones pourraient également susciter l'intérêt des élèves (hormones antidiurétiques, cortisol, aldostérone).

L'enseignant devrait fournir aux élèves l'occasion d'observer les principales parties du système endocrinien à l'aide de modèles, de dissections et de simulations par ordinateur et de les reconnaître et de les étiqueter sur des dessins et des photographies.

Il n'est pas nécessaire que les élèves connaissent le fonctionnement de tous les hormones associées à chacun des organes. Les élèves devraient connaître le fonctionnement général de chacun des organes. Les élèves prendront connaissance du fonctionnement de certaines hormones lors de la réalisation d'autres résultats d'apprentissage spécifiques.

Les ovaires et les testicules ont une double fonction. Ils seront par conséquent étudiés de façon plus détaillée dans la section du cours portant sur la reproduction.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient faire effectuer les activités de laboratoire proposées afin d'illustrer certains aspects du système endocrinien :
 - ▶ examen au microscope du pancréas en vue de distinguer le tissu endocrinien du tissu produisant les enzymes digestives
 - ▶ effet de l'épinéphrine sur le rythme cardiaque de la daphnie
 - ▶ métamorphose des têtards
 - ▶ mise au point de modèles permettant d'illustrer le concept de rétroaction négative
 - ▶ effet d'une stimulation hormonale (par l'acide gibbéréllique par exemple) sur la croissance des plantes
 - ▶ analyse de l'activité d'un catalyseur inorganique et d'une enzyme
 - ▶ conception d'expériences visant à déterminer les valeurs optimales de pH ou de température pour l'activité enzymatique.
- L'évaluation pourrait dépendre de la nature et du niveau de difficulté des activités choisies. Certaines de ces activités impliquent la cueillette de données qui peuvent être présentées sous forme de tableaux ou de graphiques. L'exercice pourrait être plus enrichissant si les élèves avaient le loisir d'effectuer leurs propres recherches à partir des questions soulevées par ces activités.
(317-1)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 6

- ▶ Section 6.1

Le système endocrinien : Maintenir l'homéostasie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- identifier et décrire la structure et la fonction d'importants composés biochimiques y compris les protéines et les hormones stéroïdes. (314-3)
 - ▶ identifier les hormones suivantes ainsi que la glande qui les sécrète et expliquer leur effet général sur l'organisme humain :
 - (i) mélatonine
 - (ii) thyroxine
 - (iii) adrénaline
 - (iv) somatotrophine (HCH– hormone de croissance humaine)
 - (v) insuline
 - (vi) glucagon

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient étudier les problèmes sociaux, éthiques et de santé soulevés par l'hormonothérapie (p. ex., l'utilisation d'hormones de croissance, de stéroïdes dans les sports et d'hormones pour retarder les effets du vieillissement ou réduire au minimum les effets du décalage horaire). Cette étude pourrait les amener à se poser certaines questions telles : Les médecins devraient-ils fournir des HCH aux personnes plus petites que la moyenne qui voudraient grandir malgré le fait que leur organisme présente des taux d'hormones de croissance humaine normaux ? Les élèves pourraient étudier le rôle des hormones dans les biorythmes et les troubles affectifs saisonniers. Ils pourraient faire une recherche sur l'utilisation abusive des stéroïdes par les athlètes pour stimuler la croissance de leurs tissus et améliorer leurs performances athlétiques ainsi que sur les effets à long terme qui en résultent.

Compte tenu de l'abondance et de l'interdépendance des informations sur le sujet, l'enseignant devrait faire appel à une série de tableaux pour résumer les connaissances sur les glandes, les hormones qu'elles sécrètent et leur fonction. Il pourrait faire de même pour présenter la matière relative à l'hypersécrétion et l'hyposécrétion hormonale et aux organes cibles.

Les élèves pourraient identifier et faire un résumé des composantes hormonales et nerveuses impliquées lors d'une réaction au stress. Ils pourraient discuter de pourquoi certains individus manifestent les symptômes suivants quand ils sont nerveux : mains froides, papillons dans l'estomac, pupilles dilatées, bouche sèche et battement de coeur accéléré.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient construire un modèle permettant d'illustrer la fonction des enzymes. Il pourrait s'agir d'un modèle physique ou d'une animation. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et l'efficacité du produit fourni et/ou présenté en classe. (317-1)
- Dans le cadre d'un débat, les élèves pourraient exposer leurs résultats de recherche et opposer leurs arguments à d'autres intervenants sur les questions suivantes : «Les médecins devraient-ils fournir des HCH aux personnes plus petites que la moyenne qui voudraient grandir malgré le fait que leur organisme présente des taux d'hormones de croissance humaine normaux ?» ; «L'utilisation des stéroïdes (pour améliorer les performances sportives) devrait-elle être légalisée pour tous les athlètes ?» ; «Les tests anti-drogue faits au hasard sur les athlètes devraient-ils être permis ou constituent-ils une violation de la vie privée ?» ; «Les hormones devraient-elles être utilisées dans le secteur de l'élevage bovin pour augmenter la production ?». Les élèves pourraient être évalué sur leur participation, la préparation de leurs arguments, l'exhaustivité de leur recherche et leur connaissance du sujet. (314-3)
- Les élèves pourraient choisir une hormone et étudier les effets de son hypersécrétion ou de son hyposécrétion sur le corps. Ils pourraient ensuite réaliser une présentation visuelle afin d'illustrer ces effets. L'hormone choisie peut être une HCH, l'aldostérone, le cortisol, la thyroxine, l'insuline ou le glucagon. (317-1, 314-3)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 6

► Section 6.1

Le système endocrinien : Maintenir l'homéostasie (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- analyser des phénomènes homéostatiques pour identifier les mécanismes de rétroaction en jeu ; (317-2)
 - ▶ expliquer comment le complexe hypothalamo-hypophysaire assure sa fonction de régulation par rétroaction
 - ▶ décrire le processus de régulation de la glycémie par la libération contrôlée d'insuline et de glucagon et expliquer les conséquences d'un dysfonctionnement
- décrire les maladies et les traitements liés à la sécrétion du système endocrinien et leur impact sur l'homéostasie et sur l'ensemble de l'organisme ; (317-4)
 - (i) nanisme
 - (ii) gigantisme
 - (iii) hyperthyroïdie
 - (iv) hypothyroïdie
 - (v) diabète sucré
- analyser des exemples de la contribution canadienne aux sciences et à la technologie. (117-11)
 - ▶ faire une recherche sur le rôle joué par Frederick Banting et Charles Best dans la découverte de l'insuline

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devraient être en mesure d'utiliser des diagrammes pour décrire les mécanismes de rétroaction positive et négative dans les organismes vivants. Ils pourraient comparer les systèmes de commande en boucle fermée utilisés dans l'industrie avec les systèmes de régulation électrochimiques naturels des organismes et étudier la sensibilité, le temps de réponse et l'efficacité.

Dans le cadre de l'étude du complexe hypothalamo-hypophysaire, l'enseignant pourrait inclure les notions suivantes : RF (facteur de libération), hormones hypophysaires et tissus cibles (p. ex., Thyreostimulante -TSH sur la thyroïde).

Les enseignants pourraient communiquer avec *l'Association canadienne du diabète* ou effectuer une recherche dans Internet afin d'obtenir des données sur la composition d'échantillons de sang et d'urine. Ces données peuvent être analysées et interprétées en vue de déterminer le rôle des hormones dans l'homéostasie. Les élèves pourraient réaliser une expérience afin de mesurer le taux de sucre dans des échantillons simulés d'urine et de comparer leurs résultats avec les résultats d'autres analyses d'urine. Les élèves pourraient comparer le diabète de type 1 et le diabète de type 2 à l'aide d'un tableau faisant état de l'âge à laquelle s'est déclarée la maladie, la cause et la gravité de la maladie ainsi que la méthode de traitement. Les élèves pourraient faire une recherche sur les méthodes modernes de détection, de traitement et de contrôle du diabète, par exemple sur les études concernant le rapport entre l'apparition de la maladie et le régime alimentaire, l'exercice et la culture (certaines populations).

Les élèves pourraient formuler des hypothèses sur l'effet de l'hypersécrétion et de l'hyposécrétion hormonale sur l'organisme.

Les élèves devraient reconnaître l'importance du rôle joué par les chercheurs canadiens Frederick Banting et Charles Best dans la découverte de l'insuline et le contrôle du diabète.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient analyser et interpréter les données fournies sur la composition du sang et de l'urine. À l'aide de ces données, ils pourraient déterminer le rôle des hormones dans l'homéostasie. (317-2)
- Les élèves pourraient préparer un court rapport sur le rôle joué par les chercheurs canadiens Frederick Banting et Charles Best dans la découverte de l'insuline. L'évaluation pourrait être basée sur la qualité du rapport soumis. (117-11)
- À l'aide d'un exemple tiré de la vie courante (fonctionnement d'un thermostat par exemple), les élèves pourraient expliquer le processus de rétroaction négative. (317-2)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 6

► Section 6.1

Le système endocrinien : Le mécanisme de rétroaction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- réaliser une expérience afin de recueillir des données sur le système endocrinien et identifier les variables spécifiques impliquées ; (212-6)
- ▶ compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ; (213-5)
- ▶ identifier et expliquer des sources d'erreurs et d'incertitudes dans les mesures et exprimer des résultats en faisant état du degré d'incertitude ; (214-10)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'activité de laboratoire, *L'effet de la surpopulation sur une population de guppys*, permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 212-6, 213-5, 214-10 et 317-4 (en partie).

On peut également faire appel à d'autres expériences en laboratoire pour illustrer certains effets des hormones. Lorsque la saison le permet, des têtards (de préférence des têtards de ouaouaron avec des pattes) peuvent être placés dans une solution constituée d'une partie de thyroxine et de cinq millions de parties d'eau à la température ambiante. Les premiers signes de métamorphose, qui apparaissent normalement au bout de deux à trois ans dans le milieu naturel, peuvent se manifester au bout de deux jours seulement sous l'effet de l'hormone. On peut étudier l'effet de l'épinéphrine sur le rythme cardiaque des daphnies et consigner les résultats. On peut également recueillir d'autres données qualitatives et quantitatives sur les daphnies qu'on pourra comparer, interpréter et extrapoler en vue de répondre à la question suivante : «En vous fondant sur les résultats de cette expérience, déterminez les effets que ces produits chimiques auraient sur le rythme cardiaque des humains».

Les élèves pourraient effectuer une recherche en vue de déterminer les principales composantes nerveuses et hormonales des réactions au stress et présenter les résultats sous forme de résumé. Ils pourraient déterminer pourquoi certaines personnes peuvent présenter les symptômes suivants lorsqu'elles sont nerveuses : mains froides, papillons dans l'estomac, pupilles dilatées, bouche sèche, rythme cardiaque rapide.

Ressources

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient effectuer les activités de laboratoire fournies pour illustrer certains aspects du système nerveux. Il pourrait s'agir d'activités visant à étudier la sensibilité des récepteurs du toucher de la peau et des récepteurs du goût de la langue. L'évaluation pourrait dépendre de la nature et de la profondeur des activités choisies. Certaines de ces activités impliquent la collecte de données qui peuvent être présentées sous forme de tableaux et de graphiques. L'exercice pourrait être plus enrichissant si les élèves avaient le loisir d'effectuer leurs propres recherches à partir des questions soulevées par ces activités. (212-6, 213-5, 214-10, 215-2, 317-1)
- Les élèves pourraient construire un modèle physique permettant d'illustrer le concept de rétroaction négative. (317-1)
- Les élèves pourraient concevoir une expérience permettant de montrer les effets de l'ablation de la glande thyroïde chez une souris. Ils pourraient indiquer les caractéristiques physiologiques qui devraient être observées et expliquer comment les données devraient être enregistrées. (214-10)

Biologie 12

Chapitre 6

- ▶ Section 6.2
- ▶ Expérience 6 A

Le système endocrinien : Le mécanisme de rétroaction (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- distinguer d'une part, les questions qui peuvent être répondues par les sciences de celles qui ne le peuvent pas, et d'autres part, les problèmes qui peuvent être résolus par la technologie de ceux qui ne le peuvent pas ; (118-8)
 - ▶ débattre les mérites de l'élaboration et de l'utilisation de technologies de maintien des fonctions vitales sous ses aspects scientifique, technologique et social
- proposer un plan d'action concernant des questions d'ordre sociale reliées à la technologie servant à maintenir les fonctions vitales tout en tenant compte de diverses perspectives. (118-10)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient mener des recherches et des discussions sur la mise au point et l'utilisation de technologies visant à maintenir, prolonger ou supprimer les fonctions vitales et sur les problèmes sociaux, moraux, éthiques et juridiques que ces technologies soulèvent.

Nota : Les résultats d'apprentissage 118-8 et 118-10 peuvent être réalisés dans d'autres modules comme celui qui porte sur la reproduction.

Pistes d'évaluation

Ressources

- Les élèves pourraient choisir des troubles ou des lésions du système endocrinien. Ils pourraient faire une recherche sur les traitements disponibles à l'heure actuelle pour ces troubles ou ces lésions. Les élèves pourraient exposer les résultats de leurs recherches en classe et soumettre un rapport écrit. L'évaluation devrait être basée sur la qualité de leurs exposés et de leurs rapports écrits. (115-5, 116-4, 118-8, 118-10, 317-7)
- Les élèves pourraient faire des recherches et préparer des questions sur le sujet qui serait présenté par la personne invitée. En groupes les élèves pourraient passer en revue les questions et choisir celles qui devront être posées pendant l'exposé. À la suite de l'exposé, les élèves pourraient préparer un résumé de l'exposé ou de la réponse à leurs questions. L'évaluation pourrait être basée sur le résumé que les élèves auront préparé sur l'exposé de la personne invitée ou sur les réponses à l'une de leurs questions. (215-2, 118-8)

La reproduction et le développement

(Temps recommandé : 30 heures)

Vue d'ensemble

Introduction

Le présent module vise à aider les élèves à comprendre les principes de la reproduction et du développement des organismes vivants, tant à l'échelle de la cellule qu'à celle de l'individu. L'accent est mis principalement sur la reproduction et le développement des êtres humains. Les élèves devraient commencer à apprécier la complexité et l'importance des technologies de reproduction et être capables d'examiner et d'analyser sous différentes perspectives les risques et les avantages de ces technologies.

Résultats d'apprentissage spécifiques

STSE	Habilités	Connaissances
<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>
<p>Nature des sciences et de la technologie 115-1 distinguer des questions scientifiques des problèmes technologiques ;</p> <p>Interactions entre les sciences et la technologie 116-2 analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie ; 116-3 identifier des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique ; 116-7 analyser des systèmes naturels et technologiques pour interpréter et expliquer leur structure et leur dynamique ;</p> <p>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie 117-4 débattre des mérites du financement de certaines poursuites scientifiques ou technologiques plutôt que d'autres ; 118-4 évaluer la conception et le fonctionnement d'une technologie en tenant compte de divers critères identifiés par l'élève ; 118-6 établir des arguments pour appuyer une décision ou un jugement, en faisant appel à des données et des exemples et en reconnaissant diverses perspectives ; 118-8 distinguer d'une part, les questions sociales liées aux sciences et à la technologie, en tenant compte de diverses perspectives, y compris celle de la durabilité.</p>	<p>Identification du problème et planification 212-3 concevoir une expérience en identifiant et en contrôlant les variables importantes ; 212-8 évaluer et sélectionner des instruments qui conviennent à la collecte de données, et des démarches qui conviennent à la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décisions ;</p> <p>Réalisation et enregistrement de données 213-3 utiliser des instruments efficacement et avec exactitude pour la collecte de données ; 213-5 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ; 213-7 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source ;</p> <p>Analyse et interprétation 214-9 identifier et appliquer des critères, y compris la présence de préjugés, pour évaluer des données et des sources d'information ; 214-18 identifier et évaluer des applications possibles des découvertes ;</p> <p>Communication et travail d'équipe 215-2 choisir et utiliser des modes de représentation numérique, symbolique, graphique et linguistique appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats.</p>	<p>313-2 décrire en détail la mitose et la méiose ; 313-3 analyser et décrire la structure et la fonction des systèmes reproducteurs mâle et femelle chez les mammifères ; 313-4 expliquer le cycle de la reproduction humaine ; 313-5 expliquer des technologies de reproduction actuelles chez les plantes et les animaux ; 313-6 débattre l'utilisation des technologies de reproduction chez les humains ; 317-5 évaluer des conséquences de traitements médicaux tels que la thérapie par radiation, la chirurgie plastique et la chimiothérapie, en tenant compte de questions éthiques.</p>

La division cellulaire

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- décrire en détail la mitose ; (313-2)
 - ▶ décrire en détail l'interphase, la mitose et la cytokinèse (cycle cellulaire)
 - ▶ expliquer l'importance du maintien du nombre de chromosomes au cours du processus de reproduction de la cellule et de l'organisme
- utiliser des instruments efficacement et avec exactitude pour la collecte de données sur le cycle cellulaire ; (213-3)
 - ▶ observer, reconnaître et décrire (à l'aide de lames préparées pour l'étude de cellules végétales et animales) les étapes du cycle cellulaire :
 - (i) croissance
 - (ii) cytokinèse
 - (iii) comportement des chromosomes
- concevoir une expérience en identifiant et en contrôlant les variables importantes afin d'observer les chromosomes durant une division cellulaire ; (212-3)
- sélectionner des instruments qui conviennent à la collecte de données en lien avec la division cellulaire, et des démarches qui conviennent à la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décisions ;(212-8)
- compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données concernant la division cellulaire. (213-5)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Il peut être utile d'effectuer des simulations des processus de la mitose et de la méiose en classe ou au laboratoire. Les élèves pourraient construire des modèles afin d'illustrer les phases de la mitose ou de la méiose en utilisant des cure-pipes pour représenter les chromosomes. S'ils disposent de cure-pipes de différentes couleurs, ils pourraient également illustrer le processus d'enjambement (chiasma) dans la méiose. Cette activité permettrait aux élèves de visualiser le processus d'échange de matériel génétique et son effet sur la combinaison aléatoire des gènes à l'intérieur des chromosomes.

L'activité de laboratoire, *Observe la mitose des cellules animales et végétales* permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 213-3, 212-3, 212-8, 213-5 et 313-2 (en partie). En guise d'activité de laboratoire complémentaire, les élèves pourraient procéder eux-mêmes à la propagation de tissus végétaux à croissance rapide (extrémités de racines d'oignon) et préparer leur propres lames pour l'observation au microscope en fixant, en écrasant et en colorant le tissu frais.

Les élèves pourraient observer certains détails des chromosomes et la configuration des bandes à l'aide de lames préparées pour l'observation des chromosomes. Il serait avantageux d'utiliser la drosophile ou mouche du vinaigre pour ces observations parce que ses chromosomes sont de grande taille. S'ils disposent des appareils et du matériel nécessaires, les élèves pourraient préparer des lames pour l'observation des chromosomes en écrasant et en colorant des glandes salivaires qu'ils auront extraites eux-mêmes de spécimens de drosophile.

Les élèves devraient avoir l'occasion d'observer et d'étudier les phases du cycle cellulaire et de la cytokinèse chez les cellules animales et végétales par différents moyens : simulations en laboratoire ou par ordinateur, diagrammes, photographies, disques laser et enregistrements vidéo au ralenti. Les phases de la mitose peuvent être observées à l'aide de lames préparées de cellules végétales (extrémités de racines d'oignon) ou animales (blastula de corégone). Un examen attentif de ces lames permet de comparer les processus de la mitose dans les cellules végétales et animales. Les élèves pourraient être demandés de reconnaître, d'étudier et de dessiner chacune des phases du processus. Au préalable, l'utilisation d'un dispositif d'affichage de microscopie vidéo pourrait aider l'enseignant à montrer aux élèves comment faire la distinction entre les cellules à chacune des phases. Il existe de bons enregistrements vidéo ou sur disque laser qui illustrent les processus de mitose et de méiose.

Pistes d'évaluation

Les élèves pourraient effectuer les activités de laboratoire disponibles permettant d'illustrer certains aspects du processus de division cellulaire. Ces activités pourraient comprendre l'examen de lames préparées pour l'observation au microscope des chromosomes, la préparation de frottis de glandes salivaires de drosophile, l'examen de lames préparées pour l'observation au microscope de la mitose et de la cytokinèse dans des cellules animales et végétales ou de la croissance de l'extrémité de racines d'oignon ainsi que la préparation de frottis pour l'observation des chromosomes. L'évaluation pourrait dépendre de la nature et de la profondeur des activités choisies : Les élèves pourraient être demandé de tracer des diagrammes des observations au microscope, de répondre à des questions ou de faire des exposés plus détaillés des procédures utilisées et des résultats.

- À l'aide d'une lame préparée pour l'observation d'une extrémité de racine, les élèves pourraient évaluer la durée de chaque phase de la mitose des cellules du spécimen. (212-3, 212-8, 213-3, 313-2, 213-5)
- Les élèves pourraient élaborer un glossaire des nouveaux termes qu'ils auront découverts et qu'ils utiliseront dans le présent module. (313-2)
- À l'aide de cure-pipes de deux couleurs différentes, les élèves pourraient construire des modèles d'une paire de chromosomes homologues afin d'illustrer les phases de la méiose (réduction-division). Chaque membre de la paire devra être représenté par un cure-pipe de couleur différente. Les élèves pourraient illustrer un exemple d'enjambement et suivre sa transmission. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude des modèles et sur la complétude de l'exercice. (215-2, 313-2)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 5
► Section 5.1

Omnisciences 9

Chapitre 1
► Section 1.2 - Expérience 1 C

La division cellulaire (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- évaluer les conséquences d'ordre physiologique et éthique de traitements médicaux tels que la thérapie par radiation et chimiothérapie en ce qui a trait à la division cellulaire ; (317-5)
 - ▶ décrire leurs utilités et efficacités
 - ▶ décrire les aspects positifs et négatifs de ces traitements
- décrire en détail la méiose ; (313-2b)
 - ▶ décrire de façon détaillée les phases de la méiose (réduction-division) et de la cytokinèse
 - ▶ expliquer la nécessité de la réduction du nombre de chromosomes au cours de la production des cellules sexuelles
 - ▶ décrire le processus d'enjambement et expliquer comment il rend plus aléatoires les combinaisons de gènes dans les cellules sexuelles
- analyser et décrire la spermatogénèse et d'ovogénèse (313-3)
 - ▶ examiner les processus de spermatogénèse et d'ovogénèse
 - ▶ expliquer pourquoi un seul œuf fonctionnel est produit au cours de l'ovogénèse ;

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient faire une recherche sur les fondements biologiques de l'utilisation de la radiothérapie et de la chimiothérapie et de leur efficacité, en particulier dans le traitement des cancers, puis évaluer les aspects positifs et négatifs de ces traitements. Les élèves pourraient également faire une recherche sur certaines autres méthodes de traitement des cancers actuellement en cours d'élaboration.

Un effet secondaire important de ces traitements est la stérilité (en raison de leur effet sur la méiose des cellules). Les enseignants pourraient mentionner cet effet dans une introduction à une étude plus poussée de la méiose.

Les enseignants doivent prendre note que les effets de l'enjambement sur les chromosomes sont examinés de façon plus détaillée dans le module portant sur la génétique.

Afin de mettre en évidence les différences entre la spermatogénèse et l'ovogénèse, les élèves pourraient construire un tableau ou diagramme illustrant de façon schématique la formation des gamètes.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient faire une recherche sur une des méthodes de traitement du cancer actuellement en cours d'élaboration. En voici quelques exemples : anticorps monoclonaux, immunothérapie faisant appel à l'utilisation de lymphocytes s'infiltrant dans les tumeurs, hyperthermie (utilisation de la chaleur), cryothérapie (utilisation du froid), thérapie photodynamique (utilisation de la lumière) ou toute autre méthode appropriée. Ils pourraient organiser un débat sur le pour et le contre de chaque méthode de traitement. (317-5)
- Les élèves pourraient créer un dessin animé à l'aide d'un bloc de papier, un diaporama, une animation vidéo ou une animation numérique pour illustrer les étapes de la division cellulaire. Ils présenteraient leurs produits finis en classe. (213-2, 215-2, 313-2)
- L'enseignant pourrait présenter aux élèves des personnes susceptibles de leur donner de l'information sur l'importance de la division cellulaire et de ses effets sur l'homéostasie d'un organisme lorsqu'elle est perturbée, en faisant appel à des médecins ou à des organismes (*Société canadienne du cancer*). Les élèves pourraient faire des recherches et préparer des questions sur le sujet qui devra être présenté par la personne invitée. En groupes, les élèves pourraient passer en revue les questions et choisir celles qui devront être posées pendant l'exposé. À la suite de l'exposé, les élèves pourraient préparer un résumé de l'exposé ou de la réponse à leurs questions. L'évaluation pourrait être basée sur le résumé que les élèves auront préparé sur l'exposé de la personne invitée ou sur les réponses à l'une de leurs questions. (213-7, 215-2, 313-2)
- Les élèves pourraient fabriquer un modèle afin d'illustrer les phases de la méiose. Le modèle devra comporter des chromosomes homologues ainsi que des allèles dominants et récessifs. Ils devront montrer le caractère aléatoire de l'assortiment des allèles au cours de la méiose. Divers accessoires pourraient être utilisés pour la construction des modèles : guimauves, cure-pipes, pâte à modeler, bâtons de sucettes glacées, bandes Velcro, cure-dents, épingles de signalisation, etc. (315-2, 315-3)

Ressources

Biologie 11

- Chapitre 5
► Section 5.2

Biologie 12

- Chapitre 6
► Section 6.3

Omnisciences 9

- Chapitre 2
► Section 2.1

La division cellulaire (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- ▶ analyser et décrire la structure et la fonction des systèmes reproducteurs mâle et femelle chez les mammifères ; (313-3)

- ▶ décrire et comparer la structure des cellules du sperme et de l'oeuf
 - (i) taille relative
 - (ii) réserves d'énergie
 - (iii) mitochondries
 - (iv) nombre produit
 - (v) motilité
 - (vi) importance de l'acrosome

- identifier des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique de la division cellulaire ; (116-3, 213-7)

- (i) recherche sur les cellules souches
- (ii) implant cellulaire
- (iii) lésion à la moelle épinière
- (iv) traitement du cancer
- (v) clonage thérapeutique
- (vi) clonage reproductif

- établir des arguments pour appuyer une décision ou un jugement, en faisant appel à des données et des exemples et en reconnaissant diverses perspectives ; (118-6)

- débattre des mérites du financement de certaines poursuites scientifiques ou technologiques plutôt que d'autres. (117-4)

Les élèves pourraient faire une recherche sur le rôle de la biotechnologie dans la croissance des cellules et des possibilités qu'elle offre en ce qui concerne la régénération des tissus ou des parties d'organismes endommagés. Ils pourraient évaluer le rôle de la division cellulaire dans le développement des cancers et la façon dont les connaissances sur la division cellulaire pourraient être appliquées pour freiner la progression des cancers chez les plantes et les animaux. Ils pourraient aussi faire une recherche sur les nouvelles méthodes de traitement chimiques des cancers et les bases sur lesquelles repose leur efficacité.

Pistes d'évaluation

Ressources

- Les élèves pourraient choisir un aspect de la biotechnologie relatif à la division cellulaire qui les intéresse (p. ex., régénération des membres perdus) ou un type de cancer dont ils étudieraient les causes, les traitements et les statistiques. Leurs recherches sur le sujet choisi devraient faire appel à des documents électroniques ou imprimés provenant de plusieurs sources. Ils pourraient préparer un résumé écrit et exposer leurs résultats en classe. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la pertinence de l'information recueillie et l'exhaustivité de leurs recherches. Les élèves pourraient également être évalués sur les réponses qu'ils donneraient aux questions que les autres élèves leur poseraient pendant la discussion en classe. (116-2, 212-8, 213-7, 214-18, 215-2, 317-5)
- Les élèves pourraient avoir un débat sur des questions concernant la recherche sur les cellules souches (par exemple l'utilisation des tissus embryonnaire. (116-3, 213-7)

Les systèmes reproductifs : Les stratégies

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- analyser des stratégies de reproduction naturelles afin d'interpréter et expliquer leur structure et leur dynamique ; (116-7)
 - ▶ distinguer la reproduction asexuée et la reproduction sexuée
 - ▶ définir les divers types de reproduction asexuée :
 - (i) bourgeonnement
 - (ii) fission binaire/scissiparité
 - (iii) production de spores
 - (iv) fragmentation
 - (v) parthénogénèse
- compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ; (213-5)
- choisir et utiliser des modes de représentation symbolique et linguistique appropriés pour communiquer des résultats. (215-2)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'étude des stratégies de reproduction que l'on observe dans les règnes animal et végétal sert à renforcer le concept de biodiversité. Cette information pourrait être exposée en classe à l'aide de tableaux ou de diagrammes.

Les élèves pourraient se référer à l'annexe A, *Tableau 1 : Modes de reproduction*.

Les élèves pourraient faire une recherche sur la stratégie qui préside à l'utilisation de technologies de reproduction en prenant comme exemple une plante comme le canola dans le domaine de l'agriculture ou un animal comme le saumon dans le domaine de l'aquaculture ou tout autre exemple approprié.

Les activités de laboratoire *Quel est le rôle d'une fleur ?* et *La formation in vitro d'un tube pollinique*, permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 213-5, 215-2 et 313-2 (en partie).

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient choisir une stratégie de reproduction que l'on observe dans le domaine animal ou végétal et présenter l'information recueillie en classe à l'aide de tableaux, de diagrammes, d'animations visuelles ou de toute autre méthode appropriée. Les élèves devraient faire preuve d'initiative pour trouver et présenter des stratégies de reproduction peu communes ou intéressantes. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la pertinence de l'information recueillie, l'exhaustivité de la recherche et la qualité de la présentation en classe. (116-2, 116-7, 213-5, 213-7, 215-2)
- Les élèves pourraient observer les exemples de processus de reproduction présentés au laboratoire. Il pourrait s'agir de lames préparées ou de préparations humides permettant d'observer le bourgeonnement chez les levures et les hydres ou de préparations humides de spores de moisissures. L'évaluation pourrait dépendre de la nature des activités choisies : on pourrait par exemple demander aux élèves de tracer des diagrammes d'observations au microscope ou de répondre à des questions. (212- 3, 212-8, 213-3, 215-2, 313-2)

Ressources

Omnisciences 9

Chapitre 2

- Section 2.3
- Expérience 2 C

Annexe A

- Tableau #1 : Modes de reproduction

Les systèmes reproductifs : Les stratégies (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- décrire la mitose et la méiose en lien avec la reproduction d'une plante. (313-2)
 - ▶ observer et reconnaître les principaux organes de reproduction des plantes à fleurs et indiquer leur fonction :
 - (i) pistil
 - (ii) étamine
 - (iii) pollen
 - (iv) ovules
 - (v) graine
 - (vi) fruit

 - ▶ décrire le processus de reproduction sexuée des plantes à fleurs

Les élèves pourraient observer les organes de reproduction mâles et femelles d'une plante à fleurs en utilisant des modèles, des tableaux et des simulations par ordinateur ou en procédant à la dissection d'une fleur en laboratoire.

La reproduction sexuée chez les plantes à fleurs est un processus complexe. Il faut décrire toutes les étapes du processus, de la pollinisation à la production de la graine. Dans le cas du pollen, on doit tenir compte des processus suivants : 1. un noyau génératif produit deux noyaux spermatiques ; 2. le noyau du tube produit le tube pollinique. On doit également étudier le processus suivant : un noyau spermatique (n) s'unit à l'œuf (n) pour donner un zygote diploïde ($2n$) et l'autre noyau spermatique (n) s'unit à deux noyaux polaires haploïdes (n chacun) pour donner l'albumen triploïde ($3n$), qui constitue une réserve de nourriture.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient effectuer les activités de laboratoire disponibles qui illustrent des aspects du processus de reproduction. Il peut s'agir de l'examen de lames préparées pour l'observation au microscope d'ovaires et de testicules (ovules et spermatozoïdes), de l'examen des organes de reproduction d'une fleur, de l'étude comparative des graines des monocotylédones et des dicotylédones ou de l'examen d'une fleur de la famille des composées (marguerite, pissenlit). L'évaluation pourrait dépendre de la nature des activités choisies : on pourrait par exemple demander aux élèves de tracer des diagrammes d'observations au microscope ou de répondre à des questions.
- Les élèves pourraient disséquer une fleur de la famille des liliacées, dessiner chacune de ses parties, les étiqueter et reconstituer la fleur à l'aide d'un dessin. (313-2)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 13
► Section 13.2

Chapitre 14
► Section 14.1

Omnisciences 9

Chapitre 2
► Section 2.3

Les systèmes reproductifs : La régulation

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- ▶ analyser et décrire la structure et la fonction du système reproductif humain mâle ; (313-3)
 - (i) testicule
 - (ii) scrotum
 - (iii) tubes séminifères
 - (iv) épididyme
 - (v) canal déférent
 - (vi) glande de Cowper (bulbo-urétrale)
 - (vii) vésicule séminale
 - (viii) prostate
 - (ix) urètre
- expliquer le cycle de la reproduction humaine mâle. (313-4a)
 - ▶ indiquer les principales hormones de reproduction chez l'homme :
 - (i) inhibine
 - (ii) hormone folliculostimulante (FSH)
 - (iii) hormone lutéinisante (LH)
 - (iv) testostérone
 - ▶ expliquer comment ces hormones interagissent pour maintenir l'appareil reproducteur mâle

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'enseignant devrait fournir aux élèves l'occasion d'observer les principaux éléments de l'appareil génital masculin et d'en étudier la fonction à l'aide de modèles, de dissections ou de simulations par ordinateur ainsi que de reconnaître et d'étiqueter ses principaux organes sur des dessins et des photographies.

Les élèves pourraient analyser des données types sur le taux d'hormones dans le sang et certains processus physiologiques et en déduire le rôle des hormones sexuelles mâles. Ils pourraient également étudier le rôle des cellules nourricières dans la protection du sperme en développement.

Les élèves pourraient étudier le rôle de l'utilisation des stéroïdes dans les sports et effectuer une analyse des risques et des avantages de cette pratique. Ils pourraient débattre les questions relatives aux tests de dopage obligatoires qui visent à déterminer la présence ou l'absence de substances interdites chez les athlètes. Ils pourraient faire une recherche en vue de dresser une liste des substances interdites et de répondre aux questions suivantes : Est-ce que certaines de ces substances sont des médicaments en vente libre ? Si tel est le cas, à quelle fin sont-elles utilisées ?

Pistes d'évaluation

- Des athlètes canadiens comme Ben Johnson, Ross Rebagliati ou Silken Laumann ont souffert des conséquences d'un test de dopage positif. En groupes les élèves pourraient préparer des arguments pour exprimer leurs accords ou désaccords avec les énoncés suivants :
 - ▶ Les tests de dopage doivent être obligatoires pour tous les athlètes amateurs et professionnels.
 - ▶ Un test de dopage positif doit entraîner le bannissement à vie des compétitions sportives pour les athlètes concernés.
 - ▶ Les membres du groupe pourraient faire des recherches et se consulter sur la position à prendre au sujet de ces énoncés. Un débat en classe pourrait suivre. (313-3, 313-4)
- Les élèves pourraient tracer le trajet d'un spermatozoïde, de l'endroit où il est formé jusqu'au point où la fécondation se produit. (313-3, 313-4)
- Les élèves pourraient faire des recherches afin d'analyser les risques et bénéfices d'utiliser des stéroïdes dans les sports ou de subir des traitements hormonaux pour les femmes. (214-18, 215-2, 313-3, 313-4)

Ressources

Biologie 12

- Chapitre 6
▶ Section 6.3

Omnisciences 9

- Chapitre 2
▶ Section 2.3

Les systèmes reproductifs : La régulation (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'élève doit pouvoir :

- analyser et décrire la structure et la fonction du système reproductif humain femelle ; (313-3)

- (i) ovaire
- (ii) follicules
- (iii) trompe utérine (trompe de Fallope)
- (iv) frange
- (v) utérus
- (vi) endomètre
- (vii) col utérin
- (viii) vagin

- expliquer le cycle de la reproduction humain femelle. (313-4b)

- ▶ indiquer les principales hormones de reproduction chez la femme :
 - (i) œstrogène
 - (ii) progestérone
 - (iii) hormone lutéinisante (LH)
 - (iv) hormone folliculostimulante (FSH)
- ▶ expliquer comment ces hormones interagissent pour assurer la régulation du cycle menstruel.
- ▶ faire une recherche en vue d'évaluer les effets sur la santé des femmes des traitements à l'œstrogène ou à la progestérone. Inclure l'hormonothérapie chez les femmes ménopausées et l'utilisation des pilules anticonceptionnelles.

Les élèves devraient avoir l'occasion d'observer les principaux éléments de l'appareil génital féminin et d'en étudier la fonction à l'aide de modèles, de dissections ou de simulations par ordinateur ainsi que de reconnaître et d'étiqueter ses principaux organes sur des dessins et des photographies.

Les élèves pourraient analyser des données types sur le taux d'hormones dans le sang et les processus physiologiques qui se déroulent au cours d'un cycle menstruel et en déduire le rôle des hormones sexuelles femelles.

Les élèves pourraient examiner l'interaction des différentes hormones sous la forme d'une boucle de rétroaction.

Les traitements à l'œstrogène ou à la progestérone peuvent faire appel à l'utilisation de produits chimiques synthétiques ou de produits naturels qui font partie du régime alimentaire ou qui sont pris comme suppléments alimentaires. Les élèves pourraient rechercher les raisons qui justifient l'utilisation de l'hormonothérapie chez les femmes ménopausées.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient choisir un article pertinent tiré d'une publication sur papier ou électronique ou des médias et en faire la critique et l'analyse. (214-9)
- Au moyen d'une étude de cas, les élèves pourraient analyser des données sur le taux d'hormones dans le sang et les processus physiologiques qui se déroulent pendant le cycle menstruel. Ils pourraient faire une recherche sur la régulation du cycle menstruel par rétroaction positive et négative et sur le rôle des hormones hypophysaires et ovariennes. L'évaluation pourrait être basée sur la logique de l'analyse et les conclusions. (313-3, 313-4)
- Les élèves pourraient faire une recherche d'information et préparer une analyse écrite des risques et des avantages de certaines pratiques comme l'utilisation des stéroïdes dans les sports ou de l'hormonothérapie chez les femmes. L'évaluation pourrait être basée sur l'analyse effectuée dans le cadre du travail écrit de l'élève. (214-18, 215-2, 313-3, 313-4)

Ressources

Biologie 12

- Chapitre 6
▸ Section 6.3

Omnisciences 9

- Chapitre 2
▸ Section 2.3

Les systèmes reproductifs : La régulation (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ; (213-5b)
- sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source ; (213-7b)
- identifier et évaluer des applications possibles des découvertes ; (214-18)
- choisir et utiliser des modes de représentation numérique, symbolique, graphique et linguistique appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats ; (215-2)
- expliquer le cycle de la reproduction humaine ; (313-4)
 - ▶ faire une recherche en vue d'évaluer les risques pour les individus et la société associés aux maladies transmises sexuellement :
 - (i) VIH et SIDA
 - (ii) chlamydia
 - (iii) hépatite
 - (iv) herpès génital
 - (v) syphilis
 - (vi) gonorrhée

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'activité de laboratoire *Le cycle menstruel* permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 213-5, 213-7, 214-18, 215-2 et 313-4 (en partie).

Les élèves pourraient choisir leur sujet d'étude parmi les maladies transmises sexuellement suivantes : chlamydia, herpès, virus d'immunodéficience humaine (VIH), papillomavirus, syphilis, gonorrhée ou hépatite. L'enseignant devra inciter les élèves à ne pas considérer uniquement les effets immédiats sur la santé, mais également les implications sociales (effets sur les enfants à naître et sur les systèmes de soins de santé).

Pistes d'évaluation

- L'enseignant pourrait présenter aux élèves des personnes susceptibles de leur donner de l'information sur divers aspects de la reproduction humaine et des maladies transmises sexuellement en faisant appel à des médecins ou à des organismes (centres de santé en matière de sexualité). Les élèves pourraient faire des recherches et préparer des questions sur le sujet qui pourraient être exposés par la personne invitée. En groupes, les élèves pourraient passer en revue les questions et choisir celles qui pourraient être posées pendant l'exposé. À la suite de l'exposé, les élèves pourraient préparer un résumé de l'exposé ou de la réponse à leurs questions. L'évaluation pourrait être basée sur le résumé que les élèves auront préparé sur l'exposé de la personne invitée ou sur les réponses à l'une de leurs questions. (213-7, 215-2, 313-3, 313-4)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 6
Section 6.3

Omnisciences 9

Chapitre 3
Section 3.1

Les systèmes reproductifs : La régulation (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- distinguer entre les causes scientifiques de l'infertilité et les solutions technologiques ; (115-1)
- débattre l'utilisation des technologies de reproduction chez les humains ; (313-6)
 - ▶ déterminer les causes de l'infertilité humaine :
 - (i) obstruction des trompes utérines
 - (ii) anovulation
 - (iii) endométriose
 - (iv) ovule endommagée
 - (v) obstruction du canal déférent ou de l'épididyme
 - (vi) insuffisance du nombre de spermatozoïdes
 - (vii) anomalies du sperme
 - ▶ déterminer quels sont les solutions technologiques au problème de l'infertilité humaine :
 - (i) insémination artificielle (IA)
 - (ii) fécondation in vitro (FIV)
 - (iii) maturation in vitro (MIV)
 - (iv) maternité de substitution
 - (v) superovulation par des inducteurs de l'ovulation
 - (vi) stockage d'embryons (cryoconservation)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devraient étudier l'importance de l'utilisation des techniques de fécondation pour la population humaine en prenant en considération les questions suivantes : Quels sont les enjeux éthiques et pratiques suscités par les naissances multiples résultant de l'utilisation des techniques de fécondation ? Peut-on invoquer un argument qui présiderait à la sélection d'un foetus dans le cas d'une grossesse multiple lorsque la vie des foetus ou/et de la mère sont en danger ?

Pistes d'évaluation

Ressources

- L'enseignant pourrait présenter aux élèves des personnes susceptibles de leur donner de l'information sur divers aspects des technologies de reproduction et des enjeux qu'elles suscitent en faisant appel à des médecins, des spécialistes des techniques de reproduction, des travailleurs du secteur de l'hygiène publique ou des représentants d'organismes. Les élèves pourraient faire des recherches et préparer des questions sur le sujet qui doit être exposé par la personne invitée. En groupes, ils pourraient passer en revue les questions et choisir celles qui devront être posées pendant l'exposé. À la suite de l'exposé, les élèves pourraient préparer un résumé de l'exposé ou des réponses à leurs questions. L'évaluation pourrait être basée sur le résumé que les élèves auront préparé sur l'exposé de la personne invitée ou sur les réponses à l'une de leurs questions. (115-1, 118-4, 215- 2, 313-5, 313-6)
- Les élèves pourraient faire une recherche en vue d'évaluer les techniques de reproduction utilisées actuellement, par exemple :
 - ▶ insémination artificielle
 - ▶ superovulation par gonadotrophines
 - ▶ fécondation in vitro
 - ▶ maturation in vitro (MIV)
 - ▶ maternité de substitution
 - ▶ utilisation de l'hormonothérapie pour permettre la grossesse après la ménopause

Ils pourraient présenter un bref résumé de leurs travaux en classe. (115-1, 117-4, 118-6, 213-7, 313-5, 313-6)

Technologies de reproduction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- évaluer les technologies et les méthodes de contrôle des naissances (118-4)
 - (i) abstinence
 - (ii) pilules et injections anticonceptionnelles
 - (iii) implants
 - (iv) DIU (dispositif intra-utérin)
 - (v) ligature des trompes
 - (vi) pilule du lendemain
 - (vii) diaphragme
 - (viii) gelées et mousses spermicides
 - (ix) condom
 - (x) vasectomie
 - (xii) méthode rythmique
- établir des arguments pour appuyer une décision ou un jugement, en faisant appel à des données et des exemples et en reconnaissant diverses perspectives ;(118-6)
 - ▶ évaluer les effets de l'utilisation des techniques de contraception sur la démographie des pays développés et des pays en développement
- identifier et appliquer des critères, y compris la présence de préjugés, pour évaluer des données et des sources d'information ; (214-9)
- débattre des mérites du financement de certaines poursuites scientifiques ou technologiques plutôt que d'autres. (117-4)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient, en se fondant sur des données publiées, évaluer l'efficacité relative de diverses méthodes de contraception et effectuer une analyse des risques et des avantages de la mise en oeuvre de ces méthodes pour différents secteurs de la population.

L'enseignant pourrait suggérer aux élèves les sujets de recherche suivants dans la catégorie des STSE :

- ▶ banques de sperme (pour l'agriculture)
- ▶ banques de cellules humaines
- ▶ croyances populaires concernant la contraception
- ▶ choix du sexe de l'enfant

Les élèves pourraient débattre les mérites respectifs du financement consenti pour trouver des solutions aux problèmes de fertilité humaine et du financement des mesures de régulation démographique. Les élèves pourraient étudier les méthodes de régulation démographique ou de contraception utilisées dans divers pays du monde (p. ex., en Chine, limitation du nombre d'enfants à un seul par famille, choix du sexe - généralement masculin - et, dans les pays en développement, avortement) et évaluer leurs effets sur la démographie des pays concernés.

Pistes d'évaluation

Ressources

Les élèves pourraient faire une recherche en vue d'évaluer les méthodes de contraception préconisées pour la régulation démographique dans les pays en développement. Ils pourraient présenter de brefs résumés de leurs travaux en classe. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la pertinence de l'information recueillie et sur la complétude des résultats de la recherche présentés en classe. (115-1, 117-4, 118-6, 213-7, 313-5, 313-6)

- Les élèves pourraient se référer à une étude de cas pour analyser les enjeux moraux et éthiques des nouvelles techniques de reproduction. (115-1, 117-4, 118-6, 213-7, 313-5, 313-6)
- En groupes, les élèves pourraient étudier diverses techniques chimiques et physiques de contraception. Ils pourraient expliquer le principe de fonctionnement de ces techniques, leur efficacité pour la prévention de la grossesse et des MTS et les implications sociales de leur utilisation considérées sous diverses perspectives. (118-4, 118-6)

La différenciation et le développement embryonique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- expliquer le processus de la fertilisation et du développement chez l'humain ; (313-4)
 - ▶ tracer le trajet du spermatozoïde et de l'ovule, de l'endroit où ils sont produits jusqu'au lieu de la fécondation
 - ▶ expliquer comment les vrais jumeaux et les faux jumeaux sont produits
 - ▶ décrire les principales étapes du développement embryonnaire :
 - (i) segmentation
 - (ii) morula
 - (iii) blastocyste
 - (iv) gastrula
 - (v) feuillets embryonnaires
 - (vi) développement neural
- décrire les fonctions des membranes embryonnaires durant le développement de l'embryon chez les animaux. (313-4)
 - (i) vitellus
 - (ii) allantoïde
 - (iii) amnios
 - (iv) chorion

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devraient être en mesure de reconnaître les différences qui caractérisent les vrais jumeaux et les faux jumeaux au niveau de la conception et des premières étapes du développement embryonnaire. Ils devraient également étudier les mécanismes par lesquels peuvent se produire naturellement des naissances multiples (triplés, quadruplés). Les élèves pourraient répondre à la question suivante : Pourquoi les faux jumeaux ne se ressemblent-ils pas plus que des frères ou des soeurs ordinaires ?

Les élèves devraient avoir l'occasion d'observer les étapes du développement embryonnaire à l'aide de spécimens conservés, de lames préparées (segmentation chez les étoiles de mer), de présentations audiovisuelles ou de simulations par ordinateur et de les comparer aux étapes de développement du fœtus humain. Ils pourraient également trouver sur internet des sites de qualité qui illustrent le développement embryonnaire.

Les élèves devraient connaître les structures produites par les membranes embryonnaires ainsi que et les fonctions de ces structures.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient effectuer les activités de laboratoire disponibles sur le développement embryonnaire. Ces activités pourraient comprendre l'examen au microscope de lames préparées pour l'observation de la segmentation chez les étoiles de mer et du développement de l'oursin, l'observation du développement embryonnaire à l'aide d'une culture d'oeufs de grenouille ou l'observation de micro lames illustrant le développement embryonnaire chez la grenouille ou le poulet. L'évaluation pourrait dépendre de la nature et de la qualité des activités choisies : l'enseignant pourrait demander aux élèves de tracer des diagrammes des observations au microscope, de répondre à des questions ou de faire des études plus détaillées.

Ressources

Omnisciences 9

Chapitre 3

- Sections 3.1 et 3.2

La différenciation et le développement embryonique (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- ▶ expliquer le processus du développement et de la naissance dans la reproduction humaine ; (313-4)
- ▶ décrire le rôle du placenta et du cordon ombilical pendant la grossesse
- ▶ examiner les effets des substances tératogènes sur le développement embryonnaire :
 - (i) fumée de cigarette
 - (ii) alcool
 - (iii) médicaments délivrés sur ordonnance (thalidomide)
- ▶ décrire les étapes de l'accouchement :
 - (i) dilatation
 - (ii) expulsion
 - (iii) délivrance
- ▶ indiquer les hormones associées à l'implantation, au travail de l'accouchement et à la lactation :
 - (i) oestrogènes
 - (ii) progestérone
 - (iii) oxytocine
 - (iv) prolactine
 - (v) gonadotropine chorionique humaine
- analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie. (116-2)
- ▶ décrire les techniques employées pour surveiller les étapes du développement de l'embryon et du fœtus :
 - (i) ultrasons
 - (ii) amniocentèse
 - (iii) foetoscopie
 - (vi) PVC (prélèvement de villosités choriales)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Des recherches et des discussions devraient être menées sur les effets de l'abus de substances chimiques et de drogues (alcool, cocaïne, tabac) sur le développement du fœtus.

Les médicaments délivrés sur ordonnance sont efficaces pour le traitement de certaines maladies chez l'adulte et chez l'enfant. Cependant, s'ils sont administrés pendant la grossesse, ces médicaments peuvent avoir des effets néfastes sur le développement du fœtus. Il suffit de citer l'exemple tragique de la thalidomide, médicament utilisé dans les années 50 pour le traitement des nausées matinales chez les femmes enceintes.

Les élèves devraient connaître les processus physiologiques qui se déroulent pendant et après l'accouchement (dilatation du col, relâchement des ligaments du bassin, rupture de l'amnios, contractions utérines, expulsion du fœtus et délivrance) et le rôle de la régulation hormonale.

Les élèves pourraient étudier l'utilisation de données sur la production d'hormones (gonadotrophine chorionique humaine, par exemple) pour la détermination de la grossesse.

Les élèves devraient connaître les boucles de rétroaction associées à l'accouchement. L'oxytocine peut être utilisée pour illustrer une boucle de rétroaction positive dans l'organisme humain. Lorsque la «poche des eaux» crève, une pression s'exerce sur le col de l'utérus, ce qui provoque une augmentation des contractions utérines. Par suite, une plus grande quantité d'oxytocine est sécrétée, ce qui se traduit par une nouvelle augmentation des contractions. Ce cycle se répète jusqu'à la fin de l'étape de l'expulsion.

Les élèves devraient être capables de décrire le principe de fonctionnement d'un appareil à ultrasons et d'indiquer comment l'utilisation de ces appareils a permis d'augmenter le taux de réussite des grossesses et de susciter la mise au point de nouvelles technologies. Ils pourraient faire des recherches sur les techniques de chirurgie foetale utilisées pour corriger des anomalies biologiques. Les élèves devraient faire une étude comparative de l'utilisation des techniques de surveillance du fœtus et des tests génétiques. Ils pourraient faire une recherche sur les types de maladies ou d'affections pouvant être détectées à l'aide de ces techniques de surveillance (p. ex., anomalies structurelles, spina bifida).

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient recueillir de l'information sur les techniques utilisées pour contrôler l'état de santé et de bien-être du fœtus, par exemple, les analyses sanguines, les examens de réactivité foetale, les ultrasons et la foetoscopie. Les élèves pourraient présenter de brefs résumés de leurs travaux en classe. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la pertinence de l'information recueillie et sur la qualité de la présentation en classe. (116-2, 313-4)

Ressources

Biologie 11

- Chapitre 7
▸ Section 7.4

Omnisciences 9

- Chapitre 3
▸ Section 3.3

La continuité génétique

(Temps recommandé : 42 heures)

Vue d'ensemble

Introduction

La structure et la fonction de tout organisme vivant sont déterminées en grande partie par l'acide désoxyribonucléique (ADN). Il est important qu'une personne possédant une culture scientifique acquière des connaissances fondamentales sur l'ADN : sa nature, son fonctionnement, sa manipulation par les humains et les répercussions de cet important domaine d'activités scientifiques et technologiques sur les humains et la Terre. Le présent module permettra aux élèves qui suivent le cours **Biologie 3231** d'acquérir des connaissances essentielles dans le domaine de la génétique.

Résultats d'apprentissage spécifiques

STSE	Habilités	Connaissances
<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>
Nature des sciences et de la technologie	Identification du problème et planification	314-3 identifier et décrire la structure et la fonction d'importants composés biochimiques y compris les glucides, les protéines, les lipides et les acides nucléiques ;
114-2 expliquer le rôle que jouent les données, les théories et les paradigmes dans l'élaboration de connaissances scientifiques ; 115-3 expliquer comment un grand jalon scientifique a transformé la pensée dans les milieux ;	212-4 énoncer une prédiction ou une hypothèse basée sur des données disponibles et des renseignements de fond ; 212-8 évaluer et sélectionner des instruments qui conviennent à la collecte de données, et des démarches qui conviennent à la résolution de problèmes ;	315-2 décrire et illustrer le rôle des chromosomes dans la transmission d'information héréditaire d'une cellule à une autre ; 315-1 résumer les principales découvertes scientifiques qui ont mené au concept moderne du gène ;
Interactions entre les sciences et la technologie	Réalisation et enregistrement de données	315-3 démontrer une compréhension de la génétique mendélienne, y compris les concepts de dominance, codominance, récessivité et de disjonction indépendante, en prédisant le résultat de divers croisements génétiques ;
116-4 analyser et décrire des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique ; 116-6 décrire et évaluer la conception et le fonctionnement de solutions technologiques, en utilisant des principes scientifiques ;	213-7 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source ;	315-4 comparer les structures de l'ADN et de l'ARN et expliquer leur rôle dans la synthèse des protéines ; 315-5 expliquer la réplication de l'ADN selon le modèle actuel ; 315-6 décrire des facteurs qui peuvent mener à des mutations dans l'information génétique d'une cellule ;
Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie	Analyse et interprétation	315-7 prédire des effets de mutations sur la synthèse des protéines, les phénotypes et l'hérédité ;
117-2 analyser l'influence de la société sur des poursuites scientifiques et technologiques ; 117-7 identifier et décrire des carrières fondées sur les sciences et la technologie et ayant trait à la discipline scientifique à l'étude ;	214-5 interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer des rapports linéaires et non linéaires entre des variables ; 214-12 expliquer comment des données confirment ou infirment l'hypothèse ou la prédiction ;	315-8 expliquer des circonstances qui mènent à des maladies génétiques ; 315-9 démontrer une compréhension de ce que sont les manipulations génétiques en utilisant ses connaissances de l'ADN ;
118-2 analyser, selon divers perspectives, des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement lorsqu'on applique des connaissances scientifiques ou on introduit une technologie particulière ;	Communication et travail d'équipe	315-10 résumer les découvertes principales du Projet du génome humain et en expliquer l'importance ;
118-6 établir des arguments pour appuyer une décision ou un jugement, en faisant appel à des données et des exemples et en reconnaissant diverses perspectives.	215-2 choisir et utiliser des modes de représentation numérique, symbolique, graphique et linguistique appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats ; 215-5 développer, présenter et soutenir une position ou une ligne de conduite basée sur des découvertes.	317-4 évaluer l'impact des maladies d'origine virale, bactérienne, génétique et environnementale sur l'homéostasie d'un organisme.

La génétique mendélienne

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- démontrer une compréhension de la génétique mendélienne (315-3)
 - ▶ définir les termes «hérédité» et «génétique»
 - ▶ expliquer le concept mendélien des caractères unitaires et décrire la théorie des unités génétiques
 - ▶ donner la signification des termes suivants :
 - (i) caractère
 - (ii) pur sang
 - (iii) P (parents)
 - (iv) première génération (génération F1)
 - (v) hybride
 - (vi) monohybride
 - (vii) dominant
 - (viii) récessif
 - (ix) gène
 - (x) allèle
 - (xi) homozygote
 - (xii) hétérozygote
 - (xiii) règle du produit
 - (xiv) échiquier de Punnett
 - (xv) génotype
 - (xvi) phénotype
 - ▶ expliquer comment les expériences de Mendel confirment :
 - (i) le principe de dominance
 - (ii) la loi de la ségrégation
 - (iii) la loi de l'assortiment indépendant

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Le présent module débute par la présentation de nouveaux termes que les élèves devraient bien assimiler.

Les stratégies suivantes peuvent faciliter l'assimilation de la nouvelle terminologie :

- ▶ Séance de remue-méninges générale permettant d'évaluer les connaissances des élèves. Les élèves pourraient discuter des caractères physiques héréditaires qu'ils observent dans leur famille.
- ▶ La terminologie peut être présentée en expliquant les expériences de Mendel.
- ▶ Des techniques d'apprentissage coopératif pourraient être utilisées au début du présent module : en petits groupes, les élèves pourraient définir des termes, puis se réunir tous ensemble pour présenter et expliquer leurs termes et établir des liens.

Il convient de préciser que, dans la province de Terre-Neuve-et-Labrador, nous avons un exemple d'un animal de pur sang, le chien Terre-Neuve.

Les enseignants devraient profiter de l'occasion pour expliquer le lien entre les termes «hybride» et «hétérozygote».

L'enseignant devrait insister sur le fait que les expériences minutieuses de Mendel constituent des exemples de procédés de recherche scientifiques.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient effectuer les activités fournies se rapportant au concept d'hérédité. Il pourrait s'agir d'activités comme l'examen d'épis de maïs transgéniques ou la réalisation de croisements de mouches du vinaigre (drosophile) afin d'étudier la transmission de caractères héréditaires particuliers. L'évaluation pourrait dépendre de la nature et de la profondeur des activités choisies : on pourrait demander aux élèves de répondre à des questions ou de faire des exposés plus détaillés sur les procédures et les résultats. (315-3)
- Les élèves pourraient élaborer un glossaire des nouveaux termes qu'ils découvriraient et qu'ils utiliseraient dans le présent module. (315-2, 315-4, 315-5, 315-3)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 4

- ▶ Sections 4.1, 4.2 et 4.3

La génétique mendélienne (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- interpréter des régularités et des tendances dans les données génétiques ; (214-5)
- énoncer une prédiction et une hypothèse basée sur des données disponibles en génétique ; (212-4)
 - ▶ prédire le résultat de croisements monohybrides et dihybrides
- démontrer une compréhension de la génétique mendélienne. (315-3)
 - ▶ donner la signification des termes suivants :
 - (i) dominance incomplète
 - (ii) co-dominance
 - (iii) allèles multiples

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient faire sur eux-mêmes des recherches sur la dominance et la récessivité en ce qui a trait aux caractères visuels et sensitifs (pousse de cheveux en V sur le front, fossettes, aptitude à rouler la langue, lobe de l'oreille collé ou détaché, aptitude à déceler le goût du phenylthiocarbide - PTC). Les données sur les caractères dominants et récessifs relevés dans la classe pourraient être recueillies et comparées à celles qui se rapportent à la population en général.

Les élèves pourraient faire des activités qui simulent la formation et l'appariement fortuits de gamètes (par exemple, simuler les expériences de Mendel en jouant à pile ou face pour déterminer les caractères des plantes).

Les élèves pourraient observer les proportions phénotypiques au cours d'une activité en laboratoire à l'aide d'épis de maïs transgéniques dont la pollinisation a été effectuée artificiellement.

Les élèves pourraient déterminer les génotypes des parents et prédire les proportions phénotypiques.

Les élèves pourraient effectuer, individuellement ou en groupes, des croisements à l'aide de plantes à croissance rapide ou de drosophiles afin d'étudier la transmission héréditaire de divers caractères.

Les élèves devraient résoudre des problèmes de génétique se rapportant à divers croisements monohybrides et dihybrides, prédire les génotypes, les phénotypes et les proportions parmi les descendants et/ou les parents à l'aide de l'échiquier de Punnett ou de la règle du produit.

La résolution de problèmes de génétique à l'aide de l'échiquier de Punnett ou de la règle du produit permettrait aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 212-4 et 214-5.

Les allèles multiples devraient être expliqués en rapport avec les groupes sanguins.

Pistes d'évaluation

- Les groupes sanguins humains (A, B, AB, O) constituent un exemple de l'expression d'allèles multiples. Les élèves pourraient déterminer le groupe de l'échantillon de sang simulé qu'on leur fournirait et indiquer les génotypes potentiels correspondant à ce groupe. (315-3, 212-4).
- Les élèves pourraient résoudre des problèmes concernant les monohybrides et dihybrides génétiques. L'évaluation consisterait à déterminer si les élèves ont apporté une solution exacte aux problèmes à l'aide de la logique et des procédures appropriées. (315-3)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 4

- ▶ Sections 4.2 à 4.4

La génétique mendélienne (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- énoncer une prédiction et une hypothèse basée sur des données disponibles en génétique ; (212-4)
- interpréter des régularités et des tendances dans les données génétiques. (214-5)
 - ▶ prédire le résultat de croisements monohybrides dans les cas de dominance incomplète et de co-dominance
 - ▶ montrer que la transmission héréditaire des caractères est régie par des allèles multiples en prédisant les rapports génotypiques et phénotypiques dans les croisements entre groupes sanguins humains (A, B, AB, O)
 - ▶ expliquer l'importance d'un croisement d'essai
 - ▶ faire un croisement d'essai pour déterminer le génotype inconnu d'un organisme dominant

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les concepts de «dominance incomplète» et de «co-dominance» sont très similaires en ce qui concerne l'expression phénotypique :

1. Co-dominance : mode de transmission héréditaire dans lequel les deux allèles d'un gène sont exprimés. Exemples : chevaux rouans (poils rouges et blancs), poulets (plumes noires et blanches).
2. Dominance incomplète : mode de transmission héréditaire dans lequel un allèle actif ne compense pas entièrement un allèle inactif. Exemples : fleurs de gueule-de-loup (l'hétérozygote est rose), fleurs de belle de nuit japonaise (l'hétérozygote est rose).

Les élèves devraient pouvoir résoudre des problèmes de croisements dihybrides impliquant un caractère complètement dominant avec un autre caractère qui ne l'est pas (codominance, dominance incomplète, allèles multiples). Les enseignants devraient utiliser plusieurs ressources afin de trouver des problèmes de ce type.

L'enseignant pourrait considérer l'utilisation des données sur les groupes sanguins provenant des élèves, du bureau local de la *Société canadienne du sang* et de l'hôpital local pour tracer des graphiques en fonction de la taille de la population. Les élèves pourraient formuler des questions à partir de ces graphiques.

Il est impossible de déterminer le génotype d'un organisme qui exprime le caractère dominant uniquement d'après son apparence. L'enseignant pourrait poser la question suivante : «*Comment feriez-vous pour déterminer le génotype inconnu ?*». Les enseignants doivent prendre note du fait que l'absence du caractère récessif homozygote chez le rejeton ne confirme pas que les parents possèdent le caractère homozygote dominant.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient résoudre des problèmes de génétique sur les croisements monohybrides et dihybrides que l'enseignant aura préparés. Dans chaque cas, les élèves pourraient analyser les données selon des directives spécifiques. L'évaluation servirait à déterminer si les élèves ont apporté une solution exacte aux problèmes à l'aide de la logique et des procédures appropriées.
- Les élèves pourraient analyser les indices génétiques donnés dans un jeu de «meurtre et mystère» fourni et déterminer le nom du meurtrier. Ils écriraient en abrégé la logique utilisée pour arriver à leurs conclusions. (212-4, 214-12, 315-3)
- Après avoir réaliser leurs expériences, les élèves pourraient présenter leurs données et leurs conclusions en classe. Ils pourraient compiler et organiser leurs données sous une forme appropriée (tableaux numériques, graphiques, par exemple). Ils devraient être prêts à expliquer les décisions qu'ils ont prises au cours de la planification et de la réalisation de leurs expériences. (214-12, 215-5)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 4

- ▶ Sections 4.2 et 4.4

Des idées modernes

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- résumer les principales découvertes scientifiques qui ont mené au concept moderne du gène ; (315-1)
- décrire et illustrer le rôle des chromosomes dans la transmission d'information héréditaire d'une cellule à une autre. (315-2)
 - ▶ expliquer comment les travaux de Gregor Mendel et de Walter Sutton ont mené à la théorie chromosomique de l'hérédité
 - ▶ énoncer et expliquer la théorie chromosomique de l'hérédité
 - ▶ décrire les expériences de Morgan sur la drosophile et expliquer comment ses observations ont corroboré la théorie chromosomique de l'hérédité
 - ▶ expliquer les concepts de liaison des gènes (gènes liés) et d'enjambement
 - ▶ exposer dans ses grandes lignes la théorie de l'hérédité fondée sur les gènes et les chromosomes
 - ▶ expliquer comment la découverte de la liaison des gènes a modifié notre compréhension de la loi d'assortiment indépendant de Mendel
 - ▶ énoncer la loi d'assortiment indépendant en termes modernes

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'enseignant pourrait aborder la présente section en rappelant les conclusions de Mendel et en mettant en parallèle le comportement des caractères de Mendel et le comportement des chromosomes.

Les élèves pourraient expliquer comment le comportement des chromosomes observés par Sutton au cours de la méiose justifie les observations et les conclusions de Mendel au sujet de la ségrégation et de l'assortiment indépendant.

Les expériences de Morgan ont permis d'intégrer la notion d'enjambement à la loi d'assortiment indépendant de Mendel.

La notion d'enjambement a été présentée dans le module 2, *La reproduction et le développement*. Dans le présent module, l'accent est mis sur le mécanisme par lequel l'enjambement brise les liaisons de gènes et produit des variations. L'utilisation de diagrammes et de simulations peut se révéler utile pour illustrer ces concepts.

Les gènes sont situés à des emplacements précis sur les chromosomes. Lorsqu'elles se séparent pendant la formation des gamètes, les paires de chromosomes homologues forment deux gamètes. Chaque gamète contient un allèle distinct pour chaque caractère. Au cours de la fécondation, les chromosomes d'un gamète se combinent à ceux de l'autre gamète.

Formulée en termes modernes, la loi d'assortiment indépendant comprend la liaison des gènes et l'enjambement.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient déterminer l'emplacement et la disposition des gènes dans un chromosome à partir de l'analyse des données fournies relatives à l'enjambement . (214-5, 315-2)
- Dans le journal de bord les élèves pourraient tenter de répondre aux questions suivantes :
 - Y-a-t-il un rapport entre le nombre de chromosomes et la masse d'une espèce ? Expliquez. (214-5)
 - Y-a-t-il un rapport entre le nombre de chromosomes et la complexité des espèces ? Expliquez. (214-5)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 5

- ▶ Sections 5.2 et 5.3

Des idées modernes (suites)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- résumer les principales découvertes scientifiques qui ont mené au concept moderne du gène ; (315-1) (suite)
 - ▶ définir le concept d'hérédité liée au sexe
 - ▶ expliquer pourquoi les anomalies liées au sexe sont plus fréquentes chez les mâles que chez les femelles
 - ▶ faire la distinction entre les génotypes et les phénotypes, qui est manifeste dans la transmission autosomique et liée au sexe
 - ▶ expliquer l'influence des caractères polygéniques sur les modes de transmission des caractères héréditaires
- interpréter des régularités et des tendances dans les données génétiques. (214-5)
 - ▶ prédire le résultat de croisements monohybrides et dihybrides en ce qui a trait aux caractères liés au sexe

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'enseignant devrait présenter aux élèves le concept de transmission de certains caractères (daltonisme, hémophilie, dystrophie musculaire) par les chromosomes sexuels. L'utilisation de diagrammes d'analyse du daltonisme se révèle utile pour illustrer ce caractère lié au sexe.

Les élèves devraient savoir que la transmission autosomique met en jeu des paires de gènes, le sexe n'ayant pas d'incidence dans l'expression des gènes. La transmission des caractères héréditaires liés au sexe met en jeu des paires de gènes sur le chromosome X chez la femelle et un seul gène sur le chromosome X chez le mâle. Dans ce cas, le sexe est important dans l'expression des gènes et on doit le considérer comme faisant partie du phénotype.

Ce type de transmission est également connu sous le nom de transmission polygénique. La couleur de la peau et la couleur des yeux constituent des exemples de caractères qui sont déterminés par un certain nombre de gènes différents situés à différents emplacements et l'expression dépend de l'ensemble des influences de tous ces gènes. On peut citer d'autres exemples, notamment les caractères des animaux et des plantes choisis par les sélectionneurs pour améliorer les troupeaux et les récoltes de même que les caractères humains comme la susceptibilité aux maladies cardiovasculaires et les aptitudes athlétiques.

Les élèves devraient résoudre des problèmes de génétique relatifs aux caractères liés au sexe, prédire les génotypes, les phénotypes et les proportions chez les descendants et comparer les génotypes et les phénotypes des mâles et des femelles. Les élèves devraient pouvoir résoudre des problèmes de croisements dihybrides impliquant un caractère complètement dominant avec un autre caractère lié au sexe.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient réfléchir à l'énoncé suivant et y répondre dans un style journalistique. Vrai ou faux : Les mâles sont biologiquement plus forts que les femelles. Ils devraient pouvoir défendre leur position. (315-3)
- Les élèves pourraient résoudre des problèmes de génétique liés au sexe que l'enseignant aura préparés. Dans chaque cas, les élèves pourraient analyser les données selon les directives données. Les élèves pourraient analyser les arbres généalogiques fournis et déterminer le mécanisme de transmission héréditaire. Ils pourraient déterminer les génotypes et les phénotypes des individus indiqués. L'évaluation consisterait à déterminer si les élèves ont apporté une solution exacte aux problèmes à l'aide de la logique et des procédures appropriées. (212-4, 214-12, 315-3)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 5

- ▶ Section 5.3

Chapitre 7

- ▶ Sections 7.1 et 7.2

La génétique moléculaire

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- résumer les principales découvertes scientifiques qui ont mené au concept moderne du gène ;(315-1)
- expliquer le rôle que jouent les données, les théories et les paradigmes dans l'élaboration de connaissances scientifiques sur le gène ; (114-2)
 - ▶ décrire la contribution des personnes suivantes :
 - (i) Mendel
 - (ii) Sutton et Boveri
 - (iii) Levene (début des années 1900)
 - (iv) Griffith
 - (v) MacLeod, McCarty et Avery
 - (vi) Chargaff
 - (vii) Franklin et Wilkins
 - (viii) Hershey et Chase
 - (ix) Watson et Crick
 - (x) McClintock
- expliquer comment un grand jalon scientifique a transformé la pensée dans les milieux scientifiques. (115-3)
 - ▶ décrire le modèle en double hélice de l'ADN proposé par Watson et Crick

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient faire des recherches en vue de constituer une ligne du temps afin d'illustrer les plus importantes découvertes scientifiques qui ont mené au concept de gène.

Cette ligne du temps pourrait entre autres comprendre les éléments suivants (indiqué par ordre chronologique) :

- ▶ Mendel (1865) – étude de l'hérédité
- ▶ Sutton et Boveri (1902) – rôle des chromosomes
- ▶ Levene (début des années 1900) - propriétés des acides nucléiques
- ▶ Griffith (1928) - vaccin contre la pneumonie bactérienne
- ▶ MacLeod, McCarty et Avery (années 40) – l'ADN est une substance transformatrice
- ▶ Chargaff (1951) - découverte des rapports de base de l'azote
- ▶ Franklin et Wilkins (1950-51) - modèle de structures récurrentes (nucléotides)
- ▶ Hershey et Chase (1952) - transfert de l'ADN
- ▶ Watson et Crick (1953-64) – structure de l'ADN
- ▶ Années 1960 – utilisation de l'ARNm synthétique pour le décryptage du code génétique
- ▶ Barbara McClintock (1983) – « transposition » des gènes
- ▶ Années 1990 – Projet du génome humain

Une autre façon de mieux faire comprendre à l'élève la ligne du temps est de faire correspondre les dates à des événements qu'il connaît. Exemple :

- ▶ 1953 – Watson et Crick découvrent la structure de l'ADN
- ▶ 1953 – la date de naissance de la mère ou du père de l'élève

Les élèves pourraient, dans le cadre d'une séance de remue-méninges, exprimer leurs idées et discuter de leur préconceptions au sujet de l'ADN, organiser leurs idées et, selon leur niveau de compréhension, montrer les rapports qu'elles entretiennent entre elles sous une forme conceptuelle. Les élèves devraient être conscients du fait que la connaissance de la structure, de la fonction et de la réplication de l'ADN a révolutionné la compréhension de l'hérédité et ils devraient être capables d'expliquer de quelle façon cette révolution s'est produite. Les élèves pourraient concevoir et construire des modèles d'ADN afin d'illustrer la structure générale et l'arrangement des bases de la molécule.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient concevoir et construire un modèle tridimensionnel de la molécule d'ADN en respectant les consignes suivantes :
 - ▶ inclure au moins six paires de bases
 - ▶ montrer toutes les combinaisons possibles de paires de bases
 - ▶ construire un modèle autoporteur
 - ▶ inclure une clé pour l'identification des parties

Les élèves pourraient être évalués sur l'exactitude et la complétude de leurs modèles. (315-4)

- L'enseignant pourrait fournir aux élèves le nom d'un chercheur ou d'une réalisation scientifique ayant apporté une contribution historique au concept de gène. Les élèves pourraient préparer, sur une grande fiche, un résumé faisant état de la date, des noms des personnes et des contributions apportées et présenter ces informations en classe. Par la suite, les élèves pourraient ajouter cette fiche à la ligne du temps à l'avant de la salle de classe. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la complétude des informations recueillies. (115-3, 315-1)
- Dans le journal de bord les élèves pourraient donner un exemple permettant d'illustrer de quelle manière une découverte technologique a pu permettre d'élargir le champ des connaissances dans d'autres domaines de la science. (115-3, 315-1)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 5

- ▶ Section 5.3

Biologie 12

Chapitre 7

- ▶ Sections 7.1 et 7.2

Chapitre 9

- ▶ Section 9.1

La génétique moléculaire (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- ▶ identifier et décrire la structure et la fonction de l'ADN et l'ARN ; (314-3)
- expliquer la réplication de l'ADN selon le modèle actuel ; (315-5)
 - ▶ décrire les quatre étapes de la réplication de l'ADN
 - (i) activation
 - (ii) élongation
 - (iii) achèvement
 - (iv) vérification et correction
- ▶ évaluer et sélectionner des instruments qui conviennent à la collecte de données, et des démarches qui conviennent à la résolution de problèmes ; (212-8)
- ▶ choisir et utiliser des modes de représentation symbolique appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats ; (215-2)
- ▶ expliquer leur rôle de l'ADN et de l'ARN (ARNm, ARNt, ARNr) dans la synthèse des protéines. (315-4)
 - (i) transcription
 - (ii) traduction

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devraient pouvoir décrire, de façon générale, comment l'information génétique est contenue dans une molécule d'ADN (chromosome), comment chaque molécule d'ADN se réplique pendant la division cellulaire, comment l'information est transcrite dans les séquences de bases des molécules d'ARN et comment elle est finalement traduite en une séquence d'acides aminés dans les protéines des cellules. Les élèves pourraient effectuer des simulations afin d'illustrer la réplication de l'ADN ainsi que la transcription et la traduction de l'information qu'elle renferme. Les élèves pourraient tenter de savoir pourquoi il y a si peu d'erreurs pendant la réplication de l'ADN en examinant le rôle de «correcteur d'épreuves» de l'ADN polymérase et l'influence des enzymes réparatrices de l'ADN.

L'activité de laboratoire *Simuler la synthèse des protéines*, permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 213-5, 213-7, 214-18, 215-2 et 315-4 (en partie).

L'activité de laboratoire *La structure de l'ADN et la réplication* permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 212-8, 215-2 et 315-5 (en partie).

L'utilisation d'analogies peut se révéler efficace pour illustrer comment des acides aminés provenant de protéines étrangères peuvent être réorganisées pour constituer différentes protéines humaines (par exemple, le réarrangement des lettres de l'alphabet pour former de nouveaux mots ou de blocs de construction pour former différentes structures).

Pistes d'évaluation

- En se basant sur les processus de transcription et de traduction, les élèves pourraient transformer un brin d'ADN donné en une protéine. (314-3, 315-4)
- En utilisant un ensemble de blocs de construction, les élèves pourraient construire divers composés organiques dont des protéines et des acides nucléiques. (314-3)
- À titre de projet personnel, les élèves pourraient effectuer des recherches en vue de concevoir et de réaliser une expérience permettant de démontrer l'effet de facteurs environnementaux sur l'hérédité. Les élèves devront faire approuver leurs expériences avant de les réaliser. (214-5)
- Les élèves pourraient réaliser une expérience consistant à extraire l'ADN de la source qu'on leur a fournie au laboratoire. L'évaluation pourrait être basée sur l'observation de l'activité du groupe et sur les réponses données aux questions pertinentes. (315-4)
- Les élèves pourraient examiner le rôle du carbone en tant qu'unité de base de construction de tous les composés organiques. (314-3)
- Les élèves pourraient tenter de répondre à la question suivante : Si deux paires de jumeaux identiques se marient et ont des enfants, quel sera le rapport génétique entre les cousins ? (214-5)
- De grandes quantités d'ADN humain semblent n'avoir aucune fonction. Selon une théorie, il s'agirait d'anciennes formes de gènes, de l'ADN à l'état latent. Les élèves pourraient discuter de la question suivante : Quelles sont les implications de cette théorie pour la connaissance de nos ancêtres ? (214-5, 214-12)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 6

- ▶ Sections 6.1 et 6.2

Biologie 12

Chapitre 7

- ▶ Sections 7.2 et 7.3
- ▶ Expérience 7 A

Chapitre 8

- ▶ Sections 8.1, 8.2, 8.3 et 8.4 (p. 272)
- ▶ Expérience 8 A

La génétique moléculaire (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- expliquer leur rôle de l'ADN et de l'ARN (ARNm, ARNt, ARNr) dans la synthèse des protéines ; (315-4) (suite)
 - ▶ expliquer l'incidence des facteurs hormonaux et environnementaux sur l'expression des gènes
- prédire des effets de mutations sur la synthèse des protéines, les phénotypes et l'hérédité. (315-7)
 - ▶ expliquer la signification du terme «mutation» et indiquer les facteurs qui causent la mutation
 - ▶ expliquer ce qu'on entend par mutation génétique et prédire, de façon générale, l'effet des mutations sur la synthèse des protéines
 - ▶ distinguer la mutation somatique et la mutation germinale et comparer l'héritabilité de chacune
 - ▶ distinguer les différents types de mutations ponctuelles (mutations génétiques) :
 - (i) substitution
 - silencieuse
 - faux-sens
 - nons-sens
 - (ii) décalage du cadre de lecture
 - insertion
 - délétion

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devraient savoir que certains facteurs environnementaux peuvent provoquer un changement dans l'expression d'une partie de l'information génétique d'un organisme (par exemple, la répartition des deux couleurs des poils des chats siamois tient au fait qu'un gène déterminant la couleur des poils produit une enzyme sensible à la température : l'enzyme est active et fabrique des pigments noirs seulement aux endroits les plus froids du corps - pattes, museau, bout de la queue, oreilles ; la température a également un effet sur le développement des ailes de la drosophile). Le sexe peut également jouer un rôle (par exemple, le gène responsable de la calvitie est dominant chez les hommes, mais récessif chez les femmes). On peut également citer d'autres exemples des effets de l'environnement sur l'expression des gènes : différences chez les jumeaux identiques et couleur de la fourrure des renards et des lièvres arctiques.

Les élèves pourraient étudier les effets cancérigènes des rayons UV. Ils pourraient formuler des hypothèses sur la façon qu'une modification peut finir par avoir un effet sur la personne touchée. Les élèves pourraient faire des recherches sur les sources de produits chimiques tératogènes (produits qui provoquent des malformations chez le fœtus, comme la thalidomide et l'alcool) dans l'environnement et sur le rôle qui incombe à la société, à la science et à la technologie, qui est d'assurer à tous les enfants une bonne qualité de vie.

Les élèves pourraient faire le rapport entre les mutations génétiques et certaines maladies chez les humains (par exemple, le cancer, la drépanocytose et la thalassémie) en mettant l'accent sur le rôle clé que jouent les protéines.

Les mutations somatiques se produisent dans les cellules somatiques (cellules du corps) et ainsi ne peuvent pas se transmettre à la progéniture. Les mutations germinales se produisent pendant la méiose (production des gamètes) et ainsi peuvent se transmettre à la progéniture.

Une mutation ponctuelle est considérée comme une mutation génétique parce qu'elle provoque un changement dans un nucléotide et ne touche généralement qu'un seul gène. La substitution et le décalage du cadre de lecture sont deux types de mutations ponctuelles.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient faire une recherche sur les effets que peut avoir un facteur environnemental donné sur le développement d'un embryon humain. Il est suggérer de choisir un des facteurs suivants :
 - ▶ thalidomide
 - ▶ alcool (*syndrome d'alcoolisme fœtale*)
 - ▶ tabac et fumée du tabac
 - ▶ DES (diethylstilbestrol)
 - ▶ radiations
 - ▶ drogues comme la cocaïne, le LSD et la marijuana
 - ▶ virus (rubéole, VIH)
 - ▶ caféine
 - ▶ antibiotiques (streptomycine, médicaments contre l'acné)
 - ▶ streptocoques

L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la pertinence des informations recueillies et la complétude de la recherche présentée en classe. (315-6, 315-7)

- À l'aide des procédés de transcription et de traduction, les élèves pourraient convertir un brin d'ADN en protéine. Ils pourraient étudier l'effet que pourrait avoir le changement d'une base de la séquence d'ADN sur la protéine obtenue. (314-3, 315-4, 315-7)
- Les élèves pourraient concevoir une expérience permettant d'étudier l'effet de certains facteurs comme les produits chimiques ou les radiations (micro-ondes et rayons ultraviolets, par exemple) sur la germination de graines. Une fois que le projet d'expérience serait mis au point et qu'il aura été approuvé, une évaluation pourrait être basée sur la façon dont les élèves auront mené l'expérience. Se sont-ils conformer au projet initial, ont-ils utilisé des techniques adéquates et sécuritaires, ont-ils établi un diagnostic des anomalies ? (315-7)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 9

▶ Section 9.1

La génétique moléculaire (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- décrire des facteurs qui peuvent mener à des mutations dans l'information génétique d'une cellule ; (315-6)
 - ▶ expliquer comment les transposons découverts par McClintock favorisent la variation génétique
 - ▶ distinguer les différents types de mutations chromosomiques :
 - (i) délétion
 - (ii) duplication
 - (iii) inversion
 - (iv) translocation
 - (v) non-disjonction (monosomie, trisomie)
- évaluer l'impact des maladies génétiques sur l'homéostasie d'un organisme ; (317-4)
 - ▶ donner des exemples de maladies génétiques humaines causées par des mutations chromosomiques :
 - (i) trisomie 21/ syndrome de Down
 - (ii) syndrome de Turner
 - (iii) syndrome de Klinefelter
 - (iv) syndrome de Jacobs (syndrome du double Y)
 - (v) syndrome du triplo-X
- interpréter des régularités et des tendances dans les données génétiques ; (214-5)
 - ▶ analyser et interpréter des modèles de caryotypes humains
- énoncer une prédiction basée sur des données disponibles en génétique. (212-4)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient effectuer des recherches sur les transposons découverts par Barbara McClintock et déterminer pourquoi ils constituent une autre source de variations au sein des organismes.

Les élèves pourraient mettre en pratique leurs connaissances sur la non-disjonction dans le cadre du laboratoire de réflexion (Biologie 11, page 226). Cette activité leur permettra de mieux assimiler les concepts de la non-disjonction.

Les élèves pourraient faire une étude comparative de la gravité des mutations chromosomiques et des mutations génétiques. Les mutations chromosomiques sont plus dangereuses parce qu'elles touchent une plus grande proportion du matériel génétique.

Les élèves pourraient tenter de déterminer pourquoi les syndromes causés par la non-disjonction sont relativement peu fréquents chez les humains. Il est prouvé que, dans la plupart des cas, la non-disjonction est fatale.

L'activité de laboratoire *Établissement du caryotype* permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 212-4, 214-12 et 214-5 (en partie). Les enseignants devraient prendre note que ce laboratoire fait appel à trois séries de chromosomes pour l'établissement des caryotypes. Les élèves ne seraient tenus d'établir que deux caryotypes. Les enseignants pourraient choisir deux des trois séries de chromosomes, de telle sorte que le laboratoire pourrait différer d'année en année. Les enseignants pourraient également créer leurs propres caryotypes anormaux s'ils veulent disposer d'un plus grand choix.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient tenter de répondre à la question : Est-il possible pour une personne affectée d'une anomalie chromosomique congénitale comme la trisomie 21 d'avoir un enfant normal ?
- Compte tenu de la réponse donnée à la question ci-dessus, les élèves pourraient commenter l'énoncé suivant : Étant donné le coût élevé des soins de santé, la stérilisation devrait être obligatoire pour les personnes atteintes de maladies génétiques ? (315-6)
- En puisant dans différentes sources, les élèves pourraient faire des recherches sur les nombreuses hypothèses concernant le rôle des transposons dans le génome humain. (315-6, 213-7)
- Une fois leurs recherches sur les transposons terminées, les élèves pourraient présenter leurs résultats en classe. Cette présentation pourrait prendre la forme d'un projet multimédia permettant d'intégrer la technologie et d'améliorer leurs connaissances en informatique. (315-6, 215-2, 213-7)
- L'enseignant pourrait fournir aux élèves différents exemplaires de caryotypes humains. Les élèves pourraient disposer les chromosomes par paires sous la forme d'un caryotype. Par la suite ils pourraient analyser le caryotype afin de déceler des anomalies et fournir un résumé écrit faisant état des causes de l'anomalie et de ses conséquences pour la personne qui possède ce caryotype. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la complétude de l'exercice. (214-18, 215-2, 313-2)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 7

- ▶ Section 7.3

Annexe B

- ▶ Établissement du caryotype

La génétique : Les implications

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- évaluer l'impact des maladies génétiques sur l'homéostasie d'un organisme et expliquer des circonstances qui mènent à des maladies génétiques ; (317-4, 315-8) Inclure
 - (i) transmission autosomique récessive (p. ex., maladie de Tay-Sachs, PCU)
 - (ii) transmission codominante (p. ex., drépanocytose)
 - (iii) transmission autosomique dominante (p. ex., progeria, maladie de Huntington)
 - (iv) transmission dominante incomplète (p. ex., HF*)
 - (v) transmission récessive liée à l'X (p. ex. daltonisme, dystrophie musculaire, hémophilie)
- décrire et évaluer la conception et le fonctionnement de solutions technologiques, en utilisant des principes de génétique (116-6)
- établir des arguments pour appuyer une décision concernant l'usage du génie génétique en faisant appel à des données et des exemples et en reconnaissant diverses perspectives (118-6)
- analyser et décrire des exemples de technologies génétiques dont le développement repose sur la compréhension scientifique (116-4)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

À l'heure actuelle, les enjeux sont nombreux dans le domaine de la biotechnologie. Les élèves pourraient évaluer les données sur la recherche en génétique provenant de sites Web. Ils pourraient évaluer, selon différentes perspectives (p. ex. conseillers, parents potentiels, patients potentiels), le rôle de la consultation génétique et du dépistage génétique dans la détection et le traitement de maladies génétiques potentiellement débilitantes (p. ex., maladie de Tay-Sachs, phénylcétonurie - PCU, maladie de Huntington, maladie d'Alzheimer). Les élèves pourraient examiner les enjeux personnels et éthiques soulevés par les progrès réalisés dans le traitement de certaines affections : identification des gènes, diagnostic prénatal et techniques prédictives. Ils pourraient par exemple se poser les questions suivantes :

- ▶ Voudriez-vous savoir que vous allez souffrir d'une maladie invalidante lorsque vous serez plus âgé ? Avez-vous le droit de le savoir ?
- ▶ Les compagnies d'assurance ont-elles le droit de fonder leur décision de vous assurer sur la base des résultats d'un dépistage génétique volontaire et confidentiel visant à prédire votre santé future ?
- ▶ Les employeurs ont-ils le droit de connaître votre bagage génétique établi à partir d'un dépistage génétique volontaire ? (Supposons par exemple que vous êtes porteur hétérozygote pour la drépanocytose; vous savez que, dans l'industrie du transport aérien, les personnes dans votre cas sont réputées être plus sensibles aux chutes de pression dans les cabines. Allez-vous informer le transporteur aérien de votre état avant d'accepter un travail ?) Compte tenu du fait que le dépistage génétique devient de plus en plus répandu et accessible, les employeurs potentiels ont-ils le droit de connaître votre bagage génétique à titre de condition préalable à votre embauche ?

*HF : Hypercholestérolémie

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient réaliser une étude de cas sur une maladie héréditaire, par exemple l'hémophilie, la fibrose kystique, la maladie de Tay-Sachs ou la maladie d'Alzheimer. (315-8)
- Les élèves pourraient débattre de la question des tests de maladies génétiques obligatoires comme moyen de réduire les coûts des programmes de santé versus les droits à la vie privée de la personne. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et la pertinence de l'information recueillie et la complétude de la recherche présentée en classe. (317-4, 315-8, 118-2)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 7

► Section 7.1

La génétique : Les implications (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- ▶ interpréter des régularités et des tendances dans les données génétiques ; (214-5)
 - ▶ tracer et interpréter les modes de transmission héréditaire sur des arbres généalogiques
- décrire et évaluer la conception et le fonctionnement de solutions technologiques, en utilisant des principes de génétique. (116-6)
 - ▶ étudier l'importance de la consultation génétique
 - ▶ décrire les méthodes de détection des maladies génétiques :
 - (i) amniocentèse
 - (ii) PVC (prélèvement de villosités chorales)
 - (iii) foetoscopie
 - (iv) marqueurs génétiques
 - ▶ décrire les méthodes de traitement des maladies génétiques :
 - (i) dépistage et prévention
 - (ii) chirurgie
 - (iii) mesures environnementales
 - (iv) thérapie génique

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves devraient pouvoir tracer et interpréter des arbres généalogiques à partir de données sur les modes de transmission déterminés par un allèle simple ou des allèles multiples chez les humains. Ils devraient pouvoir être capables, à partir de l'analyse de ces données, de déduire la méthode de transmission (dominante, récessive, liée au sexe). Les élèves pourraient comparer des arbres généalogiques en vue de déterminer le mode de transmission des maladies liées au sexe et non liées au sexe. On peut se procurer facilement l'arbre généalogique de la reine Victoria illustrant la transmission de l'hémophilie dans sa famille et s'en servir pour effectuer des études pluridisciplinaires (biologie/histoire). En groupe, les élèves pourraient concevoir des procédures, recueillir des données et préparer des arbres généalogiques en vue de démontrer la transmission de caractères autosomiques déterminée par un allèle simple ou des allèles multiples et de caractères liés au sexe.

L'utilisation de simulations d'enquêtes de médecine légale ou de jeux de type «meurtre et mystère» faisant appel à des indices fondés sur des caractères génétiques (groupe sanguin, taches de rousseur) et des données généalogiques dans lesquels les élèves sont appelés à résoudre un crime d'après les renseignements fournis constitue un bon moyen d'améliorer leurs connaissances et de stimuler leur intérêt dans le domaine de l'analyse génétique.

Les conseillers en génétique étudient les antécédents médicaux des couples et de leur famille et apportent leur aide aux futurs parents en leur donnant des renseignements sur la fréquence des troubles génétiques dans leurs familles et en les aidant à déterminer les facteurs de risque associés à leur cas. Les élèves pourraient explorer les sources fournies par le Ministère de la Santé et des Services communautaires et effectuer des recherches dans la documentation appropriée afin d'obtenir de plus amples renseignements à ce sujet.

L'enseignant devrait référer les élèves au laboratoire *Établissement du caryotype* (Annexe B) qui porte sur les méthodes de détection des troubles génétiques.

Les élèves pourraient faire des recherches et réaliser une étude sur les possibilités de l'utilisation de la biotechnologie et de la thérapie génique somatique dans le traitement des troubles génétiques chez l'humain et sur les problèmes d'éthique qui en découlent. Quelle incidence aurait la thérapie génique sur les cellules germinales ou les cellules sexuelles ? Les élèves pourraient étudier le rôle des banques de gènes dans la préservation des espèces et des génotypes menacés. La société a-t-elle le droit ou la responsabilité de préserver ces espèces par ce moyen pour les générations futures ?

Une étude sommaire de la thérapie génique et ses bénéfices est suffisante.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient construire des arbres généalogiques afin d'illustrer la transmission de certains caractères (taches de rousseur, adresse) dans leur famille. Ils pourraient s'inspirer des modèles d'arbres généalogiques qu'on peut trouver sur Internet. (214-5, 215-2)
- Les élèves pourraient effectuer des recherches sur l'utilisation de la thérapie génique pour le traitement de certaines maladies génétiques comme la fibrose kystique. (116-6, 213-7)

Ressources

Biologie 11

Chapitre 7

- Sections 7.2 et 7.4

Biologie 12

Chapitre 9

- Section 9.4

Annexe B

Expérience : Établissement du caryotype

La génétique : Les implications (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- démontrer une compréhension de ce que sont les manipulations génétiques en utilisant ses connaissances de l'ADN (315-9)
 - ▶ définir le génie génétique
 - ▶ décrire les méthodes du génie génétique :
 - (i) enzymes de restriction
 - (ii) ADN recombinant
 - (iii) amplification d'ADN
 - vecteurs bactériens
 - vecteurs viraux
 - réaction en chaîne de la polymérase
 - (iv) électrophorèse en gel
 - (v) séquençage de l'ADN
- expliquer l'importance du projet génome humain et la raison pour laquelle il a été entrepris. (315-10, 117-2)
 - ▶ qu'est-ce que le projet génome humain ?
 - ▶ résumer les principaux résultats du projet

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Le génie génétique se définit comme étant la manipulation du matériel génétique d'un organisme afin de modifier les protéines qu'il produit.

L'utilisation d'enzymes de restriction ou de ciseaux biologiques à des fins d'identification par empreintes génétiques peut être démontrée efficacement à l'aide de modèles en papier. Les élèves pourraient effectuer des simulations pour démontrer l'utilisation d'enzymes de restriction pour la création de nouvelles séquences d'ADN (électrophorèse par exemple).

Le séquençage de l'ADN peut être comparé à l'assemblage d'un casse-tête, rassemblement d'indices d'une histoire de meurtre ou la reconstitution d'objet avec des vestiges archéologiques.

Les élèves pourraient réaliser un projet de recherche important sur le projet génome humain. En faisant appel à diverses sources imprimées ou électroniques, ils pourraient tenter de répondre aux questions suivantes :

- ▶ Comment et pourquoi le projet génome humain a-t-il été réalisé ?
- ▶ Quelles sont les implications du décodage du génome humain dans son entier ?

Les deux découvertes principales du projet est que 99,9% de tout l'ADN humain est identique et qu'il y a environ 35 000 gènes. L'enseignant pourrait attribuer un chromosome humain à un élève ou à un groupe d'élèves en leur demandant de faire des recherches sur sa cartographie. Les élèves pourraient préparer un grand modèle en carton de la structure du chromosome sur lequel sont indiqués les gènes identifiés et les caractéristiques pour lesquels le codage a été effectué. Les élèves pourraient faire la présentation de leur chromosome tandis que toute la classe pourraient construire un modèle du génome humain qui sera affiché dans la classe ou dans l'école.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient effectuer, en groupes, des recherches sur un des outils ou des techniques utilisés actuellement dans l'étude de la génétique et présenter leurs résultats en classe. Les recherches pourraient être menées notamment dans les domaines suivants : réaction en chaîne de la polymérase (RCP), identification par empreintes génétiques, analyseurs de gènes, ADN recombinant, clonage, marqueurs génétiques et cartographie génétique. Les élèves pourraient effectuer des recherches et des analyses sur la façon dont le clonage de la brebis Dolly en 1997 a influé sur notre compréhension des possibilités de la biotechnologie et sur la façon dont les connaissances dans le domaine du clonage des mammifères continuent à progresser. (118-6, 118-2)
- Les élèves pourraient, à partir d'un chromosome du génome humain faire des recherches en vue d'en établir la cartographie. Ils pourraient préparer, à l'échelle prescrite, un modèle en carton du chromosome en indiquant clairement les gènes les plus importants. Par la suite, ils pourraient présenter en classe l'information recueillie sur leur chromosome, et tous les chromosomes de la classe pourraient être mis en commun afin de constituer un modèle de génome qui serait affiché dans la classe ou sur un panneau d'affichage pour le bénéfice de toute l'école. (212-4, 315-2, 315-8, 315-10)
- Les élèves pourraient analyser la simulation de l'identification par empreintes génétiques qu'on leur présenterait afin de déterminer quel suspect était dans les environs de la scène du crime. Ils écrirait en abrégé la logique utilisée pour arriver à leurs conclusions. (212-4, 315-2, 315-8, 315-10)
- Le projet génome humain soulève un certain nombre de questions importantes. Dans leur journal de bord les élèves pourraient consigner leurs réflexions en rapport aux questions suivantes, puis élaborer, présenter et défendre leur position en faisant appel au raisonnement scientifique.
 - ▶ Récemment, un futuriste canadien, Frank Ogden, a déposé une demande auprès du bureau américain des brevets et des marques de commerce en vue d'obtenir une marque de commerce pour son ADN afin de protéger son identité. Il croit que sa démarche est importante parce qu'elle incitera d'autres personnes à faire de même, surtout si ces dernières possèdent un talent qui intéresse des chercheurs désireux d'étudier leur ADN, lequel constitue le support de la vie. Frank Ogden réussira-t-il ? Pourquoi réussira-t-il ou pourquoi échouera-t-il ?
 - ▶ Est-il conforme à l'éthique que les entreprises de biotechnologie privées utilisent les résultats des recherches financées par les fonds publics pour réaliser des profits ? Les personnes dont l'ADN a été utilisé pour mener des recherches financées par les fonds public dans le cadre du Projet génome humain devraient-elles être rémunérées ? (114-2, 117-2, 118-2, 118-6, 215-5, 315-9, 315-10)

Ressources

Biologie 12

- Chapitre 9
 ▶ Section 9.2

Biologie 11

- Chapitre 7
 ▶ Section 7.4

La génétique : Les implications (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- analyser, selon divers perspectives, des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement lorsqu'on applique des connaissances scientifiques émanant du projet du génome humain ; (118-2)
 - ▶ Risques :
 - (i) protection de la vie privée
 - (ii) domaine financier
 - (iii) éthique
 - ▶ Avantages :
 - (i) connaissance de prédispositions à des maladies
 - (ii) analyse, prévention et traitement des maladies
- sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources sur les OGM (organismes génétiquement modifiés) et les AGM (aliments nouveaux) ; (213-7)
- analyser, selon une perspective biologique, sociale, éthique et environnementale des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement de produire des OMG et des AMG. (118-2)
 - ▶ définir les OGM et les AGM
 - ▶ donner un exemple d'un OGM ou d'un AGM et de son importance :
 - (i) le maïs
 - (ii) le canola
 - (iii) le lait
 - (iv) le riz
 - (v) le saumon transgénique
 - (vi) les bactéries produisant de l'insuline
 - (vii) les bactéries mangeuses de biphenyle polychloré (BPC)
 - (viii) les bactéries mangeuses de pétrole

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

La réalisation du projet génome humain comporte des risques et des avantages pour la société. Dans le cadre d'une séance de remue-méninges, les élèves pourraient cerner certains enjeux, puis effectuer des recherches en vue d'analyser ces enjeux et de les discuter.

Les élèves pourraient effectuer des recherches et une analyse des risques et des avantages, puis défendre leur position sur des situations comme les suivantes :

- ▶ Utilisation de microorganismes génétiquement modifiés (OGM) pour la fabrication de médicaments, nettoyage des dégâts causés par la pollution, surveillance de l'environnement et exploitation minière.
- ▶ Mise sur le marché d'aliments génétiquement modifiés (AGM). Les élèves doivent faire des recherches afin de déterminer l'ampleur des manipulations génétiques effectuées actuellement dans l'industrie de l'alimentation (aliments transformés) et dans quelle mesure le public est au courant de ces pratiques.
- ▶ Quelle est l'importance de l'étiquetage des aliments génétiquement modifiés ? Quels sont les problèmes pratiques que cet étiquetage impliquent ?
- ▶ De quelle façon les nouvelles techniques de manipulation des gènes pourraient-elles avoir une incidence sur les niveaux d'allergénicité ?

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient choisir un domaine de la biotechnologie qui les intéresse et préparer un exposé en classe et un rapport écrit sur le sujet qui illustrent deux points de vue différents. Ils pourraient trouver sur Internet amplement de données pour effectuer cet exercice. L'évaluation pourrait être basée sur la qualité de l'exposé et du rapport écrit. Les enseignants devraient s'assurer qu'au moins une personne ou un groupe choisit comme sujet le projet génome humain et ses implications pour la vie et la santé humaine. (116-6, 117-2, 118-2, 118-6, 215-5)
- La classe entière pourrait répertorier une liste de sites Web utiles pour trouver de l'information sur la génétique et le dépistage génétique. (213-7)
- Les élèves pourraient créer leur propre questionnaire Web portant sur les considérations morales et éthiques associées à la génétique. Ils pourraient formuler 10 questions. Les élèves pourraient fournir une liste de sites Web que leurs pairs pourraient consulter afin de trouver réponses à leurs questions. (213-7)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 9

- ▶ Sections 9.2 et 9.3

Biologie 11

Chapitre 7

- ▶ Section 7.4

La génétique : Les implications (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- ▶ analyser, selon des perspectives biologique, social, éthique et environnemental des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement de produire des OMG et des AGM ; (118-2) (suite)
 - ▶ indiquer et expliquer les principaux risques associés aux OGM et aux AGM :
 - (i) danger pour l'environnement
 - (ii) effets sur la santé
 - (iii) problèmes sociaux et économiques
- établir des arguments pour appuyer ou opposer une décision concernant l'usage des OMG et AGM génétique en faisant appel à des données et des exemples et en reconnaissant diverses perspectives ; (118-6)
- présenter et soutenir une position sur l'usage des OMG et AGM basée sur des découvertes ; (215-5)
- analyser, selon des perspectives biologique, sociale, éthique et environnementale des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement du clonage des organismes ; (118-2)
 - ▶ définir le clonage
 - ▶ utiliser une brebis comme exemple pour décrire le procédé de clonage
 - ▶ indiquer et expliquer les principaux risques et avantages associés au clonage
- identifier et décrire des carrières fondées sur les sciences et la technologie ayant trait à la biotechnologie.. (117-7) Inclure...
 - (i) cytogénétique
 - (ii) génétique médicale
 - (iii) génie génétique

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient débattre de la question concernant l'étiquetage des aliments nouveaux.

Les élèves pourraient examiner les effets potentiels de la manipulation génétique sur la quantité d'allergènes. La production d'aliments nouveaux pourrait augmenter la quantité d'allergènes autour de nous.

Le clonage a été abordé dans le module 2, *La reproduction et le développement*. Les élèves pourraient utiliser la brebis Dolly à titre d'exemple du procédé de clonage. Les avantages et les risques associés au clonage sont les suivants :

- (i) vitesse de reproduction
- (ii) élimination des maladies
- (iii) manipulation des caractères
- (iv) réduction de la variabilité génétique
- (v) utilisation et destruction d'embryons
- (vi) perte d'individualité

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient avoir un débat dans lequel ils exposeraient les résultats de leur recherche et opposeraient leurs arguments à ceux d'autres intervenants au sujet des mérites de l'utilisation de la technologie pour la production d'aliments génétiquement modifiés ou d'autres aspects de la biotechnologie. Selon les enjeux choisis, les élèves représenteraient divers secteurs de la société : agriculteurs, politiciens, activistes environnementaux, consommateurs ou représentants d'agences de développement oeuvrant dans les pays du tiers monde.
- L'enseignant pourraient évaluer la participation des élèves sur la préparation des arguments et l'exhaustivité de la recherche effectuée. (116-6, 117-2, 118-2, 118-6, 215-5)
- Les élèves pourraient étudier (en effectuant des recherches ou des entrevues) une carrière de leur choix dans le domaine de la génétique et de l'hérédité : biochimiste, conseiller en génétique, technologue de laboratoire, généticien, oncologue, etc. Ils pourraient préparer une petite affiche illustrant les aptitudes requises pour réussir dans cette carrière. L'évaluation pourrait être basée sur la qualité de l'affiche. (315- 10, 117-2)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 9

- ▶ Section 9.3 et 9.4

L'évolution, le changement et la diversité

(Temps recommandé : 18 heures)

Vue d'ensemble

Introduction

En biologie, l'évolution est le concept qui permet de relier le passé au présent. Le présent module est axé sur l'étude de l'histoire, de l'importance et des mécanismes de l'évolution, en particulier sur la façon dont des changements dans le matériel génétique donnent lieu à l'apparition de nouveaux caractères qui accélèrent l'évolution. Les élèves y apprendront comment les mutations et la variabilité génétique peuvent provoquer des changements dans les espèces par suite de la sélection naturelle. Ce module présente également des preuves et des arguments relatifs à l'origine, au développement et à la diversité des organismes vivants sur la Terre.

Résultats d'apprentissage spécifiques

STSE	Habiletés	Connaissances
<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>	<i>L'élève doit pouvoir :</i>
<p>Nature des sciences et de la technologie 114-2 expliquer le rôle que jouent les données, les théories et les paradigmes dans l'élaboration de connaissances scientifiques ;</p> <p>114-5 décrire l'importance de la revue par ses pairs dans le développement des connaissances scientifiques ;</p> <p>115-7 expliquer comment des connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles données et alors que des lois et des théories sont subséquemment restreintes, révisées ou remplacées ;</p> <p>Interactions entre les sciences et la technologie 116-2 analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie ;</p> <p>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie 118-6 établir des arguments pour appuyer une décision ou un jugement, en faisant appel à des données et des exemples et en reconnaissant diverses perspectives.</p>	<p>Identification du problème et planification 212-1 identifier des questions à étudier découlant de problèmes pratiques et d'enjeux ;</p> <p>212-8 évaluer et sélectionner des instruments qui conviennent à la collecte de données, et des démarches qui conviennent à la résolution de problèmes ;</p> <p>Réalisation et enregistrement de données 213-5 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ;</p> <p>213-6 mener des recherches à la bibliothèque ou à l'aide d'outils électroniques afin de recueillir des renseignements sur un sujet donné ;</p> <p>Analyse et interprétation 214-3 compiler et afficher des données et des renseignements, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion ;</p> <p>214-7 comparer des valeurs théoriques et des valeurs empiriques et expliquer des écarts ;</p> <p>Communication et travail d'équipe 215-4 identifier plusieurs perspectives qui influent sur une décision ou une question liée aux sciences.</p>	<p>316-1 décrire des contextes historiques et culturels qui ont changé les concepts évolutionnaires ;</p> <p>316-2 évaluer des données courantes qui appuient la théorie de l'évolution et qui alimentent le débat sur le gradualisme et l'équilibre ponctué ;</p> <p>316-3 analyser des mécanismes évolutionnaires tels que la sélection naturelle, la variation génétique, la sélection artificielle et la biotechnologie, et leurs effets sur la biodiversité et l'extinction des espèces ;</p> <p>316-4 exposer des données et des arguments ayant rapport à l'origine, au développement et à la diversité des organismes vivants sur la Terre.</p>

L'évolution : Des perspectives historiques

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- expliquer comment des connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles données et alors que des lois et des théories sont subséquemment restreintes, révisées ou remplacées ; (115-7)
 - ▶ définir les termes «évolution» «adaptation» et «variation»
- dessiner une ligne du temps illustrant comment les formes de vie primitives ont évolué vers la diversité des organismes vivants sur la Terre aujourd'hui ; (316-4)
- analyser des mécanismes révolutionnaires tels que la sélection naturelle et la sélection artificielle ; (316-3)
 - ▶ expliquer les processus de sélection naturelle et de sélection artificielle
 - ▶ utiliser l'histoire de la phalène du bouleau comme exemple d'évolution et d'adaptation.

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

En guise d'introduction à l'étude de l'évolution, l'enseignant pourrait tracer une ligne du temps afin d'aider les élèves à visualiser la durée relative des périodes historiques et géologiques. Il pourrait en tracer une pour illustrer la progression des événements historiques qui ont mené à la théorie de l'évolution. Il pourrait aussi en tracer une pour illustrer l'histoire de l'homme depuis son apparition sur la Terre. L'enseignant pourrait coller une corde au mur pour représenter l'histoire de la Terre ramenée à l'échelle d'une année. Il pourrait indiquer la date du 1^{er} janvier à une extrémité (formation de la terre) et du 31 décembre à l'autre extrémité. Il pourrait constituer une série de fiches en indiquant sur chacune un événement important : apparition des organismes unicellulaires, des vers marins et des palourdes, des poissons, des dinosaures et des petits mammifères, des mammifères d'aujourd'hui et des humains. Les élèves pourraient placer les fiches sur la corde aux endroits correspondant aux dates où ils croient que les événements en question sont survenus. À l'aide d'une seconde série de fiches, l'enseignant pourrait placer les fiches aux endroits correspondant aux dates réelles de l'apparition des ces événements. Par la suite l'enseignant pourrait discuter avec les élèves des erreurs qu'ils pourraient avoir commises dans le placement des fiches.

Les élèves pourraient choisir un organisme ayant été soumis à une sélection artificielle. Il pourraient constater la valeur du caractère sélectionner et évaluer les effets secondaires. Des exemples d'organismes ayant été soumis à une sélection artificielle incluent les chiens, le blé, les pommes, les roses, le bétail, et le mouton.

L'histoire de la phalène du bouleau a déjà été mentionnée dans les cours de sciences de niveau intermédiaire. Elle a été utilisée à titre d'exemple du phénomène de mélanisme industriel.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient choisir comme sujet de recherche une carrière associée au domaine de l'évolution et préparer une affiche illustrant les aptitudes requises pour exercer chacune des professions : anthropologue, paléontologue, botaniste, physiologiste, entomologistes. (213-6)
- Les élèves pourraient choisir un animal actuel et rechercher les preuves de son évolution à partir de son ancêtre. Ils pourraient présenter leurs conclusions de façon visuelle (p. ex., enregistrement vidéo, affiche, modèles) ou sous la forme d'un rapport écrit. L'évaluation pourrait être basée sur l'exactitude et l'exhaustivité de la recherche et sur la qualité de la présentation. (115-7, 316-2, 316-4)
- Les élèves pourraient choisir un organisme ayant été soumis à une sélection artificielle. Il pourraient l'étudier et rédiger un rapport sur la valeur des caractères résultant de cette sélection artificielle, les comparer avec les effets négatifs qui auraient pu résulter d'une telle sélection. (316-3)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 10

- ▶ Sections 10.1 et 10.3

L'évolution : Des perspectives modernes

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- décrire des contextes historiques et culturels qui ont changé les concepts évolutionnaires ; (316-1)
- décrire l'importance de la revue par ses pairs dans le développement des connaissances scientifiques ; (114-5)
 - (i) Charles Lyell
 - (ii) Thomas Malthus
 - (iii) Alfred Wallace
 - (iv) Charles Darwin
 - (v) Jean-Baptiste Lamarck
 - (vi) Georges Cuvier
- expliquer le rôle que jouent les données, les théories et les paradigmes dans l'élaboration de connaissances scientifiques. (114-2)
 - ▶ décrire les théories de Lamarck et de Darwin
 - ▶ comparer les théories évolutionnistes lamarckiennes et darwiniennes
 - ▶ expliquer pourquoi Darwin a été incapable d'expliquer le mécanisme de transmission des caractères à l'aide de sa théorie
 - ▶ illustrer de quelle façon la connaissance de la génétique et des mutations de Mendel ont corroboré la théorie de Darwin
 - ▶ expliquer la théorie moderne de l'évolution et son importance dans les sciences biologiques

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient commencer par examiner les facteurs culturels qui ont eu une incidence sur la progression des idées évolutionnistes, comme les croyances religieuses.

Les élèves devraient connaître les contributions de Charles Lyell, Thomas Malthus, Alfred Wallace et, en particulier, de Charles Darwin au développement historique de la théorie de l'évolution. Ils devraient reconnaître que beaucoup d'arguments (scientifiques, religieux, philosophiques) ont été avancés pour expliquer les changements survenus dans les formes de vie au cours du temps. Lorsque les élèves aborderont le sujet de la revue par ses pairs, ils pourront comparer les méthodologies de Jean-Baptiste Lamarck et de Charles Darwin.

Le concept de changement de paradigme a été énoncé pour la première fois dans le cours **Sciences intégrées 1236**. Les élèves devraient reconnaître qu'un changement de paradigme s'est produit lorsque les idées évolutionnistes de Lamarck ont été généralement abandonnées en faveur de celles de Darwin. Les élèves devraient examiner comment Weismann a pu réfuter la théorie de Lamarck en coupant la queue à des souris et en les laissant se reproduire. Weismann a montré qu'après un grand nombre de générations, les descendants avaient toujours une queue, prouvant ainsi que les caractères acquis ne pouvaient pas être transmis.

Les élèves pourraient tenter d'expliquer de quelle façon les travaux de Mendel ont corroboré la théorie de Darwin.

Les élèves pourraient faire référence à la théorie moderne de l'évolution comme étant une intégration des théories de Mendel et de Darwin.

Pistes d'évaluation

- À la bibliothèque ou à l'aide d'outils de recherche électronique, les élèves pourraient rechercher de l'information sur un sujet lié à l'étude de la théorie de l'évolution et préparer un exposé oral et un rapport écrit. Les sujets suivants pourraient par exemple être retenus :
 - ▶ contribution de certaines personnes à la théorie de l'évolution
 - ▶ types de mécanismes de l'évolution
 - ▶ types de preuves à l'appui de la théorie de l'évolution
 - ▶ théories sur l'origine de la vie sur terre
 - ▶ gradualisme opposé à équilibre intermittent
 - ▶ rôle des virus dans le processus évolutif
 - ▶ exobiologie
- L'évaluation pourrait être basée sur la qualité de l'exposé oral de l'élève et de l'information trouvée. (213-6, 214-17)
- Les élèves pourraient comparer les théories de Lamarck et de Darwin. (114-5, 316-2)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 10

- ▶ Section 10.2

Chapitre 11

- ▶ Section 11.1

L'évolution : Des perspectives modernes (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- expliquer le rôle que jouent les données, les théories et les paradigmes dans l'élaboration de connaissances scientifiques. (suite) (114-2)
 - ▶ évaluer les preuves à l'appui de la théorie moderne de l'évolution :
 - (i) restes fossiles
 - (ii) biogéographie
 - (iii) anatomie comparée
 - structures homologues
 - structures analogues
 - structures vestigiales
 - (iv) embryologie comparée
 - (v) hérédité
 - (vi) biologie moléculaire
 - ▶ étudier le rapport entre l'âge relatif des sédiments et l'âge relatif des fossiles qui se trouvent dans les couches de sédiments
 - ▶ comparer les méthodes de datation des fossiles, notamment du point de vue de leur précision :
 - (i) datation relative
 - (ii) datation absolue

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient se référer à des documents multimédias afin d'étudier les éléments de preuve que les scientifiques ont proposés à l'appui de la théorie de l'évolution.

En groupes, les élèves pourraient effectuer un enregistrement vidéo sur l'histoire d'un organisme de leur choix et le montrer au reste de la classe ou ils pourraient soumettre leur travail dans le cadre d'un rapport de recherche écrit.

L'enseignant pourrait montrer aux élèves des fossiles ou des images de fossiles pour qu'ils puissent les comparer entre eux et avec les espèces vivantes apparentées. En observant les similitudes, les élèves pourront comprendre pourquoi les organismes peuvent être classés dans la même catégorie. En observant les différences, les élèves pourront comprendre comment les organismes ont changé avec le temps et sont devenus plus complexes.

L'anatomie comparée peut être utilisée de façon similaire. Les élèves pourraient essayer de trouver des organismes ayant une anatomie semblable à la leur. À partir de leurs observations, ils pourraient construire un arbre généalogique.

Les enseignants pourraient référer les élèves au module STSE du cours *Biologie 2231 «Classification par l'application de technologies modernes»* pour leur rappeler comment l'analyse de l'ADN a été utilisée pour déterminer les liens de parenté entre les organismes.

L'enseignant pourrait faire appel à l'analogie suivante pour illustrer la différence entre la datation relative et la datation absolue : «Je suis plus vieille que toi, tu es plus vieille que ta soeur, etc.», pour la datation relative, et «On peut déterminer l'âge d'un arbre en comptant ses anneaux», pour la datation absolue.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient comparer les séquences d'acides aminés et de protéines de divers organismes (p. ex., grenouille, homme, chimpanzé, lapin, vache) afin d'en étudier les similitudes. (114-2)
- On peut se procurer, auprès de fournisseurs de produits biologiques, des échantillons de sang simulés pouvant être utilisés pour comparer les protéines sanguines de différentes espèces : homme, chimpanzé, grenouille et poulet. (114-2)
- Les élèves pourraient réfléchir à l'énoncé suivant, ils pourraient se former une opinion sur le sujet, puis exposer et défendre leur position en faisant appel au raisonnement scientifique.

« On a émis l'hypothèse que l'on assiste actuellement à une sixième extinction massive. L'examen des fossiles indique que seulement cinq extinctions massives se sont produites à l'échelle de la planète depuis l'apparition des formes de vie complexes et que chacune avait été causée par un seul événement catastrophique. On a dit que la prétendue sixième extinction massive serait causée non pas par un événement catastrophique, mais par les activités d'une seule espèce, Homo sapiens, appelée espèce exterminatrice »
(118-6, 316-3)
- Les élèves pourraient faire une recherche sur les liens entre l'évolution des serpents et celle des lézards. Ils pourraient présenter leurs conclusions en classe. (114-2)
- Le saint suaire de Turin revêt une importance considérable pour les religions chrétiennes. L'âge du suaire a été déterminé à l'aide de techniques de datation. Les élèves pourraient faire une recherche sur la façon dont la datation a été effectuée et sur la controverse qu'elle a suscitée. Ils pourraient présenter leurs conclusions en classe. (212-1)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 10

► Section 10.3

L'évolution : Les implications

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- ▶ identifier des questions à étudier découlant de problèmes pratiques ; (212-1)
 - ▶ effectuer des calculs fondés sur le concept de demi-vie
- analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie. (116-2)
 - ▶ donner la définition de la génétique des populations, du pool génique et la fréquence des allèles
 - ▶ énoncer la loi de Hardy-Weinberg et expliquer son importance dans les théories de l'évolution.

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Une bonne introduction au sujet consiste à faire appel à un diagramme comme le suivant :



Le diagramme montre que la quantité de carbone 14 décroît avec le temps, tandis que la quantité d'azote 14 (stable) augmente avec le temps; cependant, le carbone 14 ne disparaît jamais complètement.

Les calculs impliquant la demi-vie devraient exiger des élèves qu'ils déterminent une des variables suivantes étant donné les valeurs des deux autres.

(i) la demi-vie (ii) le temps de la désintégration (âge du fossile) (iii) quantité désintégrée.

Des exemples de problèmes à résoudre sont rédigés sur la page suivante.

Ce processus peut être représenté par la formule suivante :

$$N_f = N_o \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{b}}$$

t = temps (années) b = demi-vie

Les élèves devraient connaître les conditions nécessaires afin de maintenir un équilibre selon la loi de Hardy-Weinberg. Un équilibre selon cette loi se produit lorsqu'il n'y a pas de changement génétique d'une génération à l'autre. Afin de déterminer le changement génétique d'une population qui se produit au cours des années, les scientifiques comparent une population authentique avec la population hypothétique de Hardy-Weinberg.

Les élèves devraient pouvoir résoudre des problèmes sous forme d'énoncés à l'aide des formules mathématiques exprimant le principe de Hardy-Weinberg. En outre, ils devraient comprendre les conditions nécessaires au maintien de l'équilibre de Hardy-Weinberg. Quelques exemples de problèmes à résoudre sont présentés sur la page suivante.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient résoudre les problèmes suivants impliquant la demi-vie.
 - ▶ Un fossile contient $\frac{1}{16}$ de la quantité initiale de carbone -14. Quel est l'âge du fossile si la demi-vie du carbone 14 est de 5730 années ?
 - ▶ Une roche vieille de 3,5 milliards d'années contient $\frac{1}{32}$ de la quantité initiale d'uranium 235. Quelle est la demi-vie de l'uranium 235 ?
 - ▶ Quelle fraction de la quantité initiale de carbone 14 reste-t-il dans un fossile âgé de 17 190 ans ? La demi-vie du carbone 14 est de 5730 années?
- Les élèves pourraient résoudre les problèmes suivants impliquant la loi de Hardy-Weinberg.
 - ▶ Si 16% d'une population Hardy-Weinberg manifeste un caractère récessif, quel est le pourcentage de la population qui a le génotype hétérozygote de ce caractère ?
 - ▶ Pour une population en équilibre selon la loi de Hardy-Weinberg la fréquence de l'allèle récessif est de 0,3. Quel pourcentage de la population est hétérozygote ?
 - ▶ La fréquence d'un allèle dominant pour un caractère donné dans une population en équilibre selon la loi de Hardy-Weinberg est de 0,9. Quel pourcentage des individus devraient posséder le caractère dominant ?
 - ▶ Si 16% d'une population de Hardy-Weinberg a le caractère récessif, quel pourcentage de la population est homozygote pour ce caractère dominant ?
- Les élèves pourraient prétendre qu'ils sont des biologistes qui étudient la martre des pins à Terre-Neuve-et-Labrador, une espèce menacée. Ils pourraient expliquer de quelle façon ils utiliseraient leurs connaissances sur la génétique des populations dans leurs études. (116-2)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 11

- ▶ Section 11.2
- ▶ Expérience 11 A

L'évolution : Les implications (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- énoncer une prédiction basée sur les données disponibles et des renseignements de fond ; (212-4)
- compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données ; (213-5)
- compiler et afficher des données et des renseignements sous divers formats, incluant des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion ; (214-3)
- analyser des mécanismes évolutionnaires et leurs effets sur la biodiversité. (316-3) Inclure :
 - décrire les conditions pouvant déséquilibrer une population Hardy-Weinberg
 - (i) mutations
 - (ii) dérive génétique
 - effet d'étranglement
 - effet fondateur
 - (iii) flux génétique
 - (iv) accouplements non aléatoires
 - accouplement consanguin
 - accouplement préférentiel
 - sélection sexuelle
 - (v) sélection naturelle
 - sélection stabilisatrice
 - sélection directionnelle
 - sélection divergente

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

L'activité de laboratoire *La génétique des populations et la loi de Hardy-Weinberg* permet aux élèves de réaliser les résultats d'apprentissage 212-4, 213-5, 214-3 et 116-2 (en partie).

Les élèves pourraient rechercher des exemples de chacun des mécanismes évolutifs indiqués et présenter leurs découvertes devant la classe (p. ex., les diverses races de chiens sont le résultat d'une sélection artificielle, mais tous les chiens, des saint-bernards aux chihuahuas, appartiennent à la même espèce ; adaptation au niveau de la morphologie, du comportement et de la reproduction résultant de la sélection naturelle, comme le camouflage chez la phalène du bouleau ; baisse de la population de guépards due à l'autofécondation). Les élèves pourraient se familiariser avec le concept de sélection artificielle en étudiant des pedigrees ou en faisant des expériences. La sélection artificielle permet la création de races d'animaux domestiques tandis que la sélection naturelle résulte uniquement des conditions naturelles.

Les élèves pourraient rechercher dans Internet de l'information pertinente sur l'évolution et la biodiversité. Les élèves pourraient, dans le cadre d'une séance de remue-méninges, examiner une liste de cas d'extinctions d'espèces survenues dans le passé et déterminer si chacune de ces extinctions a été provoquée par des phénomènes naturels ou par des activités humaines. Ils pourraient également rechercher les causes des extinctions actuelles et futures et formuler des hypothèses sur les conséquences de la réduction de la biodiversité causée par ces extinctions.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient réfléchir à la situation suivante :
Qu'arriverait-il à une petite tribu d'êtres humains vivant dans un endroit isolé sans contact avec le monde extérieur. Comment pourraient-ils devenir différents des autres humains ? À partir de quel moment n'appartiendraient-ils plus à l'espèce Homo sapiens ? (316-3) Les élèves pourraient partager leurs réflexions avec le reste de la classe.
- Les élèves pourraient faire une recherche sur les séquences d'acides nucléiques de différentes espèces animales. Ils pourraient utiliser leurs résultats afin de décrire les relations évolutives. Ils pourraient par la suite présenter leurs résultats en classe. (115-7, 212-4)

Ressources

Biologie 12

- Chapitre 11
 - ▶ Section 11.3
- Chapitre 12
 - ▶ Section 12.2

L'évolution : Les implications (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- analyser des mécanismes évolutionnaires et leurs effets sur la biodiversité (316-3). Inclure :
 - ▶ définir la spéciation
 - ▶ décrire deux voies générales qui conduisent à la formation de nouvelles espèces (transformation, divergence)
 - ▶ expliquer les conditions dans lesquelles la spéciation peut se produire
 - ▶ démontrer comment l'isolement géographique peut favoriser la spéciation
 - ▶ démontrer comment les barrières biologiques à la reproduction peuvent favoriser la spéciation :
 - (i) barrières prézygotiques
 - isolement comportemental
 - isolement géographique
 - isolement chronologique
 - isolement mécanique
 - isolement gamétique
 - (ii) barrières postzygotiques
 - non-viabilité des hybrides
 - stérilité des hybrides
 - déchéance des hybrides
 - ▶ évaluer la radiation adaptative en tant que mécanisme de spéciation
 - ▶ expliquer en quoi consistent les phénomènes d'évolution convergente et d'évolution divergente et pourquoi ils se produisent dans certains groupes d'organismes
 - ▶ expliquer le processus de coévolution

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Des exemples de transformation sont le phalène de bouleau ou les microbes résistant aux antibiotiques. Un exemple de la divergence est les géopsizes des îles Galápagos.

L'apparition rapide de nouveaux microbes résistant aux antibiotiques et d'insectes résistant aux pesticides constitue un cas de microévolution - évolution rapide résultant d'une sélection intense. Les élèves pourraient étudier les causes de l'apparition de ces nouvelles souches et les problèmes environnementaux et sociaux qu'elle suscite. Les élèves pourraient tenter de trouver des réponses aux questions suivantes :

- ▶ Si les mutations jouent un rôle important dans l'évolution, pourquoi beaucoup de scientifiques s'inquiètent-ils des effets mutagènes des rayons X, des radiations émises par les centrales nucléaires, des produits chimiques, etc. ?
- ▶ Quel serait l'effet sur la progéniture si l'ADN polymérase était infailible dans son rôle de correcteur d'erreur ? Quel serait l'effet à long terme sur l'évolution biologique ?
- ▶ Le clonage peut-il avoir des conséquences sur l'évolution ? Si oui, quelles sont-elles ?

Les élèves pourraient faire une recherche sur l'évolution d'un animal moderne comme le cheval, le chat ou le chien (ou de tout autre animal de compagnie ou animal domestique utilisé en agriculture). Ils pourraient procéder de la façon suivante : (dans le cas du cheval par exemple).

- ▶ Les élèves étudient l'évolution du cheval de Ehippus à Equus afin de déterminer les changements historiques qui ont été nécessaires pour le faire passer d'un petit herbivore des bois à un grand herbivore des plaines.
- ▶ On peut fournir aux élèves des documents (dessins, photos, œuvres d'art) illustrant des changements possibles dans certaines caractéristiques anatomiques comme la taille et la forme des jambes et des dents, ce qui leur permettra de déterminer si ces changements confirment la théorie de l'évolution. L'examen des diagrammes pourrait susciter la question suivante : Quel est le lien entre les changements dans le régime alimentaire et la transformation de la dentition ?
- ▶ On peut encourager les élèves à poursuivre leurs recherches en leur posant des questions comme les suivantes : Comment le cheval est-il avantage par sa grande taille dans les plaines ? ; Pourquoi est-il nécessaire qu'un animal vivant dans les plaines soit capable de courir ? ; Comment les changements survenus dans l'environnement ont-ils entraîné une évolution adaptative ?

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient faire une recherche sur le débat au sujet de l'extinction de l'homme de Neandertal, *Homo neanderthalensis*. Ils pourraient évaluer les deux principales théories qui s'opposent : l'extinction due à la compétition avec *Homo sapiens* ou l'extinction résultant de croisements avec *Homo sapiens*. (316-3)
- Les élèves pourraient expliquer, en faisant appel à la théorie moderne de l'évolution, l'apparition récente de populations de bactéries résistant aux antibiotiques.
- Les élèves pourraient expliquer, en faisant appel à la théorie moderne de l'évolution, l'apparition récente de populations d'insectes résistant aux pesticides. (118-6, 316-3)
- Le laboratoire de réflexion, *Y a-t-il une ou sept espèces de grenouilles léopards?* porte sur les barrières prézygotiques. Il sera avantageux de consulter d'autres sites Web que celui qui est proposé dans l'exercice du laboratoire.

Ressources

Biologie 12

Chapitre 12

- ▶ Sections 12.2, 12.3

L'évolution : Les implications (suite)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

- évaluer des données courantes qui appuient la théorie de l'évolution et qui alimentent le débat sur le gradualisme et l'équilibre ponctué ; (316-2)
 - (i) Gould
 - (ii) Eldridge
- exposer des données et des arguments ayant rapport à l'origine, au développement et à la diversité des organismes vivants sur la Terre ; (316-4)
 - (i) évolution chimique
 - ▶ théorie d'Oparin-Haldane
 - ▶ théorie de Miller-Urey
 - (ii) panspermie
 - (iii) hypothèse Gaïa
 - (iv) théorie de la création intelligente
 - (v) hypothèse hétérotrophe
 - (vi) symbiogenèse
- mener des recherches à la bibliothèque ou à l'aide d'outils électroniques afin de recueillir des renseignements sur un sujet donné ; (213-6)
- expliquer le rôle que jouent les données, les théories et les paradigmes dans l'élaboration de connaissances scientifiques ; (114-2)
- expliquer comment des connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles données et alors que des lois et des théories sont subséquemment restreintes, révisées ou remplacées ; (115-7)
- établir des arguments pour appuyer une décision ou un jugement. (118-6)

Élaborations - Pistes d'apprentissage et d'enseignement

Les élèves pourraient faire une recherche sur les travaux de Stephen J. Gould et Niles Eldridge portant sur l'équilibre intermittent. On pourrait utiliser des tableaux pour illustrer les différences entre ces deux théories. Les élèves pourraient faire des recherches en vue de répondre aux questions suivantes : Comment un scientifique souscrivant à la théorie du gradualisme ou à la théorie de l'équilibre intermittent peut-il expliquer les lacunes dans les restes fossiles ? Quelle sorte de preuves pourrait convaincre de souscrire à la théorie du gradualisme plutôt qu'à la théorie de l'équilibre intermittent, ou vice versa ?

Les élèves pourraient faire des recherches en vue d'interpréter et d'évaluer les données sur les théories proposées afin d'expliquer l'origine et le développement de la vie : hypothèse Gaïa, théorie symbiotique sur l'origine des cellules eucaryotes, hypothèse hétérotrophe, théories sur les extinctions massives, génération spontanée ou évolution chimique (Oparin-Haldane, Miller-Urey) dans les conditions qui régnaient à l'origine.

Les élèves pourraient faire des recherches sur les conditions qui règnent sur une planète du système solaire et déterminer, à l'aide de la théorie d'Oparin-Haldane, si la vie est possible sur cette planète (aujourd'hui ou dans le futur).

L'enseignement de l'évolution suscite beaucoup de controverses. En incluant la théorie de la création intelligente dans les théories proposées pour expliquer l'origine de la vie, les enseignants pourraient montrer aux élèves qu'il existe beaucoup de croyances différentes sur l'apparition de la vie sur la Terre, ce qui peut rassurer des élèves qui, en raison de leurs croyances religieuses, ne souscrivent pas aux théories scientifiques de l'évolution. Les enseignants pourraient insister sur le fait que l'étude de toutes les théories proposées vise à donner aux élèves l'occasion de se former une opinion sur chacune de ces théories et de prendre des décisions éclairées au sujet de leurs croyances.

Les élèves pourraient effectuer une activité de laboratoire qui leur permet de préparer des coacervats et de les observer dans différentes conditions ambiantes.

Pistes d'évaluation

- Les élèves pourraient planifier un débat sur les deux théories opposées du gradualisme et de l'équilibre intermittent. Les élèves pourraient faire des recherches afin de trouver des arguments qui corroborent ou réfutent ces théories. (316-2)
- Les élèves pourraient faire une recherche à la bibliothèque ou dans des documents électroniques sur chacune des théories ou sur une théorie en particulier. Les élèves doivent préparer des rapports écrits individuels et faire un exposé en classe sur la ou les théories. (316-2, 316-4)
- À partir des renseignements qu'ils auront trouvés, les élèves pourraient faire un tableau résumant les principales idées qui sous-tendent chacune des théories de l'évolution. (316-2, 316-4)
- Les adeptes du mouvement religieux raélien au Québec croient que les hommes ont été créés par les extraterrestres. Les élèves pourraient étudier comment l'examen des séquences d'acides nucléiques peut être utilisé pour réfuter ou confirmer cette croyance. (115-7, 116-2)

Ressources

Biologie 12

Chapitre 12

► Sections 12.3

Modes de reproduction

	Types	Description	Exemple
Reproduction asexuée <i>Une cellule mère se divise par mitose pour produire 2 cellules identiques qui sont des clones de la cellule mère.</i>	Bourgeonnement	Une excroissance se forme sur un organisme, se développe pour donner un nouvel organisme qui se détache du premier.	Levures, hydres
	Scission binaire (Scissiparité)	La cellule mère se divise par mitose pour donner des cellules filles.	Bactéries
	Production de spores	Le parent se divise par mitose pour donner des descendants.	Champignons, p. ex. genre Rhizopus
	Fragmentation	Des parties d'un organisme s'en détachent et sont dispersées. Chacune de ces parties est capable de former un nouvel organisme.	Plantes d'intérieur reproduites à l'aide de boutures
	Parthénogenèse	Un œuf non fécondé se divise par mitose.	Certains insectes, p. ex. puceron lanigère du sapin
Reproduction sexuée	<i>Les descendants sont obtenus par la fusion du noyau de l'œuf et du noyau spermatique. Les descendants ne sont pas identiques aux parents mais leur ressemblent.</i>		

