

Cours  
**BIO-5070-2**  
La génétique  
et ses applications

**Biologie**





## BIO-5070-2

## La génétique et ses applications

### PRÉSENTATION DU COURS

Le but du cours intitulé *La génétique et ses applications* est de rendre l'adulte apte à traiter efficacement des situations des familles Recherche et Expertise portant sur la génétique, ses applications et leurs impacts.

Dans ce cours, l'adulte cherche des réponses à des problèmes ayant trait au fonctionnement moléculaire de la cellule de même qu'à la génétique, à sa diversité et à l'évolution qui en résulte. Il traite des données afin de résoudre des problèmes de croisements génétiques, de calculer des probabilités liées aux maladies héréditaires ou d'interpréter des tests d'analyse d'ADN. Il met à profit ses connaissances pour illustrer les effets d'une mutation de la séquence de l'ADN d'une cellule, pour comprendre la présence d'une maladie génétique ou pour expliquer la capacité d'une espèce à s'adapter à un changement survenant dans son environnement. Il prend des décisions éclairées à l'égard des enjeux sociaux, éthiques et environnementaux qui résultent de l'utilisation des technologies en biologie moléculaire, notamment du clonage de gènes et de la transgénèse, et évalue leurs répercussions sur les sociétés et les démographies. Finalement, il utilise divers moyens pour communiquer ses idées et les résultats de ses recherches scientifiques en lien avec les applications de la génétique.

Au terme de ce cours, dans des situations de *Recherche* et d'*Expertise*, l'adulte est en mesure :

- d'expliquer les mécanismes de transmission de caractères héréditaires à partir de croisements génétiques faisant appel aux lois de Mendel ou à l'hérédité liée au sexe;
- d'interpréter des informations portant sur la diversité des allèles d'une population (ex. : groupes sanguins des systèmes ABO et Rh);
- d'interpréter un arbre généalogique et des caryotypes humains dans le but de répondre à un questionnement en lien avec l'hérédité;
- d'analyser un enjeu lié à une application du génie génétique;
- de justifier la production d'organismes génétiquement modifiés (OGM) en s'appuyant sur des aspects biotechniques, sociaux, éthiques et environnementaux;
- de motiver l'utilité de la diversité face à l'homogénéisation génétique des plantes cultivées ou des animaux d'élevage;
- de discuter de questions d'ordre éthique qui pourraient survenir lors du dépistage génétique de maladies héréditaires;
- d'exploiter des résultats provenant de biotechniques (par exemple, pour établir une empreinte génétique ou pour détecter une anomalie génétique lors d'un test diagnostique de maladies héréditaires);
- d'analyser, à partir d'un cas concret, certains mécanismes de la microévolution et leurs effets sur la biodiversité ou la survie d'une population.

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Le tableau qui suit énumère les composantes à prendre en compte pour chacune des compétences du présent cours. Les manifestations de ces composantes sont présentées à l'annexe 4.

<b>Compétence 1</b> <b>Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes relevant de la biologie</b>	<b>Compétence 2</b> <b>Mettre à profit ses connaissances en biologie</b>	<b>Compétence 3</b> <b>Communiquer sur des questions de biologie à l'aide des langages utilisés en science et en technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerner un problème</li> <li>▪ Élaborer un plan d'action</li> <li>▪ Concrétiser le plan d'action</li> <li>▪ Analyser les résultats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situer une problématique dans son contexte</li> <li>▪ Analyser, sous l'angle de la biologie, un phénomène ou une application</li> <li>▪ Expliquer une problématique sous l'angle de la biologie</li> <li>▪ Construire son opinion sur une problématique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpréter des messages à caractère scientifique et technologique</li> <li>▪ Produire des messages à caractère scientifique et technologique</li> </ul>

## DÉMARCHES

L'adulte est apte à traiter une problématique, à résoudre un problème ainsi qu'à étudier une application grâce aux démarches d'investigation. Voici un rappel des étapes de telles démarches :

- définir le problème ou le besoin;
- formuler une hypothèse;
- vérifier l'hypothèse;
- tirer des conclusions et communiquer.

Les démarches d'investigation les plus appropriées à ce cours sont : la modélisation, la recherche documentaire et l'observation. C'est à l'étape de la vérification de l'hypothèse que ces démarches se distinguent. La section 3.5 et les annexes 2 et 3 présentent des démarches d'investigation et leurs caractéristiques respectives.

## COMPÉTENCES TRANSVERSALES

Les compétences transversales complètent les compétences disciplinaires, le développement des unes contribuant à celui des autres. Le cours BIO-5070-2 permet la mise en œuvre de l'ensemble des compétences transversales. Certaines d'entre elles, inscrites dans les cases grises du tableau ci-dessous, sont particulièrement visées dans les exemples de situations d'apprentissage présentés dans ce cours.

Compétences transversales			
Ordre intellectuel	Ordre de la communication	Ordre personnel et social	Ordre méthodologique
Exploiter l'information	Communiquer de façon appropriée	Actualiser son potentiel	Se donner des méthodes de travail efficaces
Résoudre des problèmes		Coopérer	Exploiter les technologies de l'information et de la communication
Exercer son jugement critique			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

## CONTENU DISCIPLINAIRE

### A) SAVOIRS

Les concepts prescrits représentent les savoirs spécifiques de ce cours. Ils sont énumérés dans les tableaux de la section suivante.

#### 1. Concepts

Les connaissances inscrites en italiques ont été construites dans les programmes d'études de science et technologie du programme de formation de l'école québécoise et doivent être à nouveau mobilisées dans ce cours.

Univers vivant	
<b>Concept général : Génétique</b>	
<p>La génétique est l'étude de la transmission héréditaire des caractères et de la variation entre les individus. Les gènes, unités de base de l'hérédité, se trouvent à des endroits bien précis sur les chromosomes. Chaque gène de cellule eucaryote est composé de deux allèles qui subissent les phénomènes de ségrégation et d'assortiment indépendant lors de la formation des gamètes.</p> <p>L'application des lois de Mendel sur l'hérédité nécessite de considérer le phénotype d'un individu pour tenter de déterminer son génotype sous-jacent. L'échiquier de Punnett est quant à lui utilisé pour prédire les résultats de croisements contrôlés. Enfin, l'arbre généalogique représente les unions et les descendance pendant de nombreuses générations pour un caractère particulier. Il permet de prévoir les risques de transmission d'une maladie héréditaire.</p> <p>Une maladie autosomique dominante comme la maladie de Huntington nécessite une seule copie du gène mutant pour se manifester. De leur côté, les maladies héréditaires à transmission autosomique récessive, telles la mucoviscidose (fibrose kystique), l'anémie falciforme, la <math>\beta</math>-thalassémie, l'acidose lactique et la phénylcétonurie, s'expriment seulement chez les individus homozygotes. Les hétérozygotes qui portent un seul gène mutant ne sont habituellement pas touchés par ces maladies : on les appelle des porteurs sains. Les anomalies liées au sexe (ex. : daltonisme, hémophilie, myopathie de Duchenne) sont plus fréquentes chez les mâles que chez les femelles.</p>	
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT
Compatibilité des groupes sanguins	<i>Déterminer la compatibilité ou l'incompatibilité des groupes sanguins entre eux (ex. : un individu du groupe A ne peut recevoir du sang que de type O ou A).</i>
CONCEPTS PRESCRITS	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Hérédité	Définir l'hérédité comme étant la transmission des caractères d'une génération à l'autre.
Chromosomes	Décrire le rôle des chromosomes comme porteurs de l'information génétique et responsables de la transmission d'informations héréditaires.
	Distinguer, à l'aide d'un caryotype, les chromosomes sexuels des autosomes.
	Établir la relation entre les chromosomes sexuels et la détermination du sexe chez l'humain.
Allèle	Définir un allèle comme étant l'une des formes que peut prendre un gène.

Caractère	Reconnaître des caractères héréditaires chez un individu ou dans une population (ex. : la couleur des yeux, les groupes sanguins, les maladies héréditaires).
<b>Génétique (suite)</b>	
<b>CONCEPTS PRESCRITS</b>	<b>CONNAISSANCES À CONSTRUIRE</b>
Homozygote et hétérozygote	Définir un individu homozygote pour un gène comme étant porteur de deux allèles identiques de ce gène.
	Définir un individu hétérozygote pour un gène comme étant porteur de deux allèles différents de ce gène.
Dominance et récessivité	Décrire les phénomènes de dominance et de récessivité des caractères.
Génotype et phénotype	Associer, pour un caractère héréditaire, le génotype à la combinaison des deux allèles du gène correspondant.
	Associer le phénotype aux caractères observables d'un individu.
	Distinguer, pour un ou plusieurs caractères, le génotype et le phénotype d'un individu à l'aide d'un tableau de croisement (échiquier de Punnett) ou d'un caryotype.
Lois de Mendel <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Principe de dominance</li> <li>○ Loi de la ségrégation</li> <li>○ Loi de l'assortiment indépendant</li> </ul>	Décrire les principaux mécanismes de l'hérédité proposés par Mendel en soulignant leur importance dans la compréhension de l'hérédité : principe de dominance, loi de la ségrégation et loi de l'assortiment indépendant.
	Illustrer comment l'assortiment indépendant augmente, par plusieurs combinaisons potentielles de chromosomes lors de la formation des gamètes, la variabilité génétique.
Croisement <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hérité lié aux autosomes</li> <li>○ Hérité lié au chromosome sexuel</li> </ul>	Déterminer les proportions des résultats de croisements monohybrides ou dihybrides à l'aide de règles de probabilité ou d'un échiquier de Punnett.
	Identifier, à l'aide d'un arbre généalogique, le mode de transmission d'un caractère héréditaire (transmission autosomique dominante, autosomique récessive ou liée au sexe).
Maladies héréditaires	Indiquer, à l'aide d'un arbre généalogique, la probabilité pour un couple donné d'avoir un enfant atteint d'une maladie héréditaire (ex. : la maladie de Huntington, la fibrose kystique, l'anémie falciforme, la phénylcétonurie, le daltonisme, l'hémophilie ou la myopathie de Duchenne).
	Déterminer, à l'aide d'un caryotype, si un individu est porteur ou atteint d'une maladie héréditaire.

<b>Concept général : Biologie moléculaire</b>	
<p>La biologie moléculaire s'intéresse à l'étude des processus de réplication, de transcription et de traduction de l'ADN, support chimique de l'information génétique.</p> <p>La réplication de l'ADN se fait selon un modèle semi-conservateur qui suit un mécanisme très précis impliquant le principe de l'appariement des bases azotées formant les nucléotides. Elle permet de dupliquer le matériel génétique. Si des erreurs ont lieu lors de la réplication de l'ADN, des enzymes se chargent de réparer le brin endommagé.</p> <p>La transcription de l'ADN d'un gène en ARN permet quant à elle sa traduction en protéines. Dans le noyau, l'ADN est d'abord transcrit en ARN messager (ARNm). Ensuite, la traduction en chaîne d'acides aminés se déroule dans le cytoplasme, sur un ribosome, à l'aide de l'ARN de transfert (ARNt). Le code génétique établit la correspondance entre chaque codon d'ARNm et sa traduction en acide aminé. Un même gène peut produire différentes protéines. Cependant, une grande partie de l'ADN humain est composée de séquences non codantes.</p> <p>L'intégrité des molécules d'ADN et des processus de réplication, de transcription et de traduction est garante de la santé de l'organisme, car un infime changement dans la séquence des nucléotides peut entraîner la formation d'une protéine altérée, avoir des effets physiologiques négatifs ou conduire à un changement durable du phénotype. Les mutations sont des modifications de la séquence de l'ADN d'une cellule.</p> <p>Plusieurs mutations se produisent naturellement; elles sont dites spontanées. D'autres peuvent être provoquées par des agents mutagènes, par exemple des radiations, des produits chimiques ou des infections virales, bactériennes ou parasitaires. Certaines mutations de l'ADN peuvent provoquer des maladies héréditaires ou encore être à l'origine de nouveaux allèles. Elles participent aussi à créer la diversité génétique à la base de l'évolution.</p>	
<b>Concepts prescrits</b>	<b>CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT</b>
ADN	<p><i>Décrire la forme de l'ADN (double hélice).</i></p> <p><i>Expliquer le rôle de l'ADN (molécule portant le code génétique d'un individu. Cette information est présente en totalité dans chacune des cellules du corps).</i></p>
<b>Concepts prescrits</b>	<b>CONNAISSANCES À CONSTRUIRE</b>
Génome	Définir le génome comme étant l'ensemble du matériel génétique, c'est-à-dire toutes les molécules d'ADN d'une cellule.
Réplication de l'ADN	Associer la réplication de l'ADN au dédoublement des gènes en vue de leur transmission aux deux cellules filles.
Gène	<p>Définir un gène comme étant un segment d'ADN qui porte le code permettant la synthèse d'une ou de plusieurs protéines.</p> <p>Décrire la composition (bases azotées, sucre, phosphate) et la structure générale (appariement des bases sur la double hélice) d'une molécule d'ADN.</p>
Synthèse des protéines <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transcription</li> <li>○ Traduction</li> </ul>	Associer la synthèse des protéines à la transcription d'un brin d'ADN en ARNm, puis à sa traduction en séquence d'acides aminés à l'aide de l'ARNt.
Code génétique	À l'aide d'un tableau indiquant le code génétique, déterminer, à l'aide d'un tableau indiquant le code génétique, les acides aminés correspondant à une suite de codons ou la séquence d'ADN codante pour une séquence
Mutation	<p>Reconnaître les substitutions et les insertions ou délétions d'une paire de bases comme étant les deux principales catégories de mutations ponctuelles ayant lieu lors de la réplication de l'ADN.</p> <p>Identifier quelques causes de mutations : des erreurs lors de la réplication, la réparation ou la recombinaison de l'ADN et l'exposition à des agents mutagènes (tels que des radiations, des produits chimiques ou des infections).</p> <p>Expliquer comment une mutation peut être à l'origine d'une protéine différente ou de l'absence d'une protéine et avoir des conséquences sur l'apparition d'une maladie ou d'un cancer.</p>



<b>Concept général : Évolution</b>	
<p>L'évolution est un processus d'adaptation portant sur la transformation des espèces vivantes depuis l'apparition de la vie sur terre jusqu'à la diversité d'aujourd'hui. Elle explique à la fois la diversité et l'unité du vivant. Elle résulte de tout ce qui provoque un changement dans la composition génétique d'une population. À une échelle plus réduite, elle consiste dans la modification de la fréquence des allèles dans une population, au cours de générations successives.</p> <p>Les mécanismes favorisant la variation génétique ont des conséquences variables sur la survie des individus et des espèces : ils peuvent être bénéfiques, nuisibles ou neutres et, dans certains cas, ils sont susceptibles de mener à la spéciation. Les croisements de végétaux ou d'animaux permettent de favoriser l'émergence d'une caractéristique utile chez la majorité des individus d'une même espèce. Cette méthode, qualifiée de sélection artificielle, est largement utilisée dans le domaine de l'agronomie. Elle engendre des changements évolutifs beaucoup plus rapides que ceux de la sélection naturelle. L'utilisation d'antibiotiques augmente quant à elle la fréquence des bactéries résistantes par sélection naturelle. De la même manière, l'emploi de substances chimiques pour lutter contre des populations d'insectes ravageurs favorise l'émergence de populations d'insectes résistants.</p> <p>Les interventions modifiant la génétique d'une espèce, qui s'ajoutent aux multiples actions transformant l'environnement des êtres vivants, créent des enjeux et des problèmes liés au maintien de la biodiversité. L'apparition de nouvelles espèces ou, à l'inverse, l'extinction de certaines espèces font partie des enjeux sur lesquels la société doit se pencher.</p>	
<b>Concepts prescrits</b>	<b>CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT</b>
<i>Diversité génétique</i>	<i>Associer la diversité génétique à la reproduction sexuée (la combinaison de gènes provenant de la mère et du père assure la diversité).</i>
<b>Concepts prescrits</b>	<b>CONNAISSANCES À CONSTRUIRE</b>
Évolution biologique	Décrire l'évolution biologique comme étant le processus observable par lequel les caractères héréditaires des organismes changent, depuis des générations successives, par des mécanismes favorisant la variation génétique.
Diversité génétique	<p>Définir la diversité génétique sous l'angle de la variabilité des gènes au sein d'une même espèce.</p> <p>Reconnaître l'impact des activités humaines sur la répartition des êtres vivants et la biodiversité (ex. : la diversité génétique des espèces sauvages est plus élevée que celle des espèces domestiques qui ont subi un processus de sélection artificielle).</p>
Patrimoine génétique	Définir le patrimoine génétique comme étant l'ensemble des gènes d'une population à un moment donné.
Mécanismes de la microévolution <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sélection naturelle ou artificielle</li> <li>○ Flux génétique</li> <li>○ Dérive génétique</li> <li>○ Accouplement au hasard</li> <li>○ Mutation</li> </ul>	Décrire comment la sélection (naturelle ou artificielle), le flux génétique, la dérive génétique (effet fondateur et d'étranglement), l'accouplement au hasard et les mutations influent sur le patrimoine génétique d'une population, d'une génération à l'autre (ex. : la fréquence élevée des maladies héréditaires dans la population du Saguenay – Lac-Saint-Jean).
Adaptation	Illustrer le processus d'adaptation d'une population à son milieu par l'augmentation de la fréquence des formes résistantes par sélection naturelle (ex. : la résistance des bactéries aux antibiotiques ou la perte de sensibilité d'une population d'insectes à un insecticide).
Interventions modifiant la génétique d'une espèce	Décrire les effets sur la biodiversité des techniques modifiant la génétique d'une espèce (ex. : la sélection de semences, l'hybridation ou le clonage cellulaire).

Univers technologique	
<b>Concept général : Génie génétique</b>	
<p>Presque tous les êtres vivants utilisent le même code génétique : un même codon correspond à un même acide aminé, que ce soit chez l'animal, le végétal ou la bactérie. Cette universalité du code génétique permet de manipuler des gènes et de les transposer d'un organisme à un autre.</p> <p>Les techniques de biologie moléculaire employées pour séquencer, recombiner, transférer et analyser les gènes des organismes vivants font partie du domaine du génie génétique. Le génie génétique peut ainsi, par l'ajout ou la modification de gènes, faire perdre ou acquérir des caractéristiques aux végétaux et aux animaux, et ce, dès la première génération.</p> <p>Le domaine du génie génétique est en évolution : de nouvelles techniques sont constamment mises au point. Par exemple, on peut déterminer l'empreinte génétique d'un individu par l'analyse de séquences spécifiques d'ADN, puisque certaines sont uniques à chacun. Les applications du génie génétique interviennent dans des champs d'activité aussi variés que l'agriculture, la médecine ou la criminologie et tendent à transformer notre société, et peut-être l'espèce humaine elle-même.</p> <p>Ces nouvelles techniques et leurs applications soulèvent plusieurs questions sociales, éthiques ou environnementales qui amènent la société à se pencher sur les enjeux qui en découlent.</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT
<i>Transformation génétique</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Organismes génétiquement modifiés (OGM)</li> </ul>	<i>Nommer les principaux avantages et inconvénients des transformations génétiques (traitement de cancers, plantes résistant à des insectes nuisibles et tolérant certains herbicides, enrichissement en vitamine ou modification de la nature de certains aliments, réglementation et contrôles).</i>
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Outils de manipulation des gènes	Décrire le rôle des principaux outils utilisés pour manipuler les gènes (ex. : un enzyme de restriction coupe des séquences spécifiques de paires de bases sur les deux brins de l'ADN, un vecteur de clonage supporte l'insertion d'un fragment d'ADN et est capable de réplication autonome dans une cellule hôte, l'ADN recombinant est utilisé pour la production de protéines thérapeutiques).
Séquençage de l'ADN	Identifier un enjeu en lien avec l'établissement d'une empreinte génétique (ex. : l'eugénisme à la suite du dépistage d'une maladie héréditaire, le brevetage de gènes ou la divulgation de renseignements personnels).
Applications du génie génétique <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Clonage</li> <li>○ Transgénése</li> </ul>	Définir le clonage comme étant un procédé qui permet de faire des copies identiques d'un gène, d'une cellule ou d'un organisme entier.
	Reconnaître l'utilité du clonage des gènes (ex. : la production de vaccins, la fabrication d'insuline, d'EPO, de somatotrophine pour la production laitière, de l'hormone de croissance).
	Définir la transgénése comme étant le moyen de produire un OGM par le transfert d'un ou de plusieurs gènes étrangers à une cellule afin d'en modifier le génome.
	Identifier un enjeu en lien avec une application du génie génétique (ex. : les risques pour la biodiversité de la production d'OGM, les lois interdisant le clonage d'êtres humains, le traitement de maladies génétiques à l'aide de la thérapie génique).

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus signifiantes. Sans être exhaustif ni prescriptif, le tableau qui suit énumère des repères pouvant être associés à ce cours.

REPÈRES CULTURELS				
<b>Objets techniques, systèmes technologiques, procédés et produits</b>		Génétique <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tests génétiques (maladie héréditaire)</li> </ul> Biologie moléculaire <ul style="list-style-type: none"> <li>- Base de données d'ADN (système CODIS)</li> <li>- Prélèvement d'ADN (empreinte génétique)</li> </ul> Évolution <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antibiogramme</li> <li>- Sélection génomique (vaches laitières)</li> </ul> Génie génétique <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agronomie : production de plantes transgéniques (maïs, soya)</li> <li>- GloFish (poisson zébré génétiquement modifié)</li> <li>- Oncosouris de Harvard</li> <li>- Production d'insuline humaine par des microorganismes</li> <li>- Riz doré</li> </ul>		
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Vivant	Charles Darwin Frederick Griffith Barbara McClintock Gregor Mendel Thomas Hunt Morgan Reginald Punnett	Association régionale de l'acidose lactique Banque nationale de données génétiques du Canada (BNDG) Banques d'information génétique Corporation de recherche et d'action sur les maladies héréditaires (CORAMH) Génome Québec Programme canadien des ressources génétiques animales Projet BALSAC Réserve mondiale de semences du Svalbard		Découverte de la structure hélicoïdale de l'ADN Projet Génome humain
Technologique	Stanley Cohen et Herbert Boyer Alec Jeffreys Kary Mullis Michael Smith James Watson et Francis Crick	Association de thérapie génique du Québec Commission de l'éthique en science et en technologie du Québec Musée Armand-Frappier www.ogm.gouv.qc.ca (source d'information sur les OGM) Réseau de médecine génétique appliquée	Loi sur l'identification par les empreintes génétiques (L. C. 1998, chap. 37) Le <i>Monsanto Protection Act</i>	Clonage de Starbuck Protocole de Carthagène

## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* portent sur les applications liées à la génétique et leurs impacts sur les sociétés et la biodiversité. Ces situations englobent différents concepts généraux. Les paragraphes suivants présentent des exemples de tâches qui peuvent être confiées à l'adulte dans des situations d'apprentissage faisant appel à un ou plusieurs concepts généraux.

Une situation qui sollicite les concepts généraux « biologie moléculaire » et « génie génétique » peut conduire l'adulte à déterminer l'empreinte génétique d'un individu. L'adulte peut reconnaître et décrire des techniques de génie génétique permettant la manipulation de l'information héréditaire. Devant un cas de mutation, il est en mesure de démontrer qu'un changement dans une séquence spécifique d'ADN ou d'ARN peut entraîner une modification dans l'expression des gènes.

Une situation portant sur la biologie moléculaire peut amener l'adulte à se pencher sur l'origine d'une maladie génétique et à se questionner sur l'expression de l'information génétique, soit la relation entre l'ADN et la synthèse des protéines. Comme il est sensibilisé aux conséquences de l'exposition à des agents mutagènes, l'adulte peut juger de leurs effets. L'étude de la génétique lui permet de comprendre que les maladies génétiques ne sont pas forcément toutes héréditaires.

Dans une situation d'apprentissage qui aborde les concepts généraux « évolution » et « génétique », l'adulte peut traiter des données qualitatives ou quantitatives qui reflètent un changement dans la composition génétique d'une population au fil du temps. À l'aide des différents mécanismes de l'évolution, il peut justifier ces changements ou faire des prédictions portant sur le patrimoine génétique d'une population. L'étude du concept général « biologie moléculaire » lui permet d'exploiter des données pour établir des liens entre les séquences d'ADN et des caractères différents observés chez des individus.

Une situation portant sur le concept général « génétique » peut amener l'adulte à résoudre un problème lié à l'hérédité. L'adulte peut modéliser, à partir d'un modèle de caryotype, les processus qui assurent la transmission de l'information génétique. Il peut décrire le génotype et le phénotype liés à un allèle précis ou indiquer l'origine maternelle ou paternelle d'un chromosome. Il exploite ses connaissances pour expliquer comment un parent transmet certains de ses caractères à ses enfants. L'adulte fait appel au concept général « génie génétique » pour expliquer comment on peut analyser l'ADN et, ainsi, dépister la présence d'un gène défectueux.

Dans une situation portant sur le concept général « génie génétique », l'adulte peut justifier son opinion sur une technique du génie génétique, par exemple le clonage des gènes ou la transgénèse. Il peut décrire certaines manipulations du matériel génétique et reconnaître leurs applications thérapeutiques. À l'aide du concept général « évolution », l'adulte peut expliquer comment les interventions modifiant la génétique d'une espèce peuvent influencer sur le maintien de la biodiversité.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus significatives pour l'adulte lorsqu'elles sont liées par leur contexte aux domaines généraux de formation (DGF). Les domaines *Santé et bien-être*, *Environnement et consommation*, *Médias* et *Vivre-ensemble et citoyenneté* sont les plus susceptibles d'être exploités pour créer des situations d'apprentissage pour le cours BIO-5070-2. Les exemples qui suivent la présentation des familles de situations d'apprentissage pour ce cours rejoignent l'intention éducative des DGF *Environnement et consommation*, *Médias* ainsi que *Vivre-ensemble et citoyenneté*.

Domaines généraux de formation
Santé et bien-être
Orientation et entrepreneuriat
Environnement et consommation
Médias
Vivre-ensemble et citoyenneté

## EXEMPLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans les exemples de situations d'apprentissage suivants, les principales tâches effectuées soutiennent le développement des trois compétences disciplinaires. Elles appartiennent donc aux familles *Recherche* et *Expertise*.

### Famille *Recherche* : À la recherche d'un coupable

On a trouvé quelques cheveux sur la scène d'un crime. Les policiers suspectent deux individus et vous demandent de comparer l'ADN prélevé avec celui des suspects. Au laboratoire, on a établi l'empreinte génétique de l'ADN découvert sur la scène de crime et la technicienne vous remet les résultats de l'électrophorèse sur gel. De votre côté, en parcourant les dossiers des suspects, vous avez mis la main sur leurs profils d'ADN. Vous devez identifier le coupable.

Pour appuyer votre décision, votre dossier doit comprendre :

- une représentation du problème, appuyée d'une description de la structure de l'ADN et de sa réplication;
- une explication des principes scientifiques qui permettent de déterminer l'empreinte génétique d'un individu;
- une analyse de l'ADN des suspects à l'aide d'enzymes de restriction;

- une comparaison des résultats de l'électrophorèse sur gel avec l'analyse des profils d'ADN des suspects.

### **Famille *Expertise* : Des plantes transgéniques**

Depuis plusieurs générations, la famille de Louis Verdure cultive le maïs et, récemment, une partie des terres de l'entreprise a été réservée à la culture du soya. Or, les variations importantes de précipitations et de température des dernières années forcent cette entreprise québécoise à revoir ses pratiques agricoles. En effet, les plantations de maïs sont trop souvent la cible d'insectes ravageurs, tandis que les plants de soya sont envahis par les mauvaises herbes de façon récurrente.

Depuis la dernière assemblée générale des producteurs de grains, Louis Verdure s'intéresse à de nouvelles semences transgéniques : le maïs-grain *Bt* est résistant aux insectes et le soya transgénique est tolérant aux herbicides. Est-ce qu'il serait avantageux pour Louis Verdure d'avoir recours aux OGM? Pourquoi? Quels sont les avantages et les risques?

Dans votre justification, prenez soin de fournir :

- une description de ce qu'est un OGM, accompagnée d'une explication du code génétique et de la synthèse des protéines;
- de l'information portant sur les mécanismes de transmission de caractères héréditaires;
- les facteurs influant sur les mécanismes de l'évolution, et les répercussions sociales et environnementales de la sélection artificielle à la suite de l'utilisation d'OGM;
- une justification des avantages et des inconvénients de l'utilisation d'OGM en agriculture.

### **ATTENTES DE FIN DE COURS**

Le traitement de situations d'apprentissage suppose que l'adulte s'approprié une démarche d'investigation faisant appel à l'expérimentation, à la modélisation, à la recherche documentaire et à l'observation. Ces situations le conduisent, en biologie, à mettre en œuvre des habiletés de résolution de problèmes, à utiliser ses connaissances et à produire des messages.

L'adulte amené à résoudre un problème lié à la génétique, à ses applications et à leurs impacts s'en donne une représentation à la suite de la lecture ou de l'interprétation de messages à caractère scientifique. Il élabore un protocole expérimental ou un modèle adapté à l'une de ses hypothèses et exploite ainsi ses connaissances sur la génétique, la biologie moléculaire, l'évolution et le génie génétique. Il planifie les étapes de sa recherche et choisit, parmi les ressources disponibles, celles qui lui permettent de trouver des réponses aux questions soulevées. Il peut mettre en œuvre un plan d'action en réalisant les activités prévues ou décrire un plan d'action dont les activités ont déjà été accomplies. En laboratoire, il démontre des habiletés à préparer et à observer des échantillons. Au besoin, il utilise une démarche de modélisation pour résoudre le problème. L'adulte peut aussi apporter une solution à des problèmes génétiques de base à partir de collectes de données. Par exemple, il analyse les données recueillies à la suite d'un test d'ADN en s'appuyant sur sa compréhension des processus de réplication, de transcription et de traduction du matériel génétique. À l'aide de concepts

ou de lois, il explique le résultat de croisements génétiques et illustre ceux-ci par des modèles appropriés en respectant les conventions d'écriture en génétique. Si nécessaire, l'adulte apporte des corrections aux étapes planifiées, en faisant appel aux techniques qui conviennent. Dans un compte-rendu, il exploite les résultats obtenus en transformant parfois les données en tracés de courbes ou en graphiques. Il propose des explications en tenant compte des résultats et vérifie la concordance entre l'hypothèse et l'analyse de ceux-ci. Il reconnaît la relation existant entre la résolution de problèmes scientifiques et la mise au point de biotechnologies.

L'adulte qui étudie une problématique ou une application technologique liées à la génétique ou à la biologie moléculaire formule des questions rattachées à des enjeux sociaux, éthiques ou environnementaux. Il fait ressortir les caractéristiques de la problématique ou de l'application afin de comprendre les principes scientifiques qui y sont associés. Il justifie l'importance de la diversité génétique dans l'évolution d'une population et sa capacité à s'adapter à un changement survenant dans son environnement. Finalement, il défend une opinion sur les enjeux liés au progrès en biologie moléculaire ainsi que sur les applications qui en découlent. En s'appuyant sur ses connaissances de la génétique, il propose différentes explications ou solutions qui tiennent compte de l'ensemble de la problématique.

### CRITÈRES D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES VISÉES PAR LE COURS

Critères d'évaluation de la compétence 1	Critères d'évaluation de la compétence 2	Critères d'évaluation de la compétence 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Représentation adéquate de la situation</li> <li>▪ Élaboration d'un plan d'action pertinent</li> <li>▪ Mise en œuvre adéquate du plan d'action</li> <li>▪ Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation appropriée de la problématique</li> <li>▪ Utilisation pertinente des connaissances en biologie</li> <li>▪ Production adéquate d'explications ou de solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interprétation juste de messages à caractère scientifique</li> <li>▪ Production ou transmission adéquates de messages à caractère scientifique</li> </ul>