

Cours  
**BIO-5071-2**  
Reproduction  
et développement

**Biologie**





## PRÉSENTATION DU COURS

Le but du cours *Reproduction et développement* est de rendre l'adulte apte à traiter des situations des familles *Recherche* et *Expertise* portant sur la reproduction, la croissance et le développement ainsi que sur les biotechnologies qui leur sont associées.

Dans ce cours, l'adulte cherche des réponses à des questions ayant trait à la reproduction, à la croissance et au développement de l'être humain. Il traite des données afin de résoudre des problèmes portant sur le mécanisme de la division cellulaire, sur la régulation des naissances, sur des cas d'infertilité et sur le développement de l'embryon lors de la grossesse. Il met à profit ses connaissances afin d'expliquer les processus associés à la reproduction et au développement ainsi que la régulation de ces processus par les hormones. Il décrit les techniques d'intervention sur les mécanismes de reproduction. Il étudie l'incidence de facteurs environnementaux sur le développement de l'embryon et du fœtus et décrit les principes scientifiques sur lesquels reposent les techniques de dépistage et de diagnostic prénatal. Il prend des décisions éclairées à l'égard des enjeux sociaux qui résultent de l'utilisation des biotechnologies de la reproduction, entre autres la procréation médicalement assistée, le clonage reproductif ou thérapeutique et la transgénése, et évalue leurs impacts 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 le cycle biologique humain.

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

- de distinguer les processus cellulaires permettant la reproduction, le développement et la croissance d'un organisme;
- d'interpréter, à l'aide de modèles ou de schémas, des données provenant de l'observation des phases du cycle cellulaire d'une cellule animale ou végétale;
- déterminer, à partir d'un cas concret, les conséquences d'une mutation chromosomique lors de la méiose ou de la mitose (ex. : trisomie 21, cancer);
- d'expliquer les principes scientifiques sur lesquels reposent les technologies faisant appel aux mécanismes de la division cellulaire (ex. : recherche sur les cellules souches, implant cellulaire, clonage thérapeutique ou reproductif);
- d'expliquer comment la régulation hormonale agit sur les systèmes reproducteurs humains;
- de commenter une technologie utilisée en reproduction en soulignant les concepts scientifiques sur lesquels elle repose;
- de discuter des enjeux sociaux et éthiques soulevés par l'utilisation des technologies de la reproduction (ex. : interventions à l'aide de techniques de procréation médicalement assistée, diagnostic prénatal et prise de décision quant à une interruption de grossesse, nécessité de certains tests pour surveiller le développement fœtal).

## 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 : l'expérimentation, 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-5071-2 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 et les techniques prescrits sont énumérés dans les tableaux des deux sections suivantes.

#### 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	
Concept général : Division cellulaire	
<p>La division cellulaire est le mode de reproduction des cellules. Chez les eucaryotes, il existe deux types de division cellulaire : la mitose pour les cellules somatiques et la méiose pour les cellules germinales. Toute division cellulaire est précédée d'un doublement de la quantité d'ADN.</p> <p>La mitose assure le développement, la croissance et la régénération des cellules, en plus de leur permettre de conserver leur patrimoine génétique. Elle s'inscrit dans un cycle cellulaire comprenant l'interphase et la phase mitotique. Un mécanisme de régulation du cycle cellulaire commande l'enchaînement des phases, bloquant le déroulement du cycle lorsqu'une anomalie est détectée. Les cellules tumorales ne répondent pas à ce mécanisme : elles se divisent anarchiquement et forment des tumeurs.</p> <p>La méiose se produit quant à elle dans les gonades et génère des cellules filles qui ont la moitié du nombre de chromosomes de la cellule mère. L'assortiment aléatoire des chromosomes et la recombinaison génétique à la suite d'échange de fragments se produisant entre chromosomes homologues augmentent la diversité génétique des cellules produites.</p> <p>Les anomalies chromosomiques sont des modifications dans le nombre de chromosomes et dans leur structure qui peuvent provenir d'erreurs ayant lieu durant l'enjambement ou de la non-disjonction des chromosomes. L'enjambement peut donner lieu à des délétions ou à des duplications. La non-disjonction des chromosomes lors de la méiose peut produire des gamètes qui ont trop de chromosomes ou, inversement, qui n'en ont pas assez (trisomie et monosomie).</p> <p>Des modifications du génome peuvent se produire dans les cellules somatiques (mutation somatique) et les gonades (mutation germinale). Les mutations peuvent être aléatoires et spontanées ou encore être attribuables à des facteurs environnementaux, tels que les produits chimiques, les rayons X et certains virus. Certaines mutations sont « silencieuses » et n'ont aucun effet sur un organisme, alors que d'autres entraînent des cancers ou peuvent provoquer des maladies génétiques transmissibles aux descendants.</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT
Cellules <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Composants de la cellule</li> <li>○ Membrane cellulaire</li> <li>○ Noyau</li> <li>○ Chromosomes, gènes</li> </ul>	<i>Reconnaître les principaux constituants cellulaires visibles au microscope (membrane cellulaire, cytoplasme, noyau, vacuoles).</i>
	<i>Décrire le rôle des principaux constituants cellulaires visibles au microscope.</i>
<i>Mitose</i>	<i>Décrire les fonctions de la mitose (reproduction, croissance et régénération).</i>
<i>Fonctions de la division cellulaire</i>	<i>Distinguer la mitose de la méiose par leurs fonctions respectives.</i>
<i>Méiose et cycle de développement sexué : méiose, fécondation</i>	<i>Décrire la fonction de la méiose (produire des gamètes).</i>
	<i>Indiquer des avantages du cycle de développement sexué (ex. : le mélange des gènes provenant des parents, la différence entre les descendants et leurs parents).</i>

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Cycle cellulaire <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Interphase</li> <li>○ Phase mitotique</li> </ul>	Décrire l'interphase comme étant une succession de trois phases (deux phases de croissance où s'effectue la synthèse des protéines et de l'ARN, entre lesquelles s'intercale une phase où se déroule en plus la réplication de l'ADN).
	Caractériser les quatre étapes de la mitose : prophase, métaphase, anaphase et télophase.
	Expliquer la nécessité du maintien du nombre de chromosomes lors de la mitose pour que toutes les caractéristiques du matériel génétique d'une cellule soient conservées.
Méiose	Caractériser les phases de la méiose I (division réductionnelle) et de la méiose II (division équationnelle).
	Expliquer la nécessité de la réduction du nombre de chromosomes au cours de la spermatogénèse ou de l'ovogenèse.
	Illustrer comment l'enjambement et l'assortiment indépendant ayant lieu lors de la méiose peuvent être une source de diversité génétique pour les individus d'une même espèce.
	Distinguer la mitose et la méiose quant à leurs phases, au nombre de cellules produites et de chromosomes, et à l'échange de matériel génétique.
Mutation chromosomique	Décrire une mutation comme étant une modification irréversible de l'information génétique pouvant causer une anomalie dans le nombre de chromosomes ou dans la structure d'un chromosome.
	Distinguer la mutation germinale de la mutation somatique selon le lieu où elles se produisent et leurs conséquences possibles (ex. : une mutation germinale est héréditaire, une mutation somatique peut être à l'origine d'une maladie génétique ou d'un processus de cancérisation, ou être simplement silencieuse).
	Sur un caryotype, identifier une anomalie autosomique (ex. : syndrome de Down ou trisomie 21, syndrome d'Edwards ou trisomie 18, syndrome de Patau ou trisomie 13) ou une anomalie des gonosomes (ex. : syndrome de Turner [X0], syndrome de Klinefelter [XXY], syndrome de Jacob [XYY]).
Cancer	Associer le cancer à un ensemble de maladies dans lesquelles les cellules tumorales ne répondent pas au mécanisme normal de régulation du cycle cellulaire ou à la fonction normale d'apoptose.

<b>Concept général : Reproduction chez l'humain</b>	
<p>La reproduction est dite sexuée lorsque chacun des deux parents produit, dans ses gonades, des gamètes (cellules sexuelles) qui, éventuellement, s'uniront pour former un zygote. Elle est une source majeure de diversité génétique pour une population.</p> <p>Chez l'humain, le fonctionnement de l'appareil reproducteur ainsi que les processus de production et de maturation des gamètes sont contrôlés par des hormones sécrétées par l'hypothalamus, l'hypophyse et les gonades. Cependant, certains facteurs liés au mode de vie ou des événements extérieurs générant du stress ou de fortes émotions peuvent perturber le fonctionnement de l'appareil reproducteur, allant même parfois jusqu'à arrêter les cycles sexuels. La compréhension des mécanismes hormonaux impliqués dans la reproduction rend possible la maîtrise de la procréation, de la contraception et de l'aide médicale en cas d'infertilité.</p> <p>Certaines méthodes de contraception empêchent la rencontre des gamètes soit mécaniquement (préservatifs), soit chimiquement (contraception chimique). D'autres font obstacle à la nidation soit mécaniquement (stérilet), soit de façon hormonale (contraceptif d'urgence). Quant à la contraception hormonale féminine, elle repose sur les mécanismes de la régulation hormonale pour empêcher l'ovulation.</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>
Système reproducteur <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Organes reproducteurs chez l'humain</li> </ul>	Comparer les différences anatomiques et physiologiques des systèmes reproducteurs masculin et féminin (structures, fonctions, fonctionnement cyclique, contrôle hormonal).
	Distinguer le spermatozoïde et l'ovule par leurs dimensions, leur contenu et leur structure.
	Reconnaître la double fonction des gonades (ovaires et testicules) comme étant, d'une part, une fonction exocrine consistant dans la formation des gamètes et rendant ainsi possible la fécondation et, d'autre part, une fonction endocrine caractérisée par la production d'hormones.
Régulation hormonale	Définir une hormone comme étant un messager chimique sécrété par une glande et transporté par le sang pour agir sur des cellules cibles.
	Décrire le rôle de la gonadolibérine (GnRH) et des hormones (folliculostimuline [FSH], hormone lutéinisante [LH], œstrogène, progestérone, testostérone) dans le développement des organes génitaux ainsi que dans l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires chez l'homme et la femme.
	Expliquer l'interaction entre les principales hormones de reproduction chez la femme (œstrogène, progestérone, hormone lutéinisante [LH], folliculostimuline [FSH] et gonadolibérine [GnRH]) dans le maintien du cycle menstruel (ex. : rétrocontrôle ovarien sur l'hypothalamus et l'hypophyse, synchronisation des cycles ovarien et utérin).
	Expliquer l'interaction entre les principales hormones de reproduction chez l'homme (testostérone, hormone lutéinisante [LH], folliculostimuline [FSH] et gonadolibérine [GnRH]) dans le contrôle de l'activité testiculaire (ex. : production constante de testostérone, rétrocontrôle testiculaire sur l'hypothalamus et l'hypophyse).

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Gamétogenèse <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Spermatogenèse</li> <li>○ Ovogenèse</li> </ul>	Comparer les processus de formation des gamètes chez l'homme et la femme en matière de lieu, de rythme et de période de production ainsi que selon le nombre et le type de gamètes produits.
Fécondation	Définir la fécondation comme étant le processus permettant la formation d'un zygote.
Fertilité	Expliquer des causes d'une baisse de fertilité chez la femme (ex. : anomalies de l'ovulation, des trompes, de la glaire cervicale; endométriose) et chez l'homme (ex. : oligospermie, azoospermie, asthénospermie).
Contraception <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hormonale</li> <li>○ Mécanique</li> <li>○ Chimique</li> </ul>	Décrire le mode d'action de différentes méthodes de contraception (ex. : la pilule contraceptive combinée fait disparaître le pic ovulatoire de LH et de FSH et, donc, l'ovulation; le préservatif empêche les spermatozoïdes d'atteindre l'ovule).
<b>Concept général : Développement</b>	
<p>Le développement d'un organisme multicellulaire englobe toutes les modifications qui se déroulent de sa conception jusqu'à sa mort. Cela comprend, en plus de la période embryonnaire, la croissance après la naissance, caractérisée par l'augmentation de la taille et du nombre de cellules, ainsi que la régénération et les réparations des tissus assurant le maintien de l'organisme. Le développement poursuit deux objectifs : engendrer des cellules diversifiées et assurer la pérennité de la vie d'une génération à l'autre.</p> <p>Chaque animal passe par des stades similaires du développement embryonnaire : morula, blastula, gastrula. Les divers organes se développent de manière programmée à partir de couches cellulaires distinctes (ectoderme, mésoderme, endoderme) appelées « feuillets embryonnaires ». Le développement embryonnaire comprend à la fois un processus de croissance, de différenciation cellulaire et de morphogenèse résultant de divisions cellulaires asymétriques.</p> <p>Certains agents tératogènes (médicaments, virus, irradiations...) peuvent perturber le développement normal d'un embryon ou d'un fœtus et causer des anomalies congénitales occasionnant des malformations structurales. La surveillance médicale de la grossesse exploite différentes techniques pour observer avec attention le déroulement de celle-ci et prévenir des pathologies maternelles et fœtales. Une interruption volontaire de grossesse peut être proposée à la suite du diagnostic d'une anomalie chromosomique ou développementale détectée par l'examen du caryotype du fœtus.</p> <p>Les cellules souches ne sont pas spécialisées et jouent un rôle important dans le développement. On les trouve non seulement dans les embryons, mais aussi sur divers tissus adultes. La différenciation des cellules souches est un mécanisme qui permet à l'être humain de renouveler ses cellules ou de réparer des tissus endommagés.</p> <p>L'apoptose est un processus capital pour la morphogenèse. Cette mort cellulaire programmée est nécessaire à la survie des organismes. La fonction d'apoptose fait défaut chez les cellules cancéreuses. L'excès d'apoptose conduit quant à lui à des maladies dégénératives (ex. : Parkinson, Alzheimer, sida).</p>	
Concepts prescrits	CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT
Tissus	<i>Définir un tissu comme étant un ensemble de cellules, identiques ou non, qui concourent à une même fonction dans un organisme.</i>
Organes	<i>Définir un organe comme étant une partie différenciée d'un organisme, qui remplit une ou plusieurs fonctions spécifiques.</i>
Systèmes	<i>Définir un système biologique comme étant un ensemble de cellules, de tissus ou d'organes qui effectuent une ou des fonctions communes.</i>
	<i>Décrire les principales fonctions assurées par le corps humain (nutrition, relation et reproduction).</i>

Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Développement embryonnaire	Décrire les principaux phénomènes physiologiques ayant lieu durant des stades du développement embryonnaire et fœtal à partir de la constitution du zygote : segmentation (formation d'une morula), blastulation, gastrulation (formation des feuilletts embryonnaires) et organogénèse.
Croissance	Reconnaître le rôle de l'hormone de croissance (GH) dans la stimulation de la croissance des os et du cartilage.
Cellule souche	Définir une cellule souche comme une cellule indifférenciée ayant la capacité de se renouveler, de se diviser indéfiniment et de produire des cellules différenciées.
Différenciation cellulaire	Reconnaître la différenciation cellulaire comme étant la formation de divers types de cellules à partir d'une cellule souche, à la suite d'une division cellulaire asymétrique.
Morphogenèse	Définir la morphogenèse comme étant un processus assurant la création de formes ordonnées, organisées en un ensemble de tissus et d'organes.
Grossesse <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Période embryonnaire</li> <li>○ Période fœtale</li> </ul>	<p>Associer certains changements métaboliques et physiologiques se produisant pendant la grossesse à la sécrétion de diverses hormones : progestérone, œstrogène, gonadotrophine chorionique humaine (HCG), ocytocine.</p> <p>Décrire le principe sous-jacent aux tests de grossesse : détection de l'hormone gonadotrophine chorionique humaine (HCG) produite par l'embryon ou le placenta.</p> <p>Expliquer pourquoi, durant la grossesse, certaines substances présentent des risques pour le développement normal de l'embryon ou du fœtus et peuvent causer des anomalies congénitales (ex. : phocomélie ou ectromélie causées par la thalidomide, malformations cardiaques ou problèmes oculaires et auditifs causés par la rubéole).</p>
Apoptose	Reconnaître la mort cellulaire programmée (apoptose) comme un processus crucial pour la formation et le maintien de nombreux tissus.

## Univers technologique

### Concept général : Biotechnologie

L'évolution de plusieurs technologies, notamment en ce qui concerne la recherche sur la croissance des cellules, les cellules souches, le clonage ainsi que le traitement de certaines maladies telles que les cancers ou les lésions de la moelle épinière, résultent de la compréhension scientifique des mécanismes de la division cellulaire, de la reproduction et du développement. Les techniques d'intervention sur les mécanismes de reproduction permettent des actes médicaux autrefois jugés impensables et soulèvent des questions d'ordre éthique sur lesquelles la société doit se pencher.

Chez l'humain, le service de procréation assistée permet de remédier à certains problèmes d'infertilité. Les traitements reposent sur des techniques reproduisant en laboratoire une partie des processus naturels de la fécondation et du développement embryonnaire. Ces pratiques en plein essor amènent de multiples questionnements sur le plan éthique et social. Le don de gamètes et d'embryons, la congélation de ces derniers, la gestation pour autrui ou le diagnostic préimplantatoire sont des exemples de sujets amenant leur lot de préoccupations.

Les tests génétiques prénataux servent à détecter des anomalies génétiques chez un fœtus. Certains sont non invasifs, comme l'échographie, et d'autres le sont, comme l'amniocentèse et le prélèvement de villosités chorales. Les cellules embryonnaires prélevées lors de ces tests permettent d'établir leur caryotype. La possibilité de poser un diagnostic avant la naissance permet d'envisager une interruption de grossesse ou de prévoir des traitements si le fœtus est jugé anormal, ce qui soulève une question de bioéthique : qu'est-ce que la normalité?

Concepts prescrits	CONNAISSANCES CONSTRUITES ANTÉRIEUREMENT
Culture cellulaire	<i>Nommer des paramètres à maîtriser dans le cas des cellules cultivées (sources des cellules mères, croissance, comportement, conservation, caractéristiques des milieux de culture, paramètres physicochimiques et normes éthiques).</i>
Concepts prescrits	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Diagnostic prénatal <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tests de dépistage de maladies héréditaires</li> <li>○ Test diagnostique</li> </ul>	<p>Distinguer les tests de dépistage (indiquant la probabilité qu'un fœtus soit atteint d'une anomalie chromosomique) des tests diagnostiques prénataux (permettant de connaître l'état du fœtus avant sa naissance).</p> <p>Analyser des techniques de dépistage et de diagnostic prénatal (ex. : prise de sang maternel, échographie, amniocentèse, prélèvement de villosités chorales).</p>
Procréation médicalement assistée	Décrire les fondements physiologiques et mécaniques de différentes techniques de procréation médicalement assistée, comme l'insémination artificielle, le transfert d'embryons ou la fécondation <i>in vitro</i> (stimulation ovarienne, prélèvement d'ovules, injection intracytoplasmique).
Techniques d'intervention sur les mécanismes de reproduction	Discuter d'un enjeu en lien avec une technique d'intervention sur les mécanismes de reproduction (ex. : renversement de la stérilisation, don d'ovules, congélation d'embryons surnuméraires, clonage d'embryons, eugénisme, sexage d'embryons, reproduction sélective des bovins).

## 2. Techniques

Les techniques présentées ici sont réparties en deux catégories : *Langage graphique* et *Manipulation*. Certaines de ces techniques requièrent l'utilisation d'instruments et d'outils ou la manipulation de produits chimiques. La sécurité et l'utilisation de l'équipement de sécurité dans les laboratoires doivent demeurer une préoccupation constante pour les utilisateurs.

AU LABORATOIRE	
TECHNIQUES	CONNAISSANCES À CONSTRUIRE
Langage graphique <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dessin d'observation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Représenter tous les éléments qui caractérisent l'objet observé.</li> <li>• Respecter les proportions et la conformité avec la réalité lors de la réalisation d'un dessin d'observation.</li> <li>• Incrire sur un dessin d'observation toutes les informations nécessaires à son interprétation (grossissement, légende, titre).</li> </ul>
Manipulation <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation du matériel de laboratoire</li> <li>- Utilisation d'instruments d'observation</li> <li>- Préparation d'échantillons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipuler le matériel de laboratoire de façon sécuritaire (ex. : couper à l'aide d'un scalpel, déposer une lamelle sur une lame, broyer avec une baguette de verre, hacher au moyen d'un rasoir).</li> <li>• Utiliser les méthodes appropriées pour manipuler le matériel de laboratoire (ex. : prélever un produit à l'aide d'un compte-gouttes).</li> <li>• Employer correctement les instruments d'observation sciemment choisis (ex. : microscope, binoculaire, loupe).</li> <li>• Effectuer les manipulations permettant l'observation et l'analyse d'un échantillon (ex. : se servir de pinces stériles, laver les surfaces de travail à l'aide d'un désinfectant, réaliser une préparation microscopique, ajouter du colorant).</li> </ul>

## B) REPÈRES CULTURELS

Les repères culturels rendent les situations d'apprentissage plus significatives. 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>		Division cellulaire - Microscope Reproduction chez l'humain - Pilule contraceptive - Contraceptif d'urgence - Test de fertilité Développement - Test de grossesse - Greffe de moelle osseuse Biotechnologie - Échographie - Micro-injection - Banques de sperme		
Univers	Hommes et femmes de science	Ressources du milieu	Intervention humaine	Événement
Vivant	Walther Flemming Gregory Pincus et John Rock Édouard Van Beneden Karl Ernst von Baer	Association canadienne des victimes de la thalidomide Association québécoise des personnes de petite taille Société canadienne du cancer Les maisons des naissances		Célébrité des jumeaux siamois Chang et Eng Bunker (jumeaux fusionnés) Commercialisation de la pilule contraceptive Découverte de la trisomie 21 Histoire des quintuplées Dionne
Technologique	Robert Edwards	Commission de l'éthique en science et en technologie du Québec Programme québécois de dépistage prénatal Programme québécois de procréation assistée	Loi sur la procréation assistée (L. C. 2004, chap. 2)	Naissance de la brebis Dolly Naissance de Louise Brown (conçue par fécondation <i>in vitro</i> – FIV)

## FAMILLES DE SITUATIONS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les situations d'apprentissage issues des familles *Recherche* et *Expertise* portent sur les processus associés à la reproduction, au développement et à la croissance de l'être humain ainsi que sur leur régulation par les hormones.

Ces situations englobent différents concepts généraux. Les paragraphes suivants donnent des exemples de tâches qui peuvent être confiées à l'adulte dans des situations d'apprentissage faisant appel à divers regroupements de concepts généraux.

Dans une situation portant sur les concepts généraux « reproduction chez l'humain » et « biotechnologie », l'adulte peut démontrer que les connaissances acquises sur la régulation hormonale rendent possible la mise au point de méthodes permettant d'assurer une certaine maîtrise de la reproduction humaine. Il peut justifier des traitements pour contrer l'infertilité en les comparant au déroulement naturel de la conception d'un enfant et mettre en évidence les enjeux que la procréation médicalement assistée suscite dans la société et dans le couple.

Une situation d'apprentissage traitant de la grossesse peut conduire l'adulte à exploiter les connaissances provenant du concept général « développement » et à les mettre en lien avec le concept de « reproduction chez l'humain ». L'adulte peut, par exemple, analyser des données provenant de tests de grossesse fictifs ou établir la chronologie des étapes de l'embryogenèse, ou encore discuter des effets de l'abus de substances chimiques et de drogues sur le développement du fœtus. L'étude du concept général « biotechnologie » peut l'amener à évaluer la nécessité d'utiliser des tests diagnostiques pour surveiller le développement fœtal.

Dans une situation d'apprentissage portant sur le concept de « division cellulaire », l'adulte peut être appelé à comparer le cycle cellulaire d'une cellule saine avec celui d'une cellule cancéreuse et à discuter de la régulation de la croissance, de la division et de la mort cellulaires. Les connaissances du concept général de « reproduction chez l'humain » lui permettent alors de décrire les conséquences sur la division cellulaire et la gamétogénèse de traitements médicaux contre le cancer tels que la chimiothérapie. Une fois les notions portant sur le concept de « développement » acquises, l'adulte peut justifier le recours aux cellules souches pour le remplacement des cellules endommagées et, ainsi, le traitement de nombreuses maladies.

Dans une situation d'apprentissage mobilisant les concepts de « développement » et de « biotechnologie », l'adulte peut décrire comment le clonage peut servir les recherches portant sur le développement d'un embryon ou la différenciation cellulaire et ses dérèglements. Il peut ensuite démontrer pourquoi les applications en génie du développement permettent actuellement d'espérer la résolution de plusieurs problèmes de santé.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Les situations d'apprentissage sont plus signifiantes 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-5071-2. Les exemples qui suivent la présentation des familles de situations d'apprentissage pour ce cours rejoignent l'intention éducative des DGF *Santé et bien-être* 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* : Un bébé espéré

L'infertilité des couples peut résulter de causes variées. Heureusement, plusieurs techniques permettent d'aider les couples infertiles à satisfaire leur désir d'avoir un enfant.

Vous faites partie de l'équipe de procréation médicalement assistée de votre hôpital. Vous venez de recevoir les résultats des examens qu'ont passés madame X et monsieur Y pour comprendre les causes de leur infertilité. Vous en prenez connaissance afin de les analyser, puisque vous les présenterez au médecin de ces patients, qui pourra leur proposer une solution adaptée à leur situation.

Votre dossier doit comprendre :

- une représentation du problème incluant une description de la structure des organes reproducteurs chez l'humain et de la formation des gamètes ainsi qu'une explication de la régulation de la reproduction par les systèmes neuroendocriniens;
- une hypothèse sur les causes de l'infertilité de ce couple;
- une analyse du spermogramme et des spermatozoïdes de monsieur Y ainsi que des dosages hormonaux (LH, FSH et progestérone) de madame X;
- une comparaison, du point de vue de la fonctionnalité, entre les organes reproducteurs de monsieur Y et madame X et ceux d'un couple fertile;
- une description de certaines techniques de procréation médicalement assistée;
- une proposition de solution adaptée au couple XY.

### **Famille *Expertise* : Une décision à prendre**

Ça y est! Après de nombreuses tentatives infructueuses, votre grande sœur est finalement enceinte! Puisqu'elle bénéficie d'un suivi médical serré, elle a passé plusieurs tests, dont celui du dépistage de la trisomie 21. Les résultats de ce test indiquent une probabilité élevée qu'elle ait un enfant trisomique. Elle doit maintenant prendre la décision de passer ou non le test diagnostique (amniocentèse avec analyse des chromosomes du bébé).

Afin de prendre une décision éclairée, votre sœur vient vous consulter. Pour l'aider, vous devez lui expliquer la problématique.

Les renseignements fournis doivent inclure :

- une description de ce qu'est la trisomie 21, accompagnée d'un exemple de caryotype illustrant cette anomalie chromosomique;
- une illustration des différentes phases de la méiose, accompagnée d'explications portant sur son déroulement ainsi que sur la réduction nécessaire du nombre de chromosomes lors de l'ovogenèse;
- une description de quelques caractéristiques du développement d'un enfant trisomique;
- une argumentation portant sur les problèmes éthiques que certains tests diagnostiques prénataux peuvent poser.

### **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 reproduction et au développement 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 division cellulaire, la reproduction chez l'humain et le développement. 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 met en œuvre un plan d'action en réalisant les activités prévues. En laboratoire, il démontre des habiletés à préparer et à observer des échantillons. Il utilise différents instruments et, au besoin, produit des dessins d'observation. L'adulte peut aussi résoudre des problèmes liés au développement à partir de collectes de données. Si nécessaire, il apporte des corrections aux étapes planifiées, en faisant appel aux techniques appropriées. 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 reproduction et au développement 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. Par exemple, il analyse différentes technologies de reproduction en s'appuyant sur ses connaissances du système reproducteur et du développement embryonnaire. À l'aide de concepts ou de modèles, il explique un enjeu lié au diagnostic prénatal, illustre des processus associés au développement de l'être humain et fait appel aux mécanismes hormonaux qui s'y rattachent. À partir de ses connaissances sur la division cellulaire, il justifie une application du génie du développement. Finalement, il défend une opinion au sujet des enjeux liés aux techniques d'intervention sur les mécanismes de reproduction ainsi qu'à leurs retombées éthiques et sociales. En s'appuyant sur ses connaissances sur la reproduction et le développement, 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>