

La méiose, base de la reproduction sexuée

Trouves-tu que tous les bouleaux blancs de cette photographie semblent pareils? Ce n'est peut-être pas évident de l'observer à l'œil nu, mais même dans une forêt en bonne santé, chaque membre d'une même espèce a une information génétique différente. Celle-ci détermine les caractéristiques communes, mais aussi les légères différences entre les membres d'une même espèce. Dans ce chapitre, tu découvriras la méthode de reproduction qui permet à un organisme de recevoir de l'information génétique de ses deux parents.

Mon organisateur graphique*

Habilités en lecture et en écriture

Ce que tu apprendras

À la fin de ce chapitre, tu pourras :

- **expliquer** comment les organismes sont tous génétiquement distincts ;
- **décrire** la reproduction sexuée de divers organismes ;
- **distinguer** le processus de la mitose de celui de la méiose ;
- **expliquer** comment notre connaissance de la génétique a évolué au fil du temps.

Pourquoi est-ce important ?

Comprendre la méiose et la reproduction sexuée permet de comprendre le maintien de la diversité génétique et la transmission des maladies génétiques.

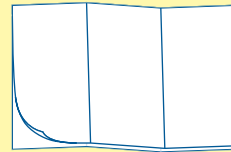
Les compétences que tu utiliseras

Dans ce chapitre, tu devras :

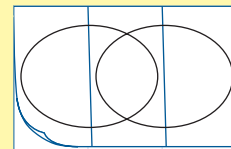
- **prédire** l'influence des variations génétiques sur la capacité de survie des organismes ;
- **expliquer** les différences entre la mitose et la méiose ;
- **comparer** les avantages et les inconvénients des reproductions sexuée et asexuée.

Prépare ton aide-mémoire repliable pour prendre des notes sur ce que tu apprendras dans le chapitre 6.

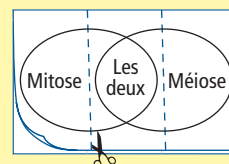
- ÉTAPE 1** Plie une feuille de papier en deux, de haut en bas, puis plie-la en trois dans l'autre sens.



- ÉTAPE 2** Déplie ton organisateur et **trace** un grand diagramme de Venn sur l'un des côtés.



- ÉTAPE 3** **Identifie** les sections, tel qu'illustré, puis **découpe** le long des plis, du côté du diagramme, afin d'obtenir trois sections.



Lis et écris À mesure que tu lis le chapitre, sers-toi du diagramme de Venn de ton organisateur pour comparer la mitose et la méiose et trouver leurs points communs.

* Tiré et adapté de *Dinah Zike's Teaching Mathematics with Foldables*, Glencoe/McGraw-Hill, 2003.

6.1 La méiose

Notions scientifiques de la section

- La méiose entraîne la production de cellules spéciales appelées gamètes.
- Les gamètes ont la moitié moins de chromosomes que les autres cellules du corps.
- Au cours de la méiose, deux divisions cellulaires se produisent : la première, à la fin de la méiose I, et la deuxième, à la fin de la méiose II.
- Dans la méiose I, les paires de chromosomes correspondants, appelés chromosomes homologues, se séparent.
- Lors de la méiose II, les chromatides sœurs se séparent.
- La méiose redistribue l'information génétique, ce qui produit des gamètes tous différents.

Mots clés

diversité génétique
embryon
fécondation
gamète
méiose
reproduction sexuée
zygote

Dans ta classe, tu peux observer des élèves dont la taille et le visage sont différents. En observant les figures 6.1A et 6.1B, tu constates que des organismes d'une même espèce se ressemblent et d'autres pas. Qu'ont en commun tous ces organismes? Ils sont tous le fruit d'un processus appelé la **reproduction sexuée**. Contrairement à la reproduction asexuée, où un seul parent est nécessaire et dont les descendants sont identiques, la reproduction sexuée nécessite deux parents. Leurs descendants sont génétiquement différents entre eux. Ils diffèrent aussi de leurs parents et de tout autre membre de la même espèce. Parfois, ces différences génétiques sont visibles, comme la couleur du pelage des lamas de la figure 6.1A. Parfois, elles sont invisibles, comme pour les hiboux de la figure 6.1B.



Figure 6.1A Les descendants produits par la reproduction sexuée sont génétiquement différents.



Figure 6.1B Les différences génétiques peuvent ne pas être visibles.

La variation à l'intérieur d'une espèce, c'est-à-dire les différences génétiques héritées, est appelée la **diversité génétique**. Elle est le résultat de la reproduction sexuée qui mélange ou redistribue aléatoirement l'ADN. Grâce à la combinaison de gènes transmis par ses parents, un organisme sera peut-être mieux équipé pour faire face aux changements de son environnement. Ainsi, il possèdera un avantage sur d'autres organismes de la même espèce.

Manger comme un oiseau

6-1A ACTIVITÉ d'exploration

Les changements génétiques causés par la reproduction sexuée donnent parfois à un organisme un avantage pour survivre. Un organisme peut être plus fort, plus doué pour échapper à ses prédateurs ou plus habile pour trouver sa nourriture. Par exemple, des différences de taille et de forme du bec peuvent permettre à une espèce d'oiseaux de survivre dans un environnement où la source de nourriture est particulière. Dans cette activité, tu détermineras quel type de bec donne, selon la source de nourriture, un avantage à un oiseau pour survivre.

Consigne de sécurité

- Ne mange jamais rien dans la classe de sciences.

Matériel

- une cuillère
- une paire de baguettes
- une pince ou des brucelles
- des billes
- des cure-dents
- des céréales
- des pièces de un cent
- un chronomètre ou une minuterie

Ce que tu dois faire

1. Travaillez en équipe de quatre. Prédisez quel « bec » (la cuillère, les baguettes ou les pinces) attrapera le mieux les « aliments » (les billes, les cure-dents, les céréales ou les pièces de un cent). Notez vos prédictions.
2. Tracez un tableau pour noter la quantité de nourriture attrapée par chaque type de bec.

3. Empilez la nourriture au centre de la table. Trois membres de l'équipe utilisent chacun l'un des becs pour attraper de la nourriture. La quatrième personne surveille et note la quantité de nourriture attrapée en 1 min par chaque membre.
4. Déterminez quel type de graphique est le mieux adapté pour présenter les résultats de votre équipe. Présentez ensuite vos résultats dans un graphique.
5. Nettoyez votre aire de travail et rangez le matériel utilisé.

Omnitruc

Consulte l'Omnitruc 4 pour apprendre comment présenter graphiquement tes résultats.

Qu'as-tu découvert ?

1. Les prédictions de ton équipe concordent-elles avec vos résultats ? Explique ta réponse.
2. Compare les résultats de ton équipe avec ceux de deux autres équipes.
 - a) Quels sont les points communs ?
 - b) Quelles sont les différences ?
3. Dans un environnement où les billes seraient la seule source de nourriture, quel bec serait le meilleur pour assurer la survie d'un oiseau ? Explique ta réponse.
4. Dans un environnement où les cure-dents seraient la seule source de nourriture, quel bec serait le meilleur pour assurer la survie d'un oiseau ? Explique ta réponse.

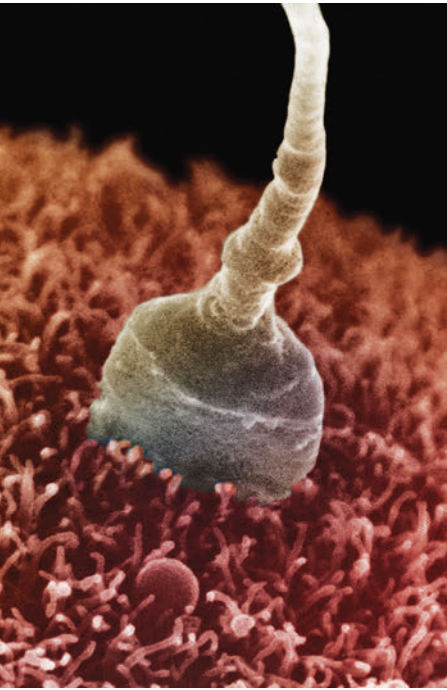


Figure 6.2 Un spermatozoïde humain pénètre dans un ovule humain, ce qui donne lieu à la fécondation.

Le rôle des gamètes

L'information génétique est transmise avec les chromosomes hérités des parents. À la section 4.1, tu as appris que tous les organismes ont un nombre précis de chromosomes dans les cellules de leur corps. Chez les organismes eucaryotes, on appelle ce nombre de chromosomes le nombre diploïde ($2n$). « Diploïde » signifie qu'une cellule du corps possède deux jeux de chromosomes. Le nombre diploïde d'une cellule humaine est 46 (2×23 chromosomes). Au cours de la mitose, le nombre diploïde demeure toujours le même, ainsi que l'information génétique dans les cellules de ton corps, sauf dans le cas d'une mutation.

Alors, pourquoi les êtres humains sont-ils génétiquement différents les uns des autres? Les êtres humains héritent d'un jeu de 23 chromosomes de leur mère et d'un jeu de 23 chromosomes de leur père. Le nombre haploïde (n) correspond à chaque jeu de chromosomes transmis. Les chromosomes haploïdes se trouvent dans les **gamètes**, des cellules spécialisées nécessaires pour la reproduction. Chez les animaux, les gamètes mâles sont appelés spermatozoïdes et les gamètes femelles portent le nom d'ovules.

Au cours du processus de **fécondation**, un spermatozoïde pénètre dans un ovule (voir la figure 6.2). L'information génétique haploïde du gamète mâle se combine alors avec celle du gamète femelle. Le résultat de ce processus est une cellule diploïde nommée **zygote**. La moitié de ses chromosomes est issue de la mère et l'autre moitié, du père. Le zygote commence alors à se diviser par mitose et forme un **embryon**.

La figure 6.3 montre comment un zygote hérite de son nombre diploïde de chromosomes et devient un organisme vivant.

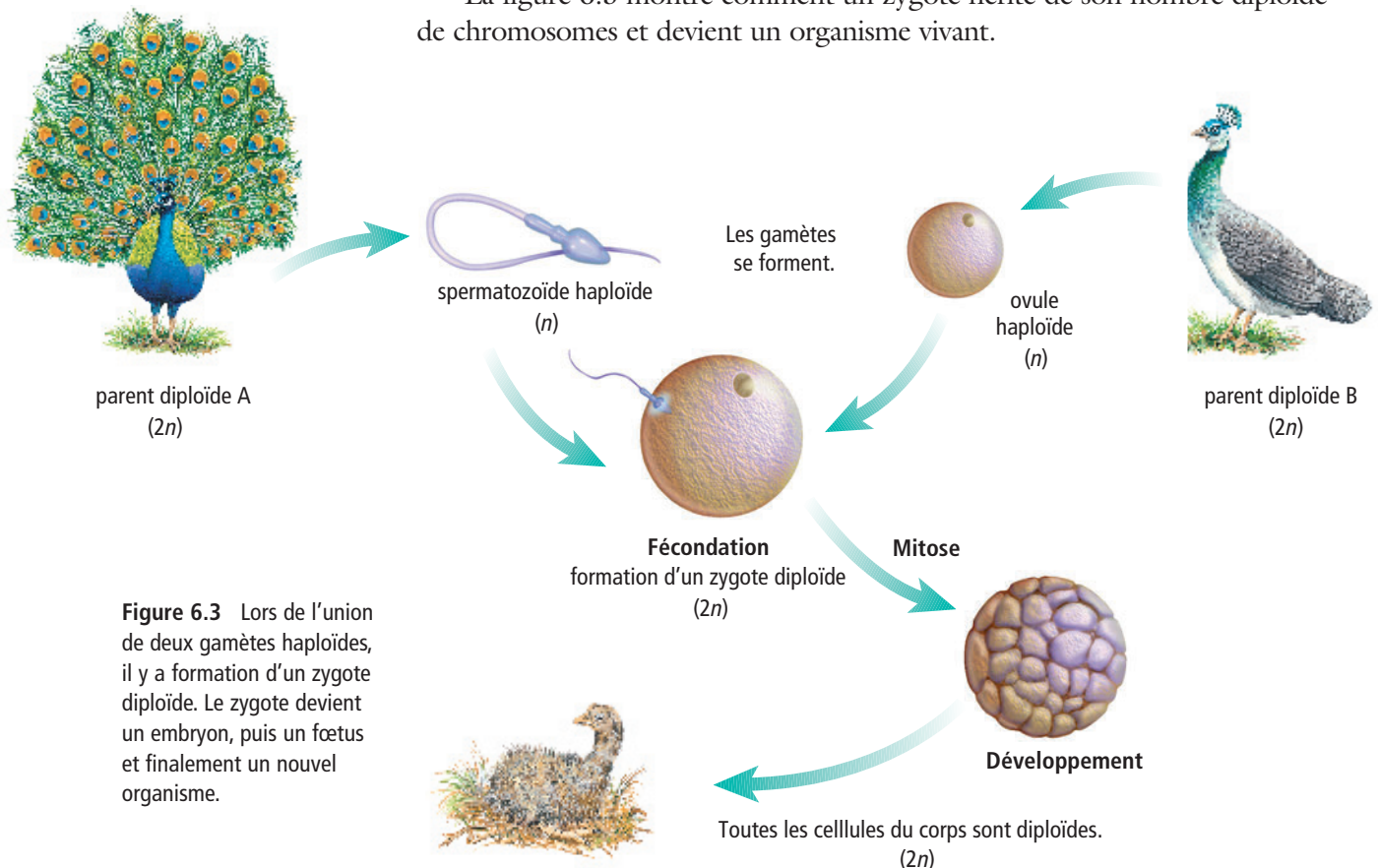


Figure 6.3 Lors de l'union de deux gamètes haploïdes, il y a formation d'un zygote diploïde. Le zygote devient un embryon, puis un fœtus et finalement un nouvel organisme.

La méiose : la réduction du nombre de chromosomes

La **méiose** est le processus de production des gamètes ayant deux fois moins de chromosomes que les autres cellules du corps. La méiose se produit dans les cellules germinales. Les cellules germinales sont des cellules spécialisées qui sont destinées à produire les gamètes (spermatozoïdes et ovules). Sans la méiose, l'union d'un spermatozoïde et d'un ovule au cours de la fécondation donnerait un descendant dont le nombre de chromosomes serait le double du nombre de chromosomes de ses parents. La figure 6.4 montre comment la méiose produit des gamètes ayant deux fois moins de chromosomes que les cellules des parents. Observe sur cette figure que l'ADN ne se réplique qu'une seule fois bien qu'il y ait deux divisions cellulaires.

Lien terminologique

Le terme « méiose » provient du mot grec *meiosis*, qui signifie « réduction ».

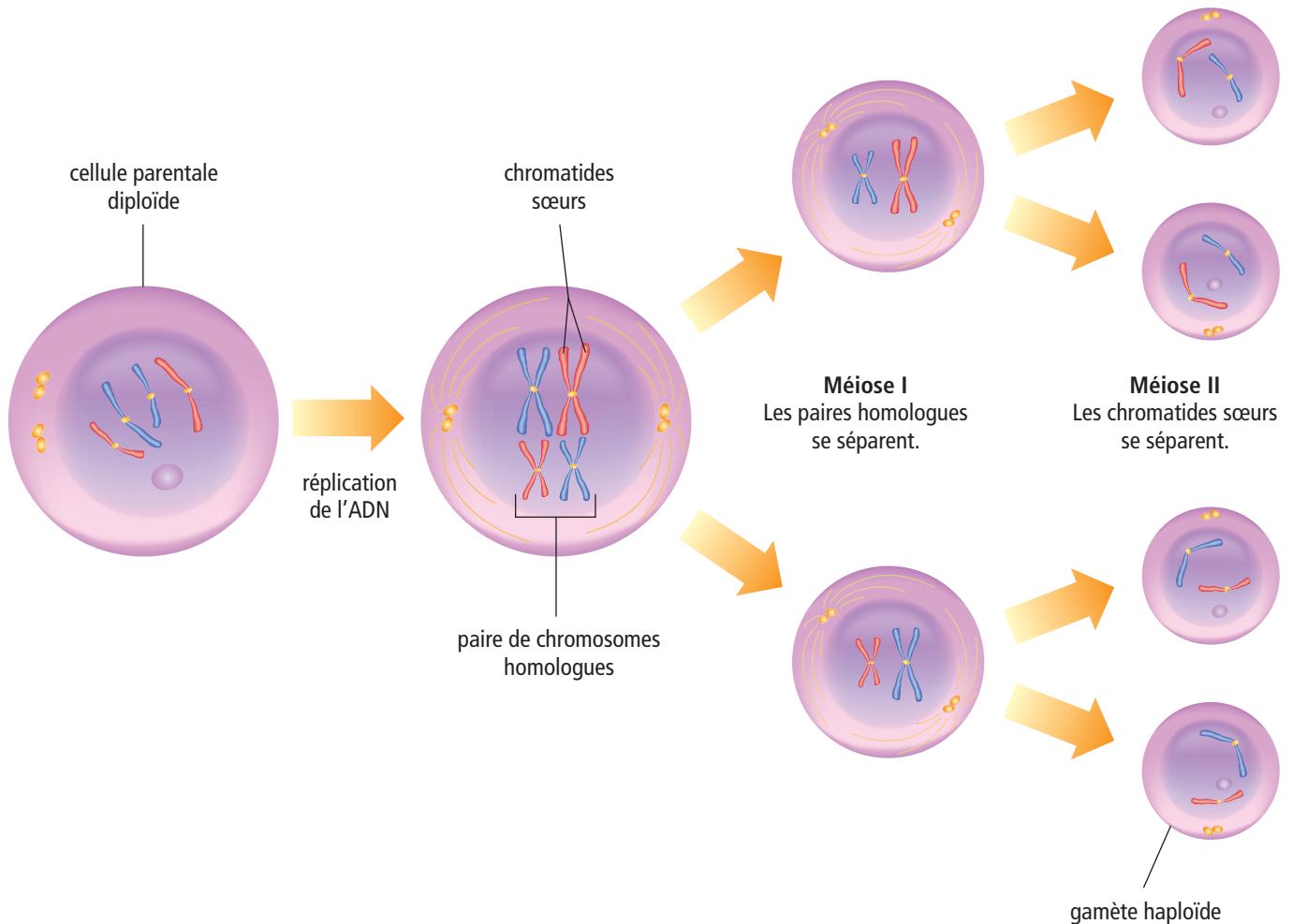


Figure 6.4 Au cours de l'interphase et avant le début de la méiose, l'ADN ne se réplique qu'une seule fois. On observe deux divisions cellulaires complètes : l'une après la méiose I et l'autre après la méiose II.

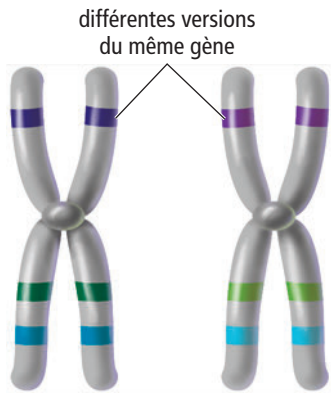


Figure 6.5 Les chromosomes homologues sont de même taille et de même forme. De plus, leurs gènes, comme le montrent les bandes colorées dans cette illustration, sont aux mêmes endroits. Chaque chromosome peut avoir des versions différentes de ces gènes, comme l'illustrent les différents tons des couleurs. Pendant la prophase I, les paires homologues se recherchent et s'accrochent sur toute la longueur.

La méiose I

Au chapitre 5, tu as vu, au cours de la mitose, que les 46 chromosomes s'alignent au centre de la cellule pendant la métaphase. Les chromatides sœurs se dirigent ensuite vers les pôles opposés de la cellule. La méiose I diffère de la mitose (voir la figure 6.6). Au cours de la méiose I, les paires de chromosomes homologues s'alignent au centre de la cellule. Une paire de chromosomes homologues est formée d'un chromosome provenant d'un parent et du chromosome correspondant provenant de l'autre parent de l'organisme (voir la figure 6.5). Pendant la méiose I, la paire de chromosomes homologues se sépare et chacun des deux chromosomes se dirige vers un des pôles opposés de la cellule. À la suite de la méiose I, il y a formation de deux cellules filles.

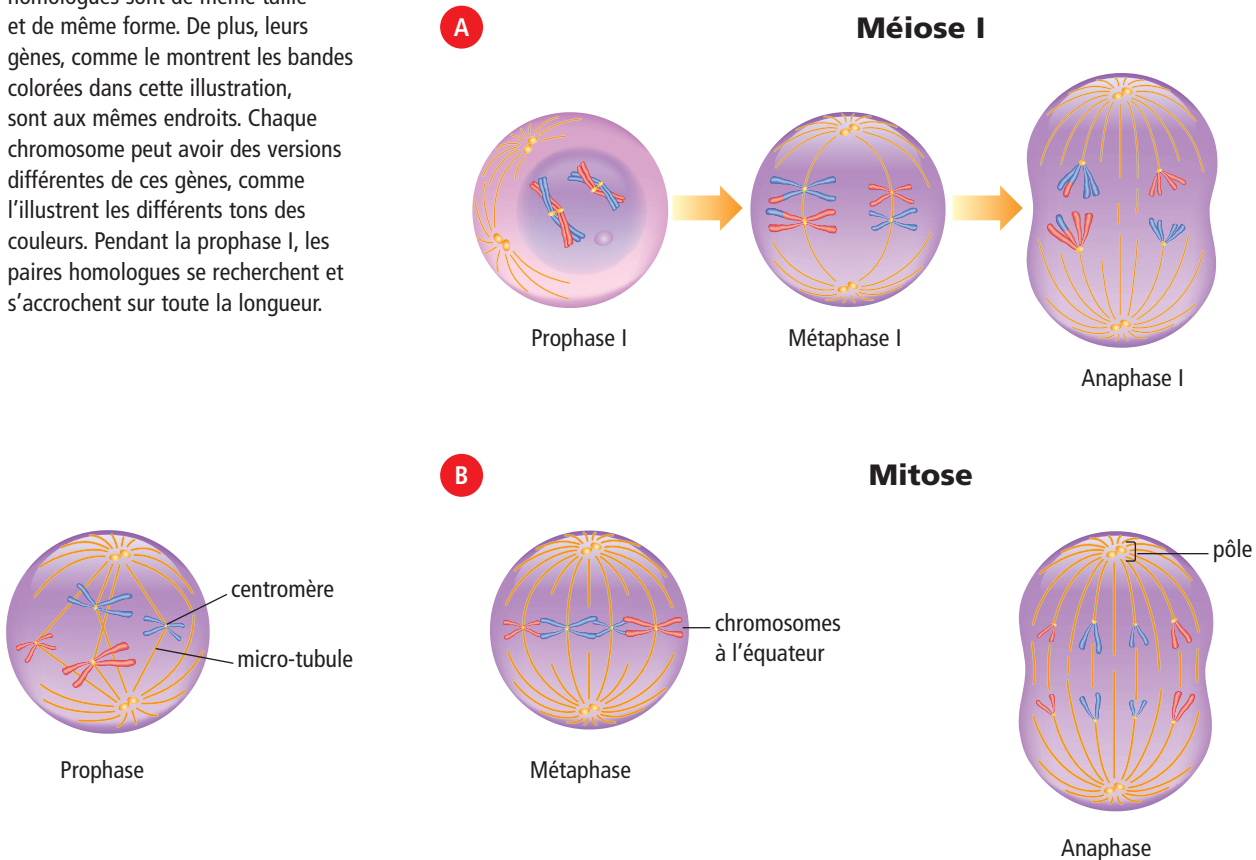


Figure 6.6 Comparaison entre la méiose I (A) et la mitose (B)

La méiose II

Il n'y a pas de nouvelle réplication d'ADN avant le début de la méiose II. Des messages chimiques indiquent à la cellule de commencer la division cellulaire. La méiose II ressemble à la mitose, car, au cours de ces deux processus, les chromatides de chaque chromosome sont tirés vers des pôles opposés. Chaque cellule fille reçoit une chromatide de chaque chromosome. Il en résulte quatre cellules haploïdes, qui possèdent chacune la moitié moins de chromosomes.

Suggestion d'activité

Réalise une expérience 6-1B, aux pages 176 et 177.

La formation des gamètes

Le processus de la méiose est le même chez les mâles et chez les femelles. Cependant, la formation des gamètes est différente (voir la figure 6.7). Chez les mâles, la méiose I produit deux cellules qu'on nomme spermatocytes. Elle est immédiatement suivie de la méiose II s'il y a suffisamment de nutriments pour une division cellulaire. Il en résulte quatre cellules où le cytoplasme et les organites sont également répartis. Ces quatre cellules peuvent donner un spermatozoïde mature.

Chez les femelles, la méiose I produit deux cellules, mais la répartition du cytoplasme et des organites n'est pas égale. À la suite de la méiose II, trois des cellules se décomposeront. Le gros ovule restant contient la majorité du cytoplasme et est disponible pour la fécondation.

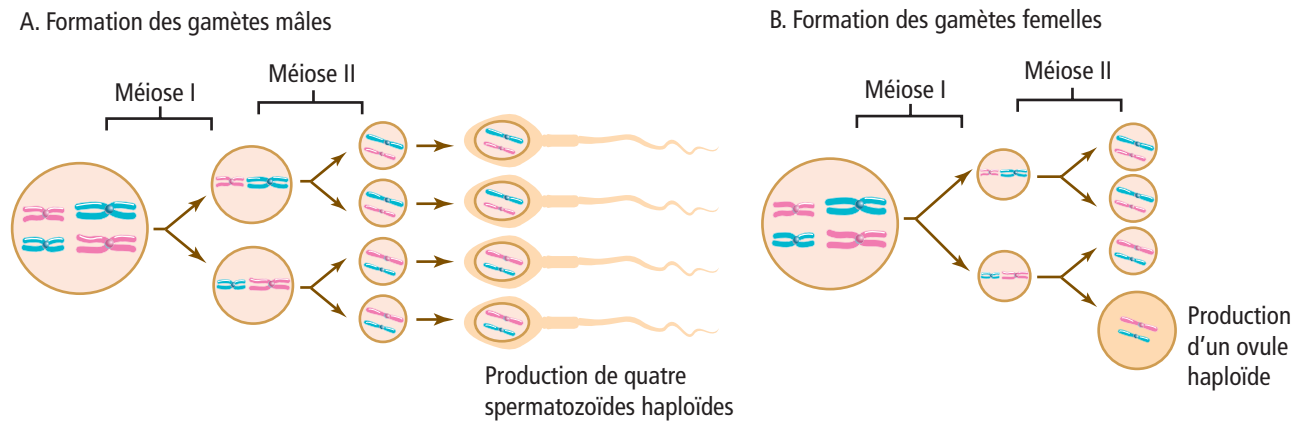


Figure 6.7 Chez les hommes, la méiose a lieu continuellement dans les testicules à partir de la puberté. Chez les femmes, la méiose débute dans les ovaires avant la naissance, puis s'arrête jusqu'à la puberté avec le début des menstruations.

Vérifie ta lecture

1. Que signifie l'expression « diversité génétique » ?
2. Quel est le rôle de la méiose ?
3. Donne un autre nom pour un ovule fécondé.
4. Lorsque les cellules sexuelles mâles commencent la méiose, quel est le nombre de spermatozoïdes formés à partir de chaque cellule mère ?

La comparaison entre la mitose et la méiose

Vérifie tes compétences

- Classer
- Communiquer
- Évaluer l'information
- Travailler en collaboration

Matériel

- le manuel *Sciences 9 Terre-Neuve-et-Labrador*

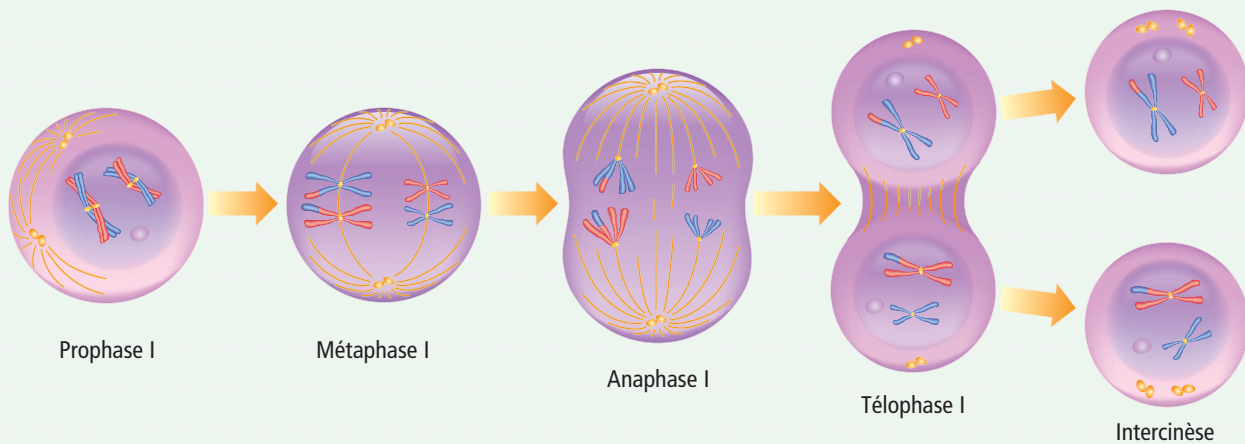
La mitose et la méiose sont deux méthodes de reproduction cellulaire. Elles ont des objectifs différents. Les cellules du corps se divisent par mitose pour que les deux cellules filles reçoivent un jeu complet de chromosomes. Les cellules germinales se divisent par méiose, ce qui fait que les quatre cellules produites reçoivent la moitié moins de chromosomes. Dans cette activité, tu utiliseras tes connaissances sur la mitose pour améliorer ta compréhension de la méiose.

Question

Quels sont les points communs et les différences entre la mitose et la méiose ?

Marche à suivre

1. En équipe de deux, examinez le schéma ci-dessous qui montre les étapes de la méiose. Comparez attentivement ce schéma avec la figure 5.8, qui montre la mitose, et avec la description de la cytokinèse aux pages 142 à 144. Comparez à chaque étape les activités des chromosomes, du noyau et de la membrane cellulaire.



Méiose I

Prophase I

Les paires de chromosomes homologues se recherchent et s'accrochent.

Métaphase I

Les paires de chromosomes homologues s'alignent dans le plan équatorial.

Anaphase I

Les chromosomes homologues se séparent et sont tirés vers des pôles opposés.

Télophase I

Un chromosome provenant de chaque paire homologue se trouve à chaque pôle de la cellule.

Intercinèse

L'intercinèse est l'étape entre les divisions cellulaires. Au cours de cette étape, la cellule croît et produit des protéines comme durant l'interphase de la mitose. Contrairement à l'interphase de la mitose, l'ADN ne se réplique pas au cours de cette étape.

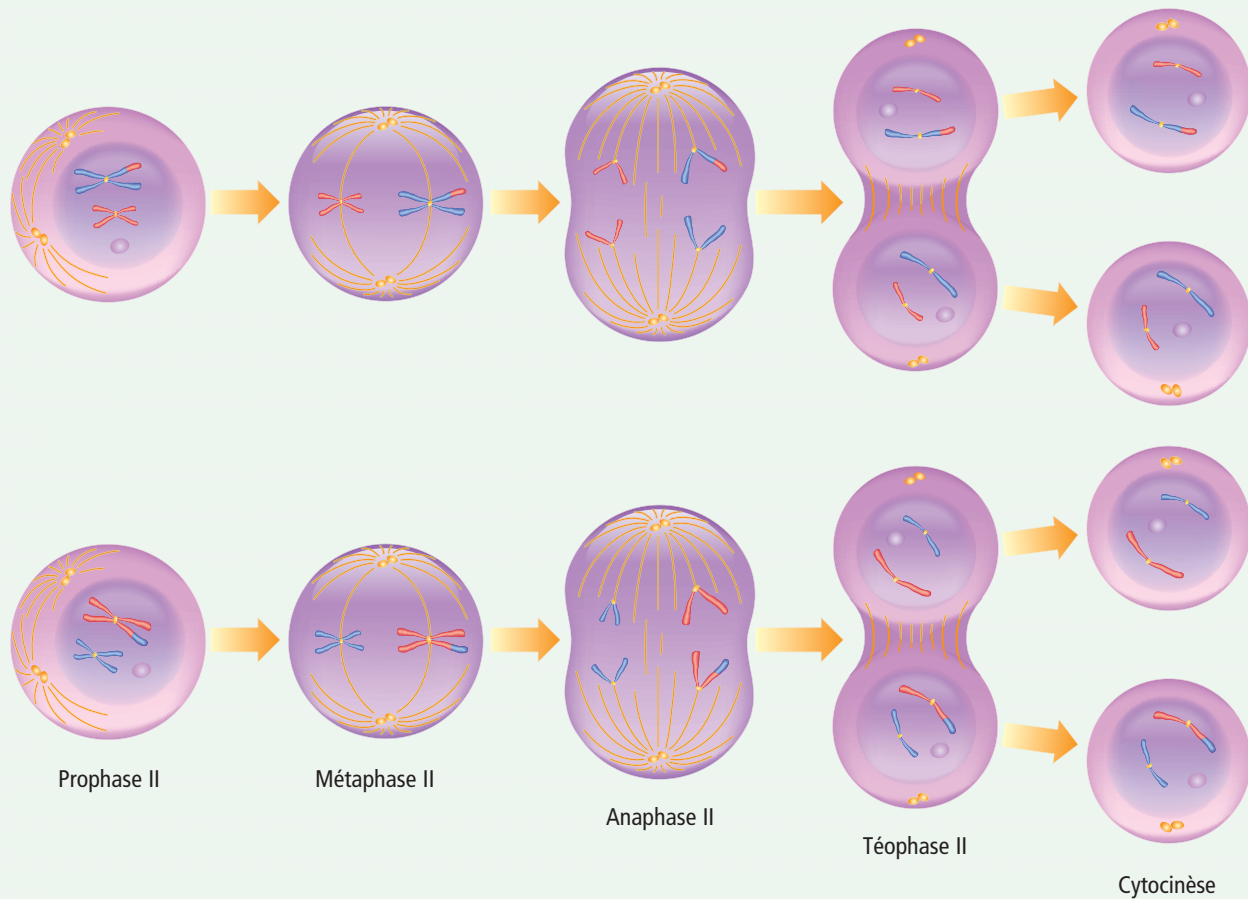
2. Votre enseignante ou votre enseignant vous donnera un tableau permettant de comparer les méioses I et II avec la mitose. Dans votre tableau, décrivez brièvement chaque phase.
3. Une fois terminé, comparez votre tableau avec celui d'une autre équipe. Ajoutez-y tout renseignement supplémentaire.
4. Créez un tableau pour comparer les aspects particuliers de la mitose et de la méiose. Incluez des entrées pour le type de cellules concernées, le nombre de cellules filles produites, la quantité de matériel génétique dans chaque cellule fille et le rôle dans les reproductions sexuée et asexuée.

Analyse

1. Est-ce la méiose I ou la méiose II qui ressemble le plus à la mitose? Explique ta réponse.
2. Énumère trois points communs entre la mitose et la méiose.
3. Énumère trois différences entre la mitose et la méiose.

Conclusion et mise en pratique

1. a) Explique dans un paragraphe les différences entre la mitose et la méiose.
b) Explique quelle méthode contribue à la diversité génétique et pourquoi.



Méiose II

Prophase II

Chaque cellule contient un chromosome de chaque paire homologue.

Métaphase II

Les chromosomes en forme de X s'alignent au centre de la cellule.

Anaphase II

Les chromatides sœurs se dirigent vers les pôles opposés de la cellule. Une fois séparée, chaque chromatide sœur est considérée comme un chromosome.

Télophase II

Une membrane nucléaire se forme autour de chaque jeu de chromosomes.

Cytocinèse

Au cours de la cytocinèse, deux cellules filles se séparent.



L'OBSERVATION DE LA POLYPLOÏDIE CHEZ LES VÉGÉTAUX

Tu as reçu un jeu de chromosomes haploïde (n) de chacun de tes parents. Cela fait de toi un organisme diploïde ($2n$). Dans la nature, de nombreux végétaux sont polyploïdes, c'est-à-dire qu'ils possèdent trois jeux de chromosomes ($3n$) ou plus. Notre alimentation dépend de certains de ces végétaux.



▲ **TRIPLOÏDE** Les bananes jaune clair proviennent en général de bananiers triploïdes ($3n$). Les végétaux ayant un nombre impair de jeux de chromosomes ne peuvent habituellement pas se reproduire de manière sexuée et contiennent donc de très petites graines, voire aucune.

▼ **HEXAPLOÏDE** Les souches modernes d'avoine cultivée ont six jeux de chromosomes, ce qui en fait des végétaux hexaploïdes ($6n$).



▲ **TETRAPLOÏDE** La polyploïdie est présente chez beaucoup de végétaux, comme les arachides et les hémérocailles. Cette polyploïdie est due à des erreurs survenant au cours de la mitose et de la méiose.



▲ **OCTOPLOÏDE** Les végétaux polyploïdes sont souvent de plus grande taille que les végétaux non polyploïdes. Ils peuvent avoir des feuilles, des fleurs ou des fruits particulièrement gros. Les fraises sont un exemple de végétaux octoploïdes ($8n$).

Des concepts à retenir

1. Compare le nombre de chromosomes d'une cellule de peau humaine avec celui d'un ovule humain.
2. Quelles caractéristiques permettent de reconnaître une paire de chromosomes homologues?
3. Quels sont les avantages de la diversité génétique?
4. Parmi les énoncés suivants, détermine si l'événement se déroule au cours de la méiose I ou de la méiose II:
 - a) Les chromosomes individuels se dirigent vers l'équateur.
 - b) Les paires de chromosomes homologues se déplacent ensemble vers l'équateur.
 - c) Les chromosomes homologues se dirigent vers des pôles opposés.
5. Recopie le tableau ci-dessous dans ton cahier. Remplis-le en comparant la mitose et la méiose.

Question	Mitose	Méiose
Où se produit-elle ?		
Combien de cellules sont produites ?		
Qu'arrive-t-il au nombre de chromosomes ?		
Quelles sont les différences génétiques entre les cellules filles et la cellule mère ?		
Quelles sont les différences génétiques entre les cellules filles ?		

6. Quelle est la différence entre les chromosomes présents au cours de la méiose I et ceux présents au cours de la mitose?
7. La méiose se produit-elle au cours de la reproduction sexuée ou de la reproduction asexuée?
8. Dans quelle phase de la méiose quatre cellules filles se forment-elles?
9. Qu'est-ce qu'un gamète?
10. Que se passe-t-il au cours de la fécondation?

Des concepts clés à comprendre

11. Pourquoi n'y a-t-il pas de méiose pour les cellules des muscles?
12. Explique pourquoi la méiose est importante pour la survie des organismes.
13. Comment peut-on savoir si un spermatozoïde est en méiose I ou en méiose II?
14. Dessine une cellule pendant la fécondation en t'inspirant de la figure 6.3.
15. Un chien possède 76 chromosomes.
 - a) Combien de paires de chromosomes homologues possède-t-il?
 - b) Combien y aurait-il de chromosomes dans chaque spermatozoïde d'un chien?
16. Explique pourquoi les cellules produites par mitose ne peuvent pas servir à la reproduction sexuée.

Pause réflexion

La fécondation peut produire deux types de jumeaux : les jumeaux homozygotes et les jumeaux dizygotes. Les jumeaux homozygotes proviennent d'un embryon séparé en deux. Ces jumeaux sont génétiquement identiques et ont la même apparence. Cependant, leurs empreintes digitales sont différentes. En effet, elles sont formées par le mouvement du liquide qui entoure le fœtus pendant son développement dans le ventre de la mère. Les jumeaux homozygotes auront de moins en moins la même apparence à mesure qu'ils grandiront. Quels changements contribueront à diminuer la ressemblance entre des jumeaux homozygotes ?

6.2 La reproduction sexuée

Notions scientifiques de la section

- Au cours de la reproduction sexuée, un gamète mâle doit féconder un gamète femelle.
- Grâce à la méiose et à l'union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle, tous les individus, à l'exception des jumeaux homozygotes, auront un ADN différent.
- Beaucoup d'animaux aquatiques se reproduisent par fécondation externe.
- La majorité des animaux terrestres se reproduisent par fécondation interne.
- Après la fécondation, le zygote et l'embryon se divisent par mitose, et les cellules se différencient.

Mots clés

métamorphose
métamorphose complète
métamorphose incomplète
pollen
pollinisation

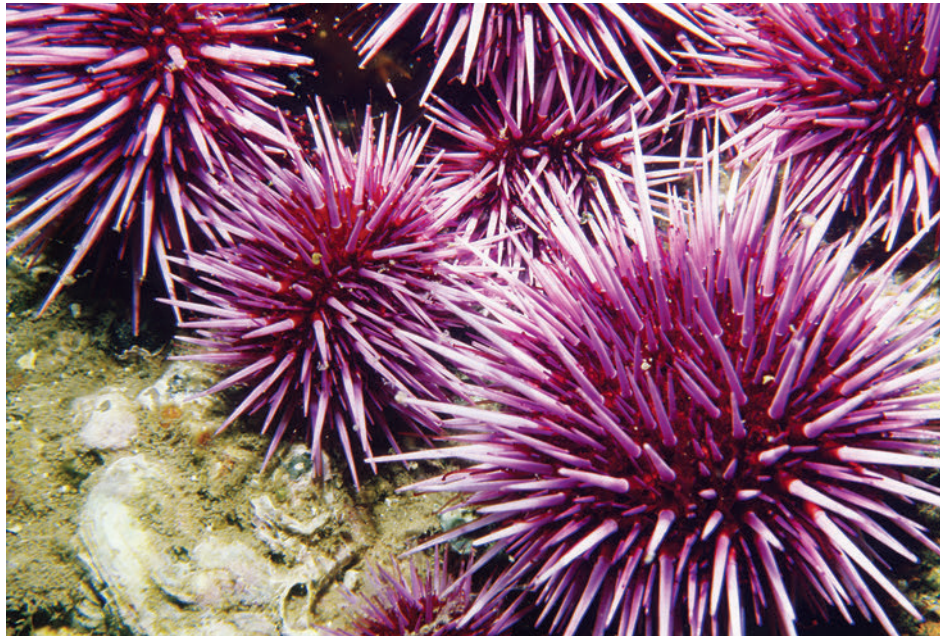


Figure 6.8 L'oursin violet a été très utilisé en recherche scientifique.

Les oursins violets (voir la figure 6.8) figurent parmi les animaux les plus utilisés pour la recherche scientifique. En effet, depuis des décennies, on étudie la reproduction sexuée de l'oursin violet. Les scientifiques approfondissent ainsi leurs connaissances de la rencontre entre des gamètes mâles et femelles d'animaux et la fécondation qui s'en suit.

Au chapitre 5, tu as appris que la reproduction asexuée ne nécessite qu'un seul parent et qu'elle peut avoir lieu n'importe où si les conditions sont favorables. Pour qu'il y ait fécondation au cours de la reproduction sexuée, les gamètes de deux parents doivent se rencontrer. Pour survivre, les espèces qui se reproduisent de façon sexuée doivent s'accoupler avec des membres de la même espèce. Pendant des années, des scientifiques se sont demandé comment les oursins arrivaient à se reproduire de manière sexuée avec un membre de la même espèce. Il faut savoir que différentes espèces d'oursins vivent ensemble très proches les unes des autres. De plus, les oursins unissent leurs gamètes en libérant dans l'eau de grands nuages de spermatozoïdes et de grands nuages d'ovules.

Les scientifiques se demandaient comment les spermatozoïdes d'oursins violets arrivaient à ne féconder que des ovules d'oursins violets et non des ovules d'oursins verts qui se reproduisent dans les mêmes eaux océaniques. Les scientifiques ont alors découvert que les spermatozoïdes et les ovules de toutes les espèces d'oursins ont des protéines particulières à leur surface. De plus, la surface des ovules d'oursins contient des sucres particuliers. Pour qu'il y ait fécondation, une reconnaissance sucre-protéine doit se produire. En d'autres mots, la fécondation chez une espèce particulière d'oursin aura lieu seulement si le bon sucre rencontre la bonne protéine correspondant à cette même espèce.

Comme les ovules des oursins sont transparents, les scientifiques peuvent observer les changements à l'intérieur de l'ovule une fois fécondé. Ainsi, on observe comment l'ovule fécondé se développe (voir la figure 6.9). Les scientifiques utilisent ces observations pour mieux comprendre la fécondation chez d'autres animaux.

Le savais-tu ?

Des biologistes moléculaires de l'Université Simon Fraser et du centre Michael Smith Genome Sciences, à Vancouver, ont participé à une étude internationale visant à cartographier le génome de l'oursin violet. Ils ont découvert qu'il a plusieurs gènes en commun avec les humains, en particulier ceux correspondant à des maladies comme l'artériosclérose, la dystrophie musculaire et certains troubles cérébraux.

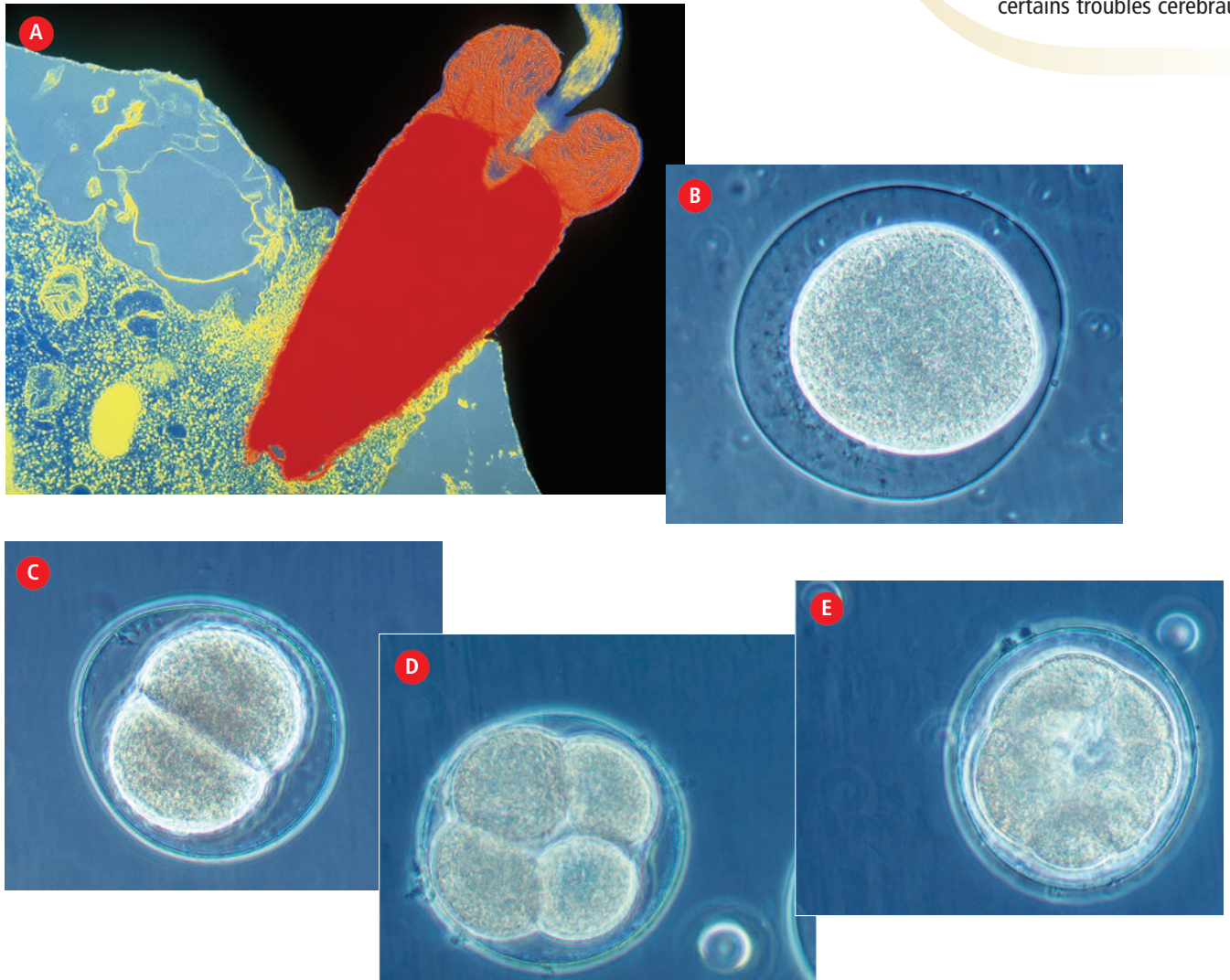


Figure 6.9 Cette série de photographies montre la fécondation et le début du développement de l'oursin (de A à E). Les ovules des oursins sont de la même taille que ceux des humains. Leur taille et leur transparence en font un organisme modèle pour étudier la reproduction chez les humains et les autres animaux.

Le savais-tu ?

Chez certains animaux, pour que les gamètes mâles et femelles se trouvent au même endroit en même temps, il faut que les parents se trouvent à cet endroit au même moment. Les gamètes mâles sont placés directement dans l'organisme femelle. Le processus est différent pour d'autres organismes. Dans le cas de plusieurs arbres par exemple, les gamètes mâles sont transportés par le vent.

La reproduction sexuée

À la section 6.1, tu as appris comment se forment les gamètes mâles et femelles. Tu as aussi appris comment la méiose produit des gamètes génétiquement non identiques. La reproduction sexuée est le processus unissant ces gamètes non identiques pour former un nouvel organisme. Elle comprend trois étapes : l'accouplement, la fécondation et le développement.

L'accouplement est le processus par lequel le gamète mâle rencontre le gamète femelle. Pour trouver le partenaire convenable, certains animaux doivent montrer leurs couleurs, leur chant ou leur force. Selon les espèces, les mammifères s'accouplent sur terre ou dans l'eau. De nombreux animaux s'accouplent à certaines périodes de l'année pour que les naissances se produisent quand les conditions environnementales sont favorables, quand la nourriture est abondante et quand il fait chaud. Par exemple, les moutons, les chèvres et les orignaux s'accouplent durant l'automne et l'hiver afin que leurs petits naissent au printemps. Les chevaux s'accouplent au cours de l'été, mais comme la période entre la fécondation et la naissance est plus longue chez les chevaux, leurs petits naissent aussi au printemps.

Les orignaux, qui sont des mammifères, s'accouplent dans les forêts. Les mâles attirent les femelles par leur cri et leur forte odeur. La taille de leurs bois, appelés ramure, joue aussi un rôle important. Leur ramure grossit chaque année et leur permet ainsi de rivaliser avec d'autres mâles pour une femelle. Les bébés orignaux naissent dans des buissons épais ou sur une île, là où il est difficile pour des prédateurs de les trouver (voir la figure 6.10).



Figure 6.10 Les orignaux naissent au printemps, lorsqu'il est plus facile de trouver de la nourriture. Chez les orignaux, un tiers des naissances sont des jumeaux.

Les mammifères marins, comme les baleines, s'accouplent dans l'océan. Les cachalots donnent habituellement naissance à un petit tous les deux à cinq ans (voir la figure 6.11). Les mâles émettent un cri pour attirer les femelles. La force de leur cri dépend de la taille de leur nez, ce qui influence leurs chances de trouver une femelle. Ce cri est tellement puissant qu'on peut l'entendre à des kilomètres.



Figure 6.11 Les cachalots s'accouplent au printemps, mais les naissances ne se produisent que 15 mois après la fécondation. Les petits naissent ainsi en été.

Lien terminologique

Le cachalot, appelé *sperm whale* en anglais, tire son nom de l'huile produite par ce mammifère. Une fois refroidie, cette huile forme des cristaux semblables à des graines qui étaient autrefois utilisées dans les cosmétiques et les lubrifiants. Le terme « spermaceti » vient des mots grecs *sperma* (graine) et *cetus* (baleine).

Les méthodes de fécondation

Chez les animaux et les végétaux dont la reproduction est sexuée, l'union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle se produit de deux façons : par fécondation externe ou par fécondation interne.

Une fois le gamète femelle fécondé, la division cellulaire aura lieu seulement si certaines conditions sont respectées :

- La quantité de nutriments doit être suffisante pour subvenir aux besoins de l'embryon qui se développe rapidement.
- La température doit être assez élevée pour que les enzymes et les protéines fonctionnent correctement au cours des réactions chimiques dans l'embryon en développement.
- L'humidité doit être suffisante afin que l'embryon ne se dessèche pas.
- L'embryon doit être protégé des prédateurs et des autres éléments environnementaux comme les rayons ultraviolets. (Tu en apprendras davantage sur le développement embryonnaire humain à la section 6.4.)

La fécondation externe

Au cours de la fécondation externe, le gamète mâle et le gamète femelle s'unissent à l'extérieur du corps des parents. Si un gamète mâle rencontre un gamète femelle de la même espèce, il peut y avoir fécondation. La fécondation externe est courante chez les animaux aquatiques. Les poissons comme le saumon utilisent cette méthode. Les mâles et les femelles de ces deux espèces libèrent leurs gamètes dans l'eau au cours d'un processus appelé frai.

Toutefois, les gamètes ne se rencontrent pas toujours et ainsi les gamètes femelles ne sont pas tous fécondés. De plus, comme ils se développent à l'extérieur du corps de la femelle, les ovules fécondés ne sont pas à l'abri des prédateurs ni des conditions défavorables. De fait, plusieurs ne survivront pas.

Chez les saumons, la fécondation externe se fait sur les lits de gravier des rivières et des ruisseaux (voir la figure 6.12A). En effectuant des mouvements avec sa queue, la femelle du saumon creuse un nid dans le gravier. Le mâle s'approche et libère ses spermatozoïdes pendant que la femelle y dépose ses ovules. Les saumons mâles et femelles du Pacifique meurent après avoir frayé (voir la figure 6.12B).

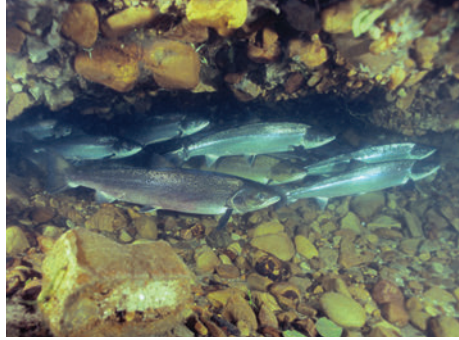


Figure 6.12A Les ovules des saumons de l'Atlantique sont fécondés par les spermatozoïdes dans un nid de gravier.



Figure 6.12B Peu de temps après le frai, les saumons du Pacifique meurent.

La fécondation externe existe chez certains végétaux comme les mousses et les fougères (voir la figure 6.13). Comme beaucoup de ces végétaux vivent dans des environnements humides, l'eau transporte leurs gamètes, ce qui permet aux gamètes mâles et femelles de se rencontrer.

Figure 6.13 Les mousses vivent dans des environnements humides, nécessaires pour leur phase de reproduction sexuée.



Les mousses n'ont ni fleurs, ni graines, mais elles se reproduisent de façon sexuée à une certaine étape de leur vie. Les organes sexuels mâles et femelles se développent à l'extrémité des tiges ou des branches de ces plantes (voir la figure 6.14).

La présence d'eau est essentielle à la fécondation. Les gamètes mâles produits par les mousses doivent nager jusqu'aux gamètes femelles sur la terre mouillée ou être transportés par des gouttes de pluie sur les parties

Le savais-tu ?

Certaines espèces de mousses comptent des plants mâles et des plants femelles, mais dans d'autres espèces tous les plants ont à la fois des organes mâles et femelles.

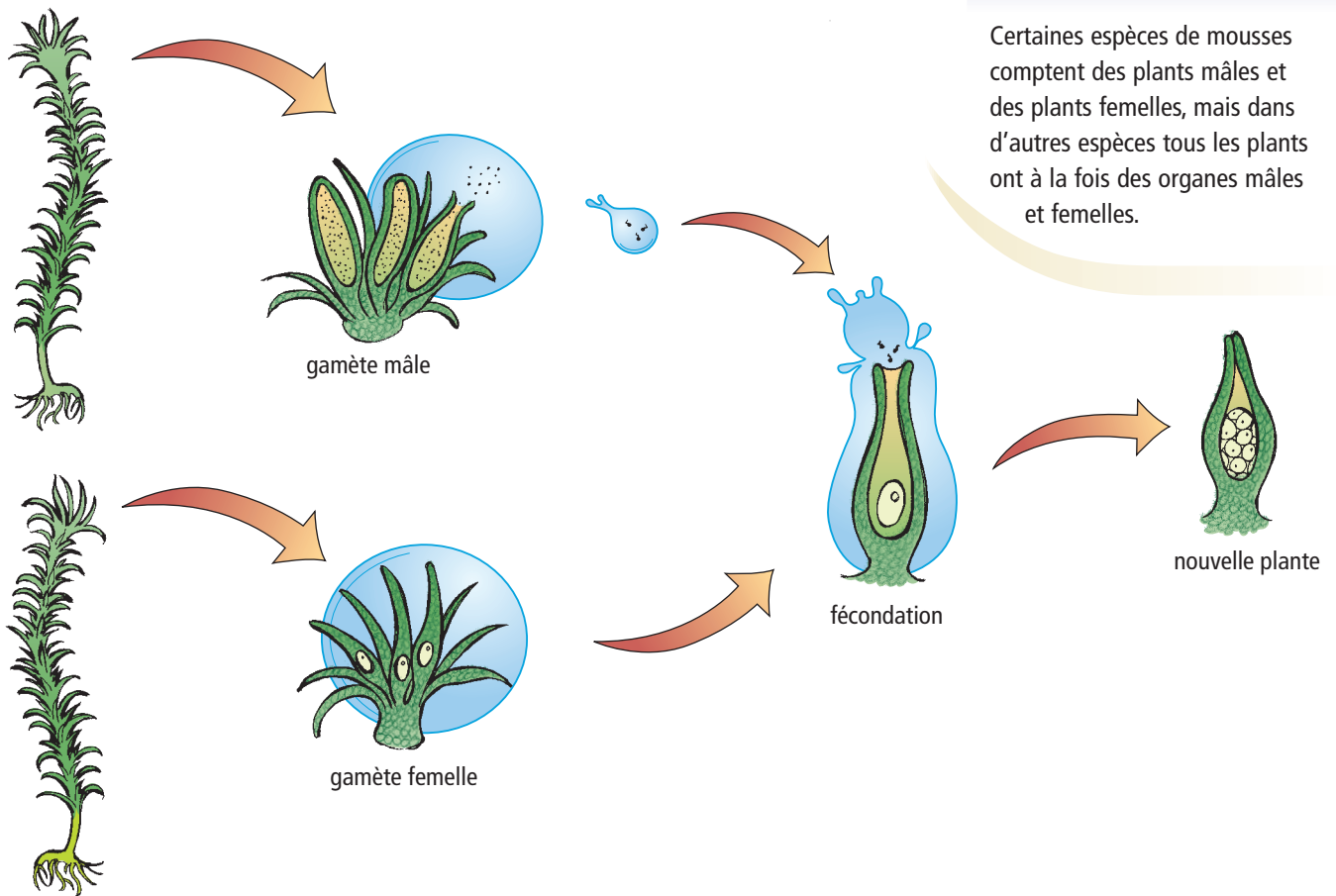


Figure 6.14 À une étape de leur vie, les mousses utilisent la reproduction sexuée. La présence d'eau permet aux gamètes mâles de rencontrer les gamètes femelles pour la fécondation.

femelles de la plante. La fécondation donne naissance à une nouvelle plante qui, une fois arrivée à maturité, se reproduira d'une manière asexuée.

L'avantage de la fécondation externe est la faible dépense d'énergie pour trouver une ou un partenaire. Elle donne aussi une grande quantité de descendants d'un seul coup. Ainsi, en cas de désastre environnemental tuant la majorité de la population, quelques individus peuvent survivre et se reproduire. Comme les petits sont généralement éparpillés, ils ne concurrencent pas leurs parents pour la nourriture. De plus, un gamète femelle provenant d'un descendant a peu de chances d'être fécondé par le gamète mâle d'un parent. La diversité génétique sera donc maintenue.

La fécondation externe présente cependant certains inconvénients. Des millions de gamètes sont libérés, mais peu d'entre eux survivront à l'extérieur du corps des parents et aboutiront à une fécondation. Comme les zygotes et les embryons se forment à l'extérieur du corps des parents, ils ne sont pas protégés et servent souvent de nourriture. Les parents ne veillant pas sur leurs petits, ils sont peu nombreux à atteindre l'âge adulte.

La fécondation interne

Les baleines et la plupart des animaux terrestres, comme les orignaux et les êtres humains, se reproduisent par fécondation interne. Au cours de la fécondation interne, les spermatozoïdes sont déposés dans le corps de la femelle où ils rencontrent un ovule. Chez les humains, plus de 100 millions de spermatozoïdes sont déposés à la fois, mais seulement une centaine rencontrent un seul ovule (voir la figure 6.15). Lorsqu'un spermatozoïde a pénétré à l'intérieur de l'ovule, la membrane de l'ovule fécondé modifie sa charge électrique. Ce phénomène entraîne des réactions chimiques qui empêchent les autres spermatozoïdes de pénétrer dans l'ovule fécondé. Un processus semblable s'opère chez tous les animaux à reproduction sexuée, qui possèdent en fin de compte un cycle de vie semblable (voir la figure 6.16). Comme pour la fécondation externe, la pénétration de plusieurs spermatozoïdes dans l'ovule fécondé est empêchée. Cela garantit que seul un jeu de chromosomes mâles s'unira aux chromosomes du noyau de l'ovule.

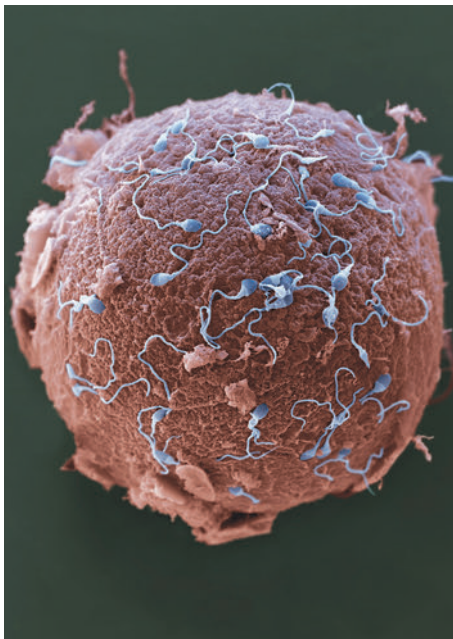


Figure 6.15 Au cours de la fécondation interne, les gamètes se rencontrent dans le corps de la femelle. Un seul spermatozoïde fécondera l'ovule.

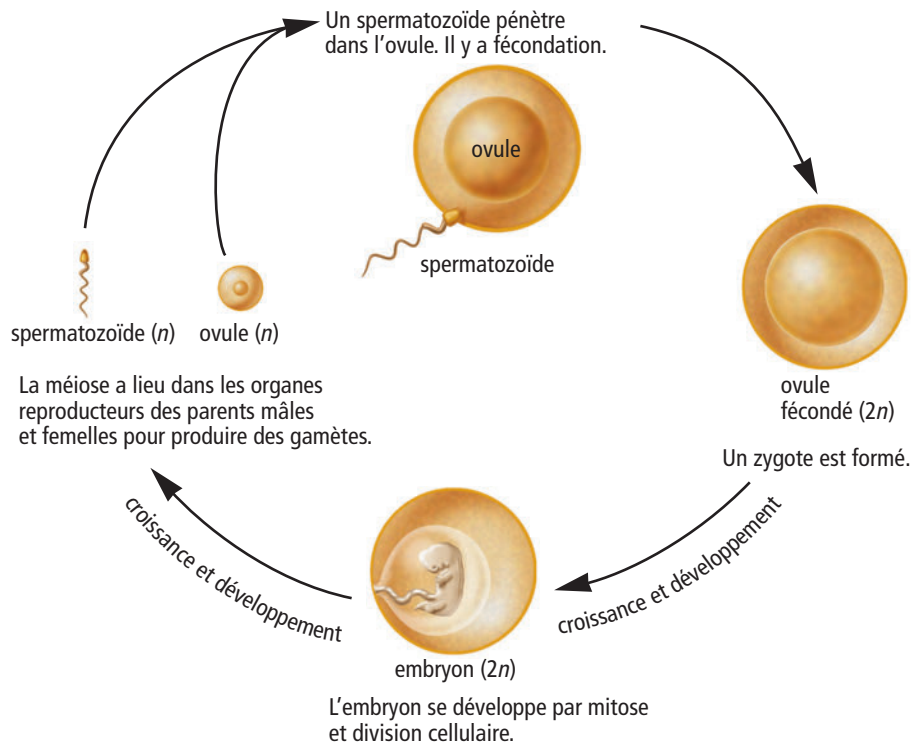


Figure 6.16 Le cycle de vie des animaux

Dans le cas de la fécondation interne, l'embryon se développe et est nourri à l'intérieur du corps de la mère pendant une certaine période. À cette étape de son développement interne, l'embryon est protégé des prédateurs.

Après la naissance des petits, la plupart des mammifères continuent de les protéger durant des mois ou même des années (voir la figure 6.17). Les animaux qui pondent des œufs, comme le canard colvert ou le macareux moine (voir la figure 6.18), vont les protéger pendant qu'ils se développent à l'extérieur du corps de la mère.



Figure 6.17 La femelle de l'ours noir apprend à ses oursons comment survivre dans la nature. Ces oursons resteront auprès de leur mère environ 18 mois.



Figure 6.18 Chez les macareux moines, les deux parents se relaient pour protéger leur œuf caché dans un trou de la côte rocheuse. Ils continueront ensuite à protéger et à nourrir leur poussin pendant au moins un mois et demi.



Figure 6.19 Le paon mâle déploie les grandes plumes de sa queue et crie pour attirer les femelles. Ce comportement consomme beaucoup d'énergie.

Un avantage de la fécondation interne est de permettre la survie d'un plus grand nombre de petits grâce à la protection de l'embryon et aux soins apportés par les parents. Cependant, la fécondation interne nécessite une plus grande dépense d'énergie pour trouver une ou un partenaire. Certains animaux, comme le paon, ont des comportements de séduction complexes qui consomment beaucoup d'énergie (voir la figure 6.19). La fécondation interne produit aussi moins de zygotes que la fécondation externe.

La pollinisation chez les plantes à fleurs

Chez la plupart des végétaux, la fécondation interne s'accomplit par un processus appelé pollinisation. La **pollinisation** est le transfert des gamètes mâles, contenus dans des structures appelées **pollen** (voir la figure 6.21), de la partie reproductrice mâle vers la partie reproductrice femelle de la plante. Les grains de pollen transportent les gamètes mâles dans une enveloppe protectrice vers les ovaires, qui sont les structures femelles de la plante contenant les gamètes femelles. La figure 6.20 montre les principales structures reproductrices d'une plante à fleurs. L'organe reproducteur mâle est l'étamine, alors que l'organe reproducteur femelle est le pistil.

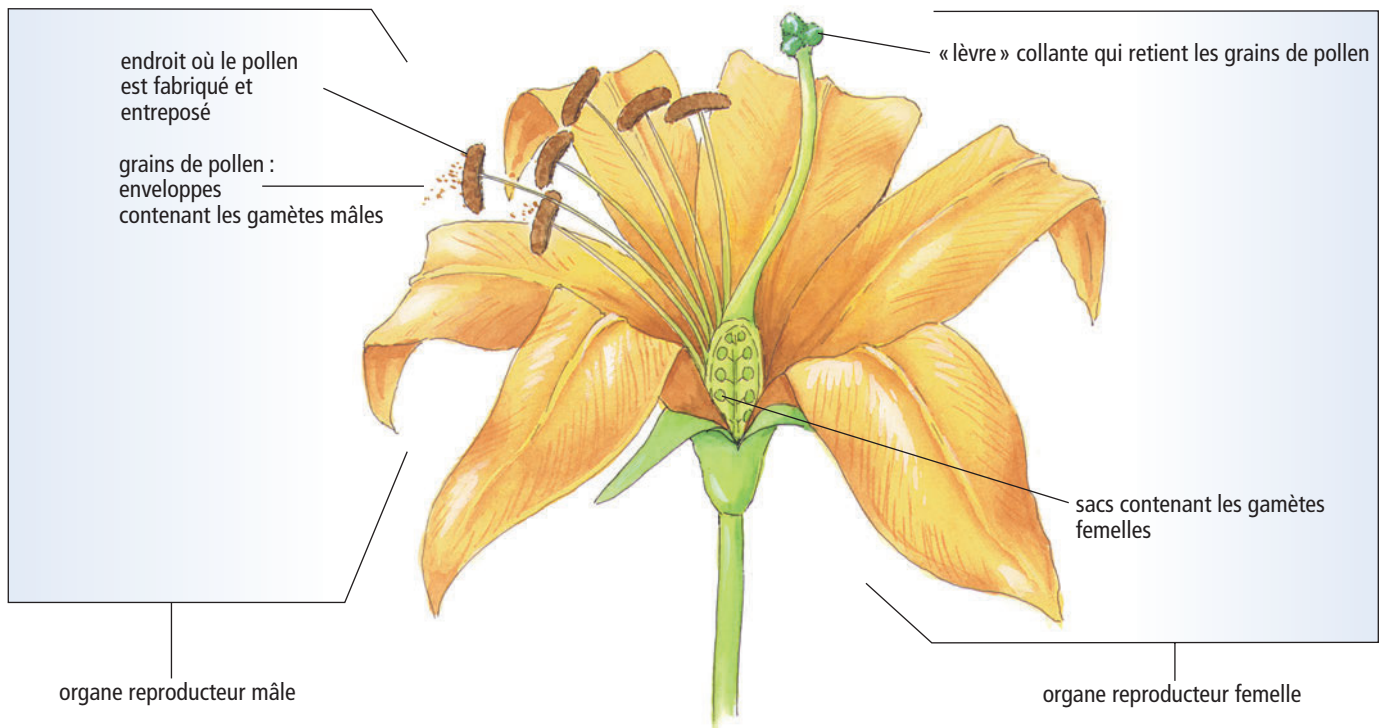


Figure 6.20 Les structures reproductrices d'une plante à fleurs

Quand du pollen se dépose sur la partie femelle de la plante, un tube pollinique amène les gamètes mâles aux gamètes femelles. Après la fécondation, un zygote se développe en embryon. Celui-ci consomme la nourriture entreposée à l'intérieur de la graine où il se développe. L'enveloppe externe résistante de la graine protège l'embryon.



Figure 6.21 Des grains de pollen grossis environ 1900 fois

Le transport du pollen

Les fleurs colorées peuvent attirer les abeilles et d'autres insectes qui se nourrissent des sucres des plantes (nectar) et de pollen. Certaines abeilles recueillent le pollen et certaines autres le nectar pour s'en nourrir et nourrir leur progéniture. Des poils spéciaux situés sur leurs pattes arrière et leur abdomen leur permettent de recueillir de grandes quantités de pollen dans leurs corbeilles à pollen. Les abeilles visitent beaucoup de fleurs avant de retourner à leur ruche ou à leur nid. Elles transfèrent donc souvent du pollen entre des fleurs de la même espèce (voir la figure 6.22). Voilà pourquoi les abeilles sont qualifiées de pollinisatrices. D'autres animaux, comme les roussettes (une espèce de chauve-souris qui se nourrit de fruits), pollinisent parfois les fleurs lorsqu'ils boivent leur nectar et mangent leur pollen. Les fleurs qui attirent les chauves-souris n'ont pas besoin d'être colorées, car ces animaux ne sortent que la nuit. Selon certains scientifiques, la consommation du nectar de ces fleurs représenterait une source de calcium pour les chauves-souris qui nourrissent encore leurs petits.



Figure 6.22 Une abeille récolte du pollen d'une gaillarde.



Lien Internet

Les abeilles ne sont pas seulement attirées par les fleurs pour leur nectar et leur pollen. Elles augmentent aussi leur température corporelle en se posant sur certaines fleurs génératrices de chaleur. Pour en savoir plus sur cette relation, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

www.cheneliere.ca

Suggestion d'activité

Activité d'exploration 6-2A, à la page 191.

Certains végétaux à fleurs, comme les saules et les trembles, ont des fleurs dépourvues de pétales. Ces arbres libèrent leur pollen dans l'air afin que le vent le transporte vers les parties reproductrices femelles d'autres fleurs.

Chez les plantes à fleurs, la diversité génétique est maintenue parce que les graines sont souvent à l'intérieur d'un fruit. L'animal qui mange le fruit transporte les graines loin de la plante parent. Comme de nombreuses graines possèdent une enveloppe externe résistante, elles sont rarement digérées par les animaux (voir la figure 6.23). Par conséquent, l'embryon peut survivre, se développer et se reproduire loin du parent. Ce mécanisme favorise la diversité puisque la nouvelle plante peut se reproduire avec des plantes ayant des ancêtres différents.



Figure 6.23 Les ours adorent les bleuets. Comme ils ne digèrent pas les graines, celles-ci peuvent être déposées loin de la plante parent.



Figure 6.24 Les cônes femelles de l'épinette noire sont petits et violacés. Le pollen est libéré à partir des cônes mâles, qui sont plutôt rouges foncés.

Certains arbres comme l'épinette noire n'ont pas de fleurs. Les cônes mâles libèrent du pollen qui est transporté par le vent vers les cônes femelle (voir la figure 6.24). Dans le cône femelle, l'embryon est protégé, car il se trouve à l'intérieur d'une graine et termine son développement dans le cône. Les graines ailées, finalement libérées, sont souvent transportées ailleurs par des oiseaux et d'autres petits animaux.

Les gènes sont redistribués au cours de la méiose pour la production des gamètes mâles et femelles. Par conséquent, les nouvelles épinettes noires seront peut-être plus résistantes aux maladies ou aux insectes. Les arbres qui survivent avec ces caractéristiques favorables peuvent donc les transmettre à leurs descendants.

Vérifie ta lecture

1. Comment appelle-t-on le processus qui permet aux gamètes mâles et femelles de se rencontrer au même endroit en même temps ?
2. Les mousses sont-elles des organismes mâles ou femelles ? Explique ta réponse.
3. Comment l'environnement dans lequel se développent les mousses contribue-t-il à leur reproduction ?
4. Qu'est-ce que la pollinisation ?
5. Chez les plantes à fleurs, quelle est la structure qui protège l'embryon en développement ?

Prédire le responsable de la pollinisation

6-2A ACTIVITÉ d'exploration

La pollinisation est nécessaire pour la reproduction sexuée des plantes à fleurs. Comme la taille, la couleur et la forme des fleurs sont différentes selon l'espèce, elles doivent être capables d'attirer différents types de pollinisateurs. Dans cette activité, tu prédiras de quel pollinisateur chaque fleur, présentée sur les photos ci-dessous, a besoin.

Ce que tu dois faire

1. Regarde les photos ci-dessous et lis les légendes. Sers-toi de ces renseignements pour prédire le type de pollinisateur nécessaire pour chaque fleur.

2. Pour chaque fleur, note tes prédictions et explique pourquoi ce pollinisateur convient à cette fleur.
3. Compare tes prédictions avec celles d'une ou d'un autre élève de la classe.

Qu'as-tu découvert ?

1. Cite quelques moyens utilisés par les plantes à fleurs pour attirer des pollinisateurs.
2. Dessine une fleur qui attirerait un pollinisateur particulier. Utilise un exemple différent de ceux présentés ici.



Les orchidées offrent une plate-forme d'atterrissage à leurs pollinisateurs.



La pollinisation de ces fleurs blanches a lieu durant la nuit.



Les fleurs de ces végétaux ne sont pas de couleur vive et ne dégagent pas d'odeur forte.

La reproduction sexuée chez les insectes

La plupart des insectes se reproduisent de façon sexuée. Chez plusieurs espèces, comme les sauterelles et les papillons, le mâle dépose un amas de gamètes mâles dans le corps de la femelle pour féconder ses gamètes femelles. La femelle dépose alors ses ovules fécondés dans un trou ou sous une feuille, à l'abri des prédateurs. Les œufs se développent et éclosent d'eux-mêmes, lorsque les conditions sont favorables.

Les insectes subissent souvent des transformations importantes entre leur éclosion et l'âge adulte. Ces transformations sont parfois tellement importantes et rapides qu'on pourrait penser qu'un nouvel insecte a vu le jour. Mais il s'agit en fait d'une **métamorphose**, c'est-à-dire d'une modification dans la forme de cet insecte. Cette transformation est parfois entière, comme dans le cas de la chenille qui devient papillon. Les métamorphoses correspondent parfois à un changement majeur d'habitat et de comportement. C'est le cas des moustiques dont les larves quittent les cours d'eau pour devenir les insectes piqueurs que nous connaissons trop bien.

Lien terminologique

Dans le terme « exosquelette », *exo* signifie à l'extérieur. Il s'agit donc d'un squelette extérieur.

La métamorphose incomplète

La **métamorphose incomplète** se traduit par des changements subtils au cours des trois phases de la vie d'un insecte : l'œuf, la nymphe et l'adulte (voir la figure 6.25). La nymphe (immature) est habituellement sans ailes et incapable de se reproduire, mais ressemble à l'adulte en miniature. Beaucoup d'insectes possèdent un exosquelette, un squelette externe qui soutient et protège le corps. Cette structure bloque leur croissance.

Des changements se produisent aussi à l'intérieur de l'insecte. Au cours de la dernière métamorphose, qui correspond à la phase adulte, les ailes et les organes reproducteurs se développent.

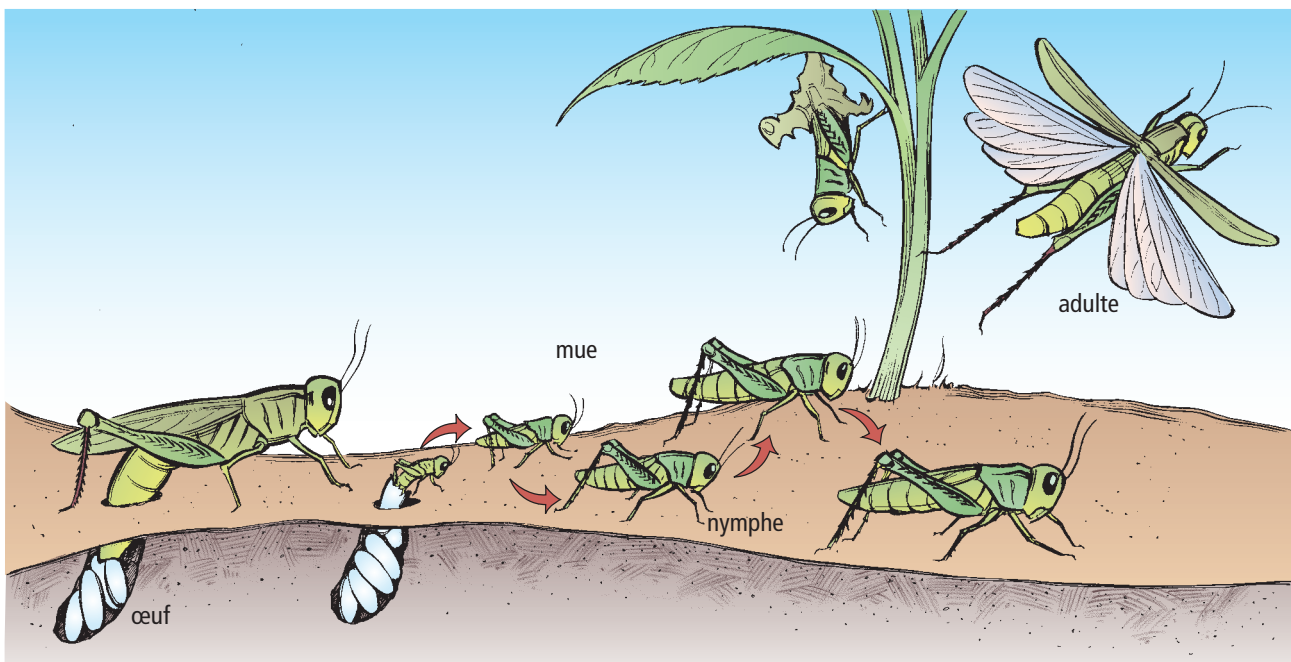


Figure 6.25 Jusqu'à ce qu'elles deviennent adultes et puissent pondre des œufs, les sauterelles portent le nom de nymphe pendant chaque phase de la mue.

La métamorphose complète

La plupart des insectes subissent une **métamorphose complète** (voir la figure 6.26). Les larves n'ont pas d'ailes et ressemblent à des vers. Les chenilles sont ainsi complètement différentes de l'adulte. La larve n'a qu'un seul objectif: se nourrir et grandir. Elle possède des yeux primitifs et une bouche pour mâcher la nourriture. Après plusieurs mues au cours de sa croissance, elle tombe en période d'inactivité. Durant cette phase, la nymphe est souvent protégée par un cocon. Elle emploie ses réserves d'énergie à réorganiser ses organes et à développer de nouvelles structures d'adultes, telles que des ailes et des yeux composés. Au cours de la mue suivante, l'adulte sort de son cocon. Il achemine son sang jusque dans ses ailes pour les déployer entièrement. De plus, son exosquelette durcit.

Le principal objectif de l'insecte adulte est donc de se reproduire. Chez plusieurs espèces, l'adulte ne se nourrit même pas. Pendant l'accouplement, le papillon mâle dépose des spermatozoïdes dans l'appareil reproducteur de la femelle. La fécondation a lieu lorsque les centaines ou plus d'ovules doivent traverser l'amas de spermatozoïdes pour être déposés dans le nid.

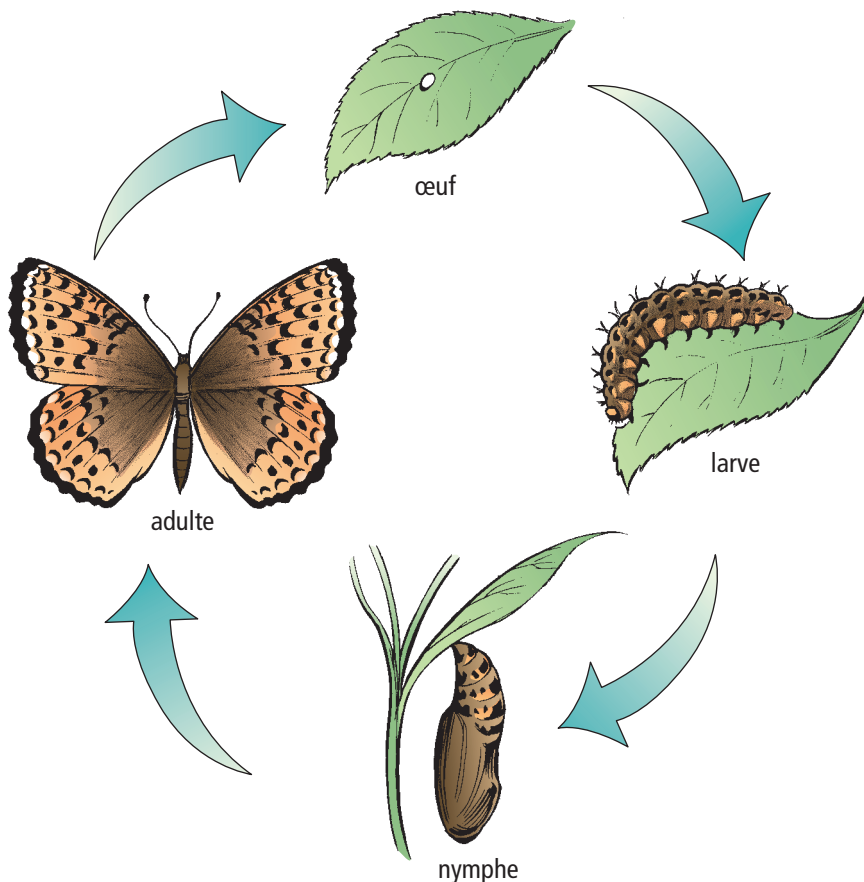


Figure 6.26 Les quatre grandes étapes d'une métamorphose complète d'un papillon

Au cours de l'été 2006, plus de la moitié des colonies d'abeilles en Amérique du Nord ont été anéanties. Selon les scientifiques, l'effondrement des colonies d'abeilles pourrait être attribuable à un virus, à des champignons parasites, à des bactéries, à certains pesticides ou encore aux ondes électromagnétiques. Comment la reproduction des abeilles aurait-elle pu produire des populations aussi vulnérables ? Pourquoi ce syndrome pourrait-il être désastreux pour les sources d'alimentation humaine ? Pour en apprendre plus sur comment cela s'est passé, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **abeilles, syndrome effondrement colonies et 2006.**

Les avantages et les inconvénients de la reproduction sexuée

Dans cette section, on a présenté la reproduction sexuée de divers organismes. Le tableau 6.1 montre les avantages et les inconvénients de la reproduction sexuée pour leur survie.

Tableau 6.1 Les avantages et les inconvénients de la reproduction sexuée

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Très peu d'énergie dépensée pour trouver une ou un partenaire (fécondation externe)	<ul style="list-style-type: none">• Une plus grande quantité d'énergie dépensée pour trouver une ou un partenaire (fécondation interne)
<ul style="list-style-type: none">• Une grande progéniture permettant de repeupler une région après un désastre (fécondation externe)	<ul style="list-style-type: none">• Peu de descendants; en cas d'augmentation du nombre de prédateurs, il y a un risque de diminution de la population (fécondation interne).
<ul style="list-style-type: none">• Une meilleure protection de l'embryon et des soins parentaux prodigués à leur progéniture (fécondation interne)	<ul style="list-style-type: none">• Une protection insuffisante des gamètes, des embryons et de la progéniture pouvant devenir une proie (fécondation externe)
<ul style="list-style-type: none">• Les descendants sont génétiquement différents des parents. Ils pourraient donc survivre à de nouvelles maladies ou à d'autres menaces.	<ul style="list-style-type: none">• La possibilité que certains caractères avantageux ne soient pas transmis par les parents à leurs descendants.

Une comparaison entre la reproduction asexuée et la reproduction sexuée

6-2B

Réfléchis bien

Tu as étudié la reproduction asexuée et la reproduction sexuée chez différents organismes. Maintenant, tu compareras les avantages et les inconvénients de ces deux types de reproduction.

Ce que tu dois faire

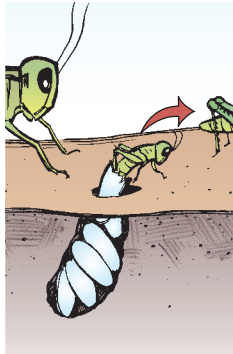
1. En équipe de deux, revoyez les renseignements du tableau 5.1, à la page 161, et du tableau 6.1 de cette page. Lisez aussi les textes des sections précédant les tableaux.
2. Chacun sur une petite feuille, résumez en quelques mots ces avantages et ces inconvénients. Dans votre résumé, indiquez le nombre de cellules mères, la présence de gamètes, le type d'organismes, les différences entre les descendants, la quantité d'énergie requise (un peu, beaucoup) et les soins apportés par les parents.
3. Disposez ces résumés de manière à montrer votre compréhension des avantages et des inconvénients des reproductions asexuée et sexuée.
4. Incorpore tes résumés dans l'organisateur graphique de ton choix. Ajoute au besoin des schémas et des renseignements supplémentaires. (Pour obtenir des suggestions d'organisateur graphique, consulte l'OmniTruc 8.)
5. Lorsque tu as terminé, examine l'organisateur graphique d'une ou d'un autre élève.
6. Ajoute à ton organisateur graphique une des idées trouvées par cet autre élève

Qu'as-tu découvert ?

1. Imagine que tu dois classer par ordre d'importance les avantages et les désavantages des reproductions asexuée et sexuée. D'après toi, quel est l'avantage le plus important de chaque type de reproduction ?

Des concepts à retenir

1. Quelles sont les deux conditions nécessaires pour la reproduction sexuée?
2. Nomme et décris brièvement les trois étapes de la reproduction sexuée.
3. Selon l'espèce, les mammifères peuvent s'accoupler sur la terre ou dans l'eau. Donne un exemple d'un mammifère qui s'accouple dans l'eau.
4. Pourquoi est-il important qu'un seul spermatozoïde féconde un ovule?
5. Pourquoi l'eau ou un liquide contenant de l'eau est-il nécessaire à la reproduction sexuée des animaux?
6. Décris une différence entre la reproduction sexuée des végétaux à fleurs et celle des végétaux à cônes.
7. Décris la reproduction sexuée chez les mousses. Pourquoi la présence d'eau est-elle importante?
8. Qu'est-ce que la métamorphose?



9. Quelles sont les trois étapes de la métamorphose incomplète?
10. Place en ordre les étapes ci-dessous de la métamorphose du papillon :
 - a) œuf;
 - b) adulte;
 - c) nymphe;
 - d) larve.

Des concepts clés à comprendre

11. À l'aide d'un organisateur graphique de ton choix, compare la reproduction sexuée des plantes à fleurs à la reproduction sexuée des insectes.
12. Quelles sont les similarités entre les œufs et les graines, du point de vue de leur rôle dans la reproduction?
13. Quels sont les avantages de la pollinisation pour l'abeille et pour la plante qu'elle visite?
14. Comment les animaux transportent-ils des graines vers de nouveaux endroits?
15. Quel est le rôle de l'exosquelette dans la métamorphose de plusieurs insectes?
16. La métamorphose de la sauterelle est-elle complète ou incomplète?
17. Recopie et complète le tableau suivant sur la métamorphose complète et la métamorphose incomplète.

	Métamorphose complète	Métamorphose incomplète
Nombre de parents		
Type de reproduction		
Nombre d'étapes du cycle de vie		
Habitat		

Pause réflexion

Pourquoi la reproduction sexuée offre-t-elle plus de possibilités de diversité génétique dans une espèce que la reproduction asexuée?

6.3 Les appareils reproducteurs de l'homme et de la femme

Notions scientifiques de la section

- L'appareil reproducteur est le seul système qui diffère chez l'homme et la femme.
- Il a pour fonction de produire les gamètes qui s'uniront pour donner naissance à un bébé.
- L'appareil reproducteur de la femme fournit également l'espace nécessaire à la fécondation et au développement de l'embryon.

Mots clés

appareil reproducteur
 canal déférent
 col de l'utérus
 fœtus
 ovaire
 pénis
 scrotum
 testicule
 trompes de Fallope
 urètre
 utérus
 vagin

Les mammifères se reproduisent par fécondation interne, ce qui exige la présence de structures internes et externes. Les structures externes permettent la rencontre des gamètes. Les structures internes produisent les gamètes et fournissent un environnement pour la fécondation et la protection de l'embryon pendant son développement. Les structures femelles contribuent également à la sortie du bébé du corps de la mère.

L'appareil reproducteur de l'homme

Chez l'homme, l'appareil reproducteur a pour fonction de produire les gamètes mâles (spermatozoïdes) et de les acheminer près du gamète femelle (ovule) en vue de la fécondation. Chaque structure de l'appareil reproducteur de l'homme (voir la figure 6.27) joue un rôle précis (voir le tableau 6.2).

Figure 6.27 L'appareil reproducteur de l'homme

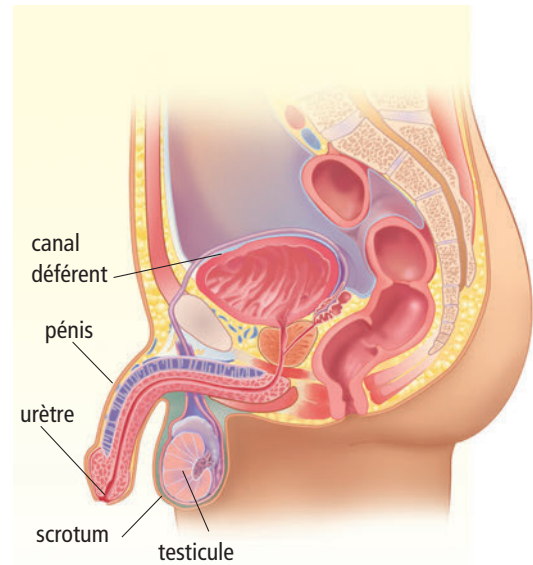


Tableau 6.2 Les fonctions des structures de l'appareil reproducteur de l'homme

Structure	Fonction
Testicules	Ils produisent les spermatozoïdes (les gamètes mâles) par méiose et libèrent certaines hormones.
Scrotum	Il protège les testicules en les maintenant à une température plus basse que celle du corps.
Canaux déférents	Ce sont des tubes musculaires dans lesquels les spermatozoïdes se mêlent à des sécrétions liquides pour former le sperme. Les conduits déférents peuvent conserver les spermatozoïdes pendant plusieurs mois.
Urètre	L'urètre, qui transporte aussi l'urine, est l'ouverture par laquelle les spermatozoïdes quittent le corps.
Pénis	Le pénis contient l'urètre.

L'appareil reproducteur de la femme

L'appareil reproducteur de la femme produit des ovules (les gamètes femelles) et protège l'embryon au cours de son développement. Chaque structure de l'appareil reproducteur de la femme (voir la figure 6.28) joue un rôle précis dans la reproduction, la fécondation et le développement de l'embryon (voir le tableau 6.3).

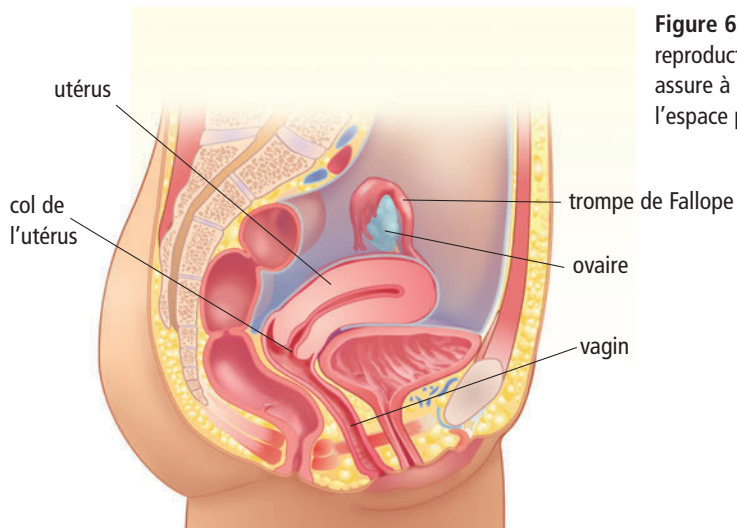


Figure 6.28 L'appareil reproducteur de la femme assure à l'ovule fécondé l'espace pour se développer.

Le savais-tu ?

Chez certains mammifères, les spermatozoïdes peuvent demeurer plusieurs jours dans les trompes de Fallope, jusqu'à ce qu'un ovule soit libéré. Chez une espèce de chauves-souris, la fécondation peut même se produire plusieurs mois plus tard. Chez les humains, on sait maintenant que la fécondation peut avoir lieu jusqu'à cinq jours après une relation sexuelle.

Tableau 6.3 Les fonctions des structures de l'appareil reproducteur de la femme

Structure	Fonction
Ovaires	Ils produisent les ovules (les gamètes femelles) par méiose et libèrent certaines hormones.
Trompes de Fallope	La fécondation a lieu dans les trompes de Fallope. Elles servent à acheminer les ovules de l'ovaire vers l'utérus, mais elles ne sont pas attachées aux ovaires.
Utérus	L'utérus protège et nourrit le fœtus au cours de son développement.
Col de l'utérus	Le col de l'utérus est la porte d'entrée des spermatozoïdes vers l'utérus. Au moment de la naissance, le col se dilate pour permettre le passage du bébé.
Vagin	Les spermatozoïdes sont d'abord déposés dans le vagin, où ils entreprennent leur voyage vers l'ovule. C'est par le vagin que le bébé sort du corps de la mère.

Vérifie ta lecture

1. Dans l'appareil reproducteur de l'homme et de la femme, quelles sont les structures qui produisent les gamètes ?
2. Nomme les structures internes de l'appareil reproducteur de l'homme.
3. Où la fécondation se produit-elle ?
4. Chez l'homme et la femme, dans quelles structures la méiose se produit-elle ?

Approfondissement

Des scientifiques ont pu extraire des cellules souches du liquide entourant l'embryon. Pour en apprendre plus comment cette importante découverte pourrait être utile pour la réparation des tissus et la reproduction d'organes destinés à la transplantation, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **cellules souches, organes et transplantations.**

Le développement fœtal

Le développement humain commence à la fécondation, étape où un ovule et un spermatozoïde s'unissent pour former un zygote. Le zygote se divise d'abord en deux cellules, puis en quatre, puis en huit, et ainsi de suite, pendant qu'il voyage dans une trompe de Fallope vers l'utérus. Ce voyage dure environ une semaine. Les couches de cellules du zygote en développement formeront finalement les organes et les tissus d'un bébé. Ce processus, appelé différenciation cellulaire, se poursuit durant 38 semaines. La différenciation cellulaire est souvent divisée en trois périodes appelées trimestres. Au cours de chaque trimestre s'opèrent des changements majeurs dans le développement de l'embryon et du fœtus.

Le premier trimestre : le développement des systèmes d'organes

Au cours du premier trimestre, tous les systèmes d'organes commencent à se développer et à se former. Après quatre semaines, le cerveau et la moelle épinière se développent (voir la figure 6.29A). Après huit semaines, les cellules des os se forment (voir la figure 6.29B). L'embryon s'appelle désormais un **fœtus**. Après douze semaines de développement fœtal, les systèmes d'organes se sont formés (voir la figure 6.29C). En moyenne, à la fin du premier trimestre, le fœtus pèse environ 28 g et mesure environ 9 cm.



Figure 6.29A L'embryon à quatre semaines

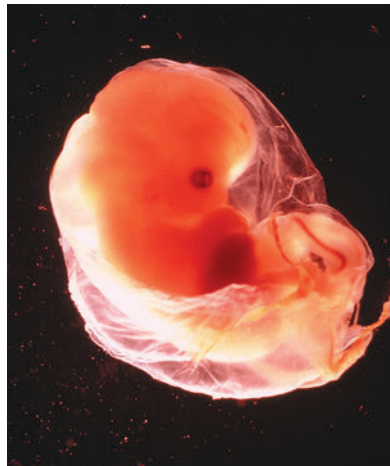


Figure 6.29B Le fœtus à huit semaines

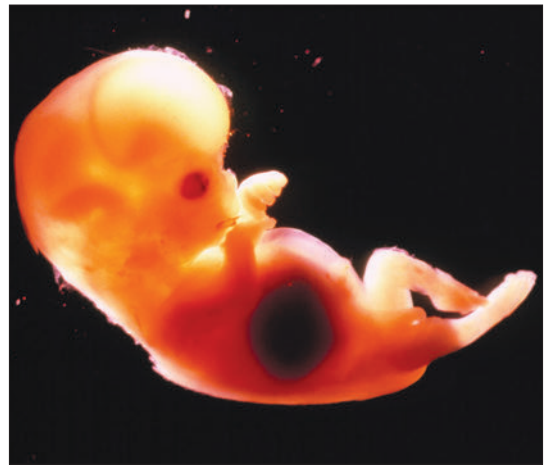


Figure 6.29C Le fœtus à douze semaines

Suggestion d'activité

Activité d'exploration 6-3A,
à la page 202.

Le deuxième trimestre : la croissance

Le fœtus se développe rapidement entre la 12^e et la 16^e semaine (voir la figure 6.30). Puis, sa croissance ralentit entre la 20^e et la 24^e semaine. À partir de la 20^e semaine, la mère peut sentir le fœtus bouger. À la fin du deuxième trimestre, le fœtus pèse environ 650 g et mesure 35 cm.



Figure 6.30 Le fœtus à seize semaines



Figure 6.31 Le fœtus à huit ou neuf mois

Le troisième trimestre: la croissance continue

Au cours du troisième trimestre, le fœtus continue sa croissance jusqu'à la naissance. Cela inclut un développement important du cerveau. Après 32 semaines, ou après le huitième mois, du gras se dépose sous la peau. Il agira comme protection isolante afin que le bébé conserve sa chaleur après sa naissance (voir la figure 6.31). À la fin du troisième trimestre, le fœtus pèse approximativement 3 300 g et mesure entre 40 cm et 50 cm.

Le tableau 6.4 présente un résumé de certaines des principales étapes du développement fœtal.

Tableau 6.4 Les principales étapes du développement fœtal

Trimestre	Étape	Temps écoulé depuis la fécondation	Taille de l'embryon et du fœtus
Premier	• Le cerveau et la moelle épinière se forment.	4 semaines	4 mm
	• Les doigts et les orteils sont apparus. Les oreilles, les reins, les poumons, le foie et les muscles se développent.	8 semaines	4 cm
	• La différenciation sexuelle est presque complète.	12 semaines	9 cm
Deuxième	• La mère peut sentir les mouvements du fœtus.	16 à 18 semaines	20 cm
	• Les paupières s'ouvrent.	24 semaines	35 cm
Troisième	• Le gain de poids est rapide grâce à la croissance et à l'accumulation de graisse.	26 à 38 semaines	40 à 50 cm



Lien Internet

Pour suivre semaine après semaine, et jusqu'à sa naissance, le développement d'un embryon et d'un fœtus, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.
www.cheneliere.ca

Le savais-tu ?

Dès que le zygote est implanté dans l'utérus, le corps fabrique une hormone qui empêche les ovaires de libérer d'autres ovules et maintient la paroi interne de l'utérus assurant le développement du fœtus. Un simple test d'urine permet de détecter cette hormone et de confirmer une grossesse quelques jours après la date à laquelle les dernières menstruations étaient prévues.

Signes d'une possible grossesse

absence de menstruations
test de grossesse positif
sensibilité des seins
élargissement des hanches
augmentation du volume des seins
grossissement du ventre
nausées
envies marquées pour certains aliments
aversion pour certains aliments
envie fréquente d'uriner
fatigue
étourdissements
sens de l'odorat plus développé
brûlures d'estomac
gain de poids
constipation
sautes d'humeur
augmentation de la température corporelle
crampes

Les signes visibles de la grossesse

Comment peux-tu savoir si une femme est enceinte ? Les changements de son corps sont d'excellents indices. Certains changements ne seront perçus que par la femme elle-même. Il arrive souvent que les premiers signes d'une grossesse prennent la forme de changements physiques subtils (voir la figure 6.32).

L'arrêt des menstruations est souvent le premier indice. Lorsqu'une femme n'est pas enceinte, des tissus utérins et une petite quantité de sang sont expulsés chaque mois au cours des menstruations. La femme enceinte utilise ces tissus pour protéger et nourrir le fœtus en développement.

Pendant la grossesse, les hanches de la mère s'élargissent souvent un peu pour fournir l'espace nécessaire au fœtus et préparer la naissance. Les seins augmentent de volume en vue de la production de lait.

Lorsque la grossesse avance, les signes de grossesse deviennent plus évidents. Une femme prend en moyenne 11 kg au cours de la grossesse et son ventre grossit au fur et à mesure que le fœtus se développe.

D'autres signes de la grossesse sont présents chez certaines femmes, alors qu'ils sont absents chez d'autres. Certaines femmes ont la nausée durant plusieurs semaines ou des envies irrépressibles de manger certains aliments. D'autres se sentent fatiguées ou sont facilement prises de vertiges.



Figure 6.32 Ces deux femmes sont enceintes. Étonnant ? Certains signes sont plus apparents que d'autres. Seul un test hormonal ou une échographie peut confirmer une grossesse de façon certaine.

Vérifie ta lecture

1. À quel moment le zygote devient-il un embryon ?
2. Nomme les trois grandes étapes du développement fœtal.
3. À quel moment la mitose commence-t-elle ?
4. Nomme les trois indices signalant le début d'une grossesse.

Le tri des embryons



Grâce au tri des embryons, le bébé de ce couple ne développera pas la chorée de Huntington.

Bébé Roger a commencé sa vie dans une boîte de Pétri où les spermatozoïdes de son père ont fécondé les ovules prélevés chez sa mère. Trois jours après la fécondation, au stade de huit cellules, les médecins ont prélevé une cellule de chaque ovule fécondé afin d'effectuer des tests génétiques. Les parents de Roger avaient peur que leur bébé soit porteur du gène de la chorée de Huntington. Cette maladie mortelle incurable apparaît généralement entre 30 et 45 ans et affecte le système nerveux. L'un des parents de Roger possède ce gène et un de ses grands-pères et un de ses arrière-grands-pères sont morts de cette maladie. Les parents de Roger étaient donc déterminés à arrêter la transmission de cette maladie aux générations suivantes. Ils ont donc décidé de garder seulement l'embryon ne portant pas le gène de la chorée de Huntington.

Le tri des embryons est présentement utilisé pour identifier des maladies génétiques telles que la fibrose kystique, la maladie de Tay-Sachs, le syndrome de Down, certains cancers héréditaires et la chorée de Huntington. Dans certains pays, il est légal de trier les embryons selon la présence de ces maladies, puis de n'implanter que les embryons sains. Certains couples demandent aussi le tri d'embryons seulement pour choisir le sexe du bébé. Ils demandent alors un test pour détecter la présence du chromosome Y indiquant que l'embryon est celui d'un garçon.

Le criblage génétique est aussi utilisé pour le typage tissulaire des embryons. Si une sœur ou un frère a une

maladie génétique grave nécessitant une compatibilité de tissu parfaite et qu'il n'existe aucun donneur, le cordon ombilical ou la moelle osseuse du bébé choisi peut être utilisé comme source de cellules souches afin de traiter la sœur ou le frère malade. Une controverse a même eu le jour quand des couples présentant des déficiences génétiques, comme la surdité et le nanisme, ont demandé de choisir des embryons porteurs de ces gènes défectueux afin que leurs enfants leur ressemblent.

Le tri des embryons ne semble pas causer de tort à l'embryon en développement, mais le processus est ardu et coûteux. Il existe aussi toujours un léger risque d'erreur au moment du tri. Actuellement, aucun tri d'embryons ne porte sur des caractères particuliers, par exemple la couleur des yeux, mais les pays doivent continuer à élaborer des lignes directrices concernant le criblage génétique afin d'empêcher des choix contraires à l'éthique.

Questions

1. Donne trois raisons justifiant le tri d'embryons.
2. Quelles sont les inquiétudes de nature éthique soulevées par le tri d'embryons ?
3. L'amniocentèse est un prélèvement du liquide contenant des cellules de l'embryon. Elle est effectuée sur la femme enceinte durant le deuxième trimestre. On examine ce liquide pour y rechercher des anomalies génétiques. Quel est l'avantage du criblage génétique par rapport à l'amniocentèse ?

Certains animaux possèdent des modes de différenciation cellulaire et de développement semblables. Dans cette activité, tu compareras le développement embryonnaire de six embryons.

Ce que tu dois faire

1. Étudie le schéma ci-dessous. Les embryons sont montrés à trois étapes différentes de leur développement. Prédis quelle série d'embryons montre le développement d'un poulet, d'un poisson, d'un être humain, d'un lapin, d'une salamandre et d'une tortue.
2. Nomme et décris trois ressemblances et trois différences dans le développement des embryons montrés ci-dessous.
3. Compare tes résultats avec ceux de tes camarades de classe.

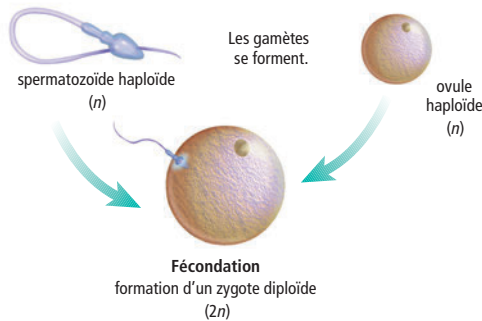


Qu'as-tu découvert ?

1. As-tu réussi à prédire quels embryons étaient représentés à leur première étape de développement ? Explique ta réponse.
2. À quelle étape du développement embryonnaire la différenciation cellulaire devient-elle plus apparente ?
3. À l'aide de ce que tu as appris dans ce chapitre, explique pourquoi les embryons montrés ci-dessous se ressemblent à l'étape 1, mais ne se ressemblent plus aux étapes suivantes.

Des concepts à retenir

1. Chez les humains, quelles sont les structures qui produisent les gamètes?
2. a) Quel est le processus illustré par le schéma ci-dessous?
b) Quelles sont les structures jouant un rôle dans ce processus?
c) À quel endroit ce processus se produit-il chez les humains?



3. Indique si les structures ci-dessous appartiennent à l'appareil reproducteur de l'homme ou de la femme :
 - a) le vagin ;
 - b) les testicules ;
 - c) le scrotum ;
 - d) l'urètre ;
 - e) le col de l'utérus ;
 - f) l'utérus ;
 - g) les trompes de Fallope ;
 - h) les canaux déférents ;
 - i) les ovaires ;
 - j) le pénis.
4. Nomme les organes de l'appareil reproducteur de la femme, en commençant par le lieu de formation d'un gamète jusqu'à la sortie du fœtus du corps de la mère.
5. Comment le zygote devient-il un embryon ?
6. À quel endroit le fœtus humain se développe-t-il ?
7. Durant quel trimestre du développement fœtal humain les principaux organes du corps se développent-ils ?

Des concepts clés à comprendre

8. Dans quelles structures de l'appareil reproducteur de l'homme et de la femme les gamètes se déplacent-ils ?
9. a) Nomme quatre signes qui pourraient indiquer que cette femme est enceinte.
b) Comment peut-elle savoir de façon certaine si elle est enceinte ?
10. Énumère les quatre étapes de la reproduction humaine.
11. a) Quelle est l'une des premières structures à se développer chez le fœtus humain ?
b) Quelles sont les dernières structures qui se développent chez le fœtus humain ?
12. En lien avec la reproduction, quelle est la principale fonction des organes ci-dessous ?
 - a) les testicules ;
 - b) les canaux déférents ;
 - c) l'urètre.



Pause réflexion

Il peut arriver qu'un zygote s'implante ailleurs que dans l'utérus. La plupart du temps, ce zygote ne poursuivra pas son développement. Parfois, l'embryon se développe dans une trompe de Fallope ou à l'extérieur de l'appareil reproducteur. Pourquoi une telle grossesse peut-elle causer la mort de la mère et du fœtus ?

6.4 Les modifications génétiques

Notions scientifiques de la section

- Les connaissances des scientifiques sur la génétique ont beaucoup évolué en raison des nouvelles technologies qui permettent maintenant de mieux observer les gènes.
- Chaque nouvelle découverte ouvre la voie pour des découvertes futures et des applications pratiques de ces connaissances.

Mots clés

caryotype
cellule souche
génomme
syndrome

Lien Internet

Une quatrième scientifique a joué un rôle important dans la découverte de la structure de l'ADN. Il s'agit de la chimiste Rosalind Franklin. Elle est décédée avant l'attribution du prix Nobel de médecine qu'elle aurait dû partager avec James Watson, Francis Crick et Maurice Wilkins, récompensés en 1962 pour cette découverte. Pour en savoir plus sur les travaux de Rosalind Franklin, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

www.cheneliere.ca

Les connaissances scientifiques en génétique ont beaucoup changé, mais l'idée que les caractères soient transmis des parents à leurs descendants date d'au moins 200 ans. Sans le savoir, les agriculteurs ont peut-être été les premiers à réaliser des expériences sur les gènes et la reproduction en sélectionnant les graines des plantes les plus prospères. Si cette sélection remonte peut-être à l'époque des rois égyptiens, la connaissance des mécanismes en jeu est cependant très récente.

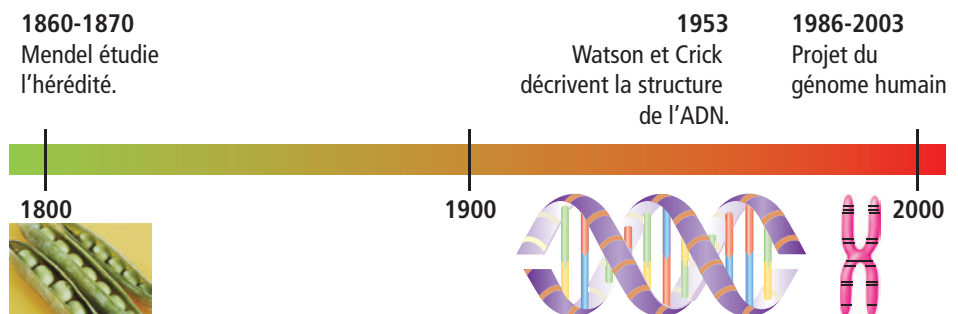
L'évolution des connaissances sur les gènes

Les débuts de l'agriculture, environ 10 000 ans avant notre ère, témoignaient déjà de toutes premières connaissances sur la reproduction. C'est à cette époque que l'homme a commencé à ramasser des graines pour les cultiver. Au milieu des années 1800, l'une des expériences les plus connues inférait déjà que les gènes jouaient un rôle dans la reproduction. En effet, un prêtre autrichien du nom de Gregor Mendel a réalisé à cette époque une expérience sur la transmission des caractères dans les plants de pois. Il a même réussi à isoler des graines qui transmettent toujours les mêmes caractères spécifiques, tels que la couleur ou la forme.

Malgré cela, on n'avait pas encore une compréhension précise de ce que sont les gènes. En 1953, deux scientifiques britanniques, Francis Crick et James Watson, ont réussi à décrire la structure de l'ADN. Ces scientifiques ont montré que l'ADN est un agencement de gènes qui forme une structure en double hélice, semblable à une échelle tordue. L'appariement particulier des bases dans cette « échelle » permettait d'expliquer comment une cellule peut produire des copies exactes.

La découverte de l'ADN est toujours considérée comme l'une des plus importantes découvertes du xx^e siècle (voir la figure 6.33). D'autres scientifiques sont arrivés à la même période à des conclusions semblables. Watson et Crick ont ainsi partagé le prix Nobel pour cette découverte avec Maurice Wilkins, un autre scientifique britannique.

Figure 6.33 Chaque découverte a amélioré la compréhension des gènes.



Les connaissances actuelles sur les gènes

Tu as peut-être entendu parler du « Projet du génome humain ». Des scientifiques du monde entier ont collaboré pendant une vingtaine d'années pour identifier tous les gènes de l'ADN humain.

Le **génom**e est l'ensemble du matériel génétique d'un organisme. Tu as appris à la section 4.1 que les chromosomes sont composés de gènes (voir la figure 6.34). Si l'on comparait les chromosomes à un train, on pourrait dire que le Projet du génome humain a permis de trouver la position et d'identifier la fonction de chacun des 30 000 gènes (les wagons) sur les 24 chromosomes (les trains) des cellules humaines.

Bien que le projet soit maintenant terminé, il reste encore beaucoup de données à analyser. L'une des grandes surprises de ce projet a été que peu de gènes déterminent les cellules humaines. Il y a en fait six fois moins de gènes que ce que l'on avait estimé. Les chercheurs ont également été étonnés par les grandes similitudes entre les gènes d'animaux très différents. La plupart des gènes de souris, de porcs et d'êtres humains sont, par exemple, très semblables même si ces organismes sont pourtant très différents.

Le Projet du génome humain a également permis de produire une carte pouvant servir à chercher et à identifier certains gènes en particulier. Cette information pourra servir à vérifier la présence d'un gène responsable d'une maladie. Dans l'avenir, les scientifiques pourront même peut-être modifier ou supprimer certains gènes.

Le syndrome d'Allderdice

On a découvert une maladie génétique dans la population isolée de Sandy Point, sur la côte ouest de l'île de Terre-Neuve. Dans cette communauté, un taux très élevé d'enfants naissaient avec des malformations qui semblaient transmises par leurs parents. Cette situation a été attribuée à l'isolement géographique de Sandy Point et à la perte de diversité génétique qui en découle.

Les scientifiques ont pu déterminer que ces malformations étaient causées par la mutation d'un seul chromosome. Les individus qui possèdent cette mutation apparemment mineure présentent un faible poids à la naissance, des déformations aux mains et au visage et des troubles psychomoteurs. Ce caractère génétique est transmis par la mère. Les enfants d'une mère ayant le syndrome ont 31% de chances d'en hériter. On a donné à ce groupe de symptômes le nom de syndrome d'Allderdice, en l'honneur du D^r Penny Allderdice. Cette scientifique de la Memorial University a découvert en 1975 que les personnes souffrant de ce syndrome ont une partie d'un chromosome inversée.

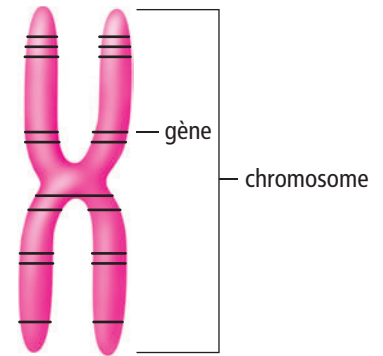


Figure 6.34 Les gènes se trouvent sur les chromosomes et contiennent les instructions nécessaires pour produire des protéines.



Figure 6.35 Les hommes et les femmes ont des caryotypes distincts.

Suggestion d'activité

Activité d'exploration 6-4A,
à la page 207.

Le diagnostic des maladies génétiques

La figure 6.35 montre une photo de deux adolescents. Un généticien ou une généticienne peut préparer une autre sorte de photographie de ces deux personnes en montrant tous leurs chromosomes disposés dans un ordre précis. Cette image, illustrée à la figure 6.36, porte le nom de **caryotype**. Pour préparer un caryotype, il faut prélever les chromosomes extraits des cellules du corps au moment de la mitose. Les chromosomes homologues sont identifiés et appariés grâce à leur taille, la position du centromère et les motifs de bandes qu'ils comportent.

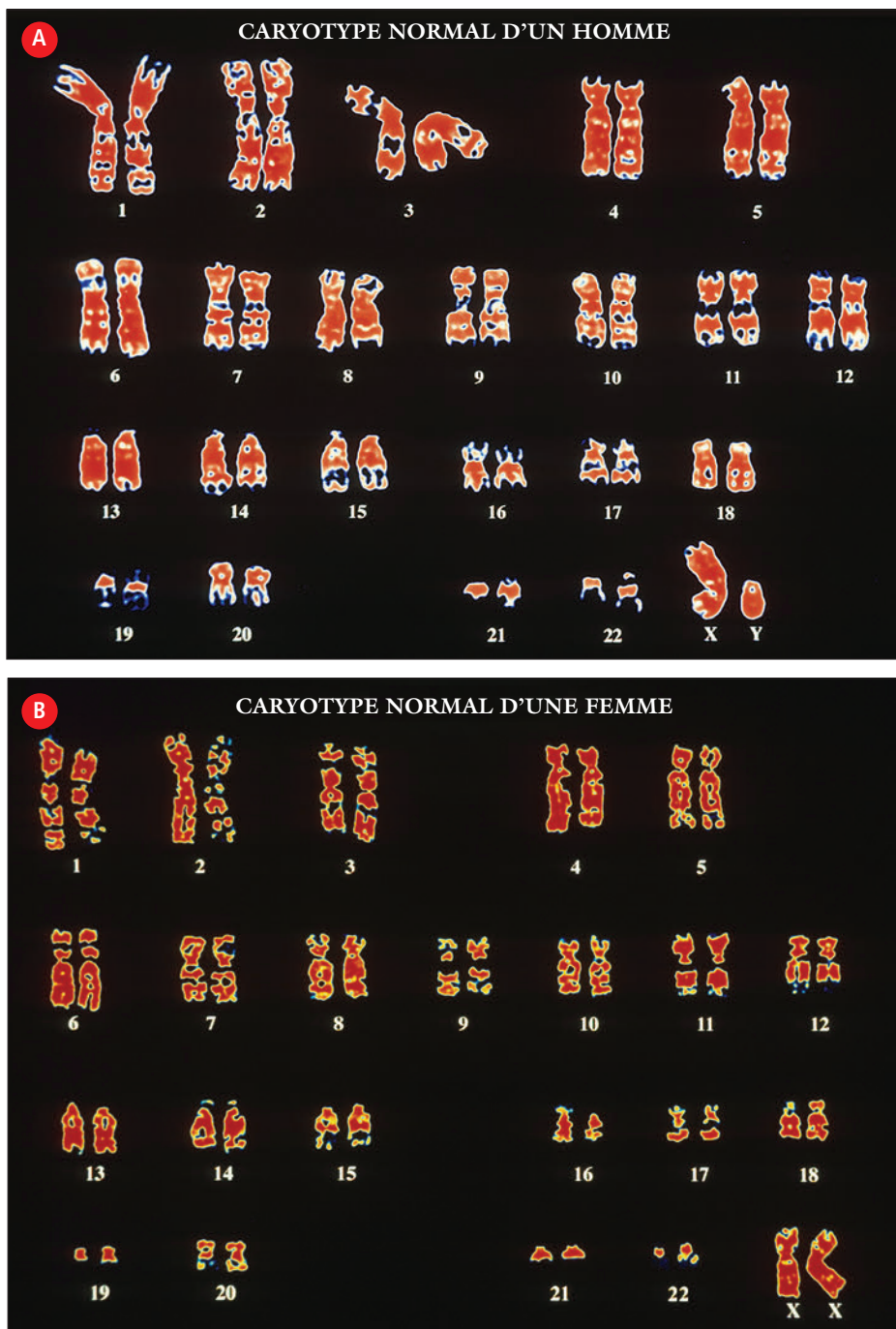


Figure 6.36 Les caryotypes normaux d'un homme (A) et d'une femme (B)

Grâce à l'analyse des caryotypes, les généticiens et les généticiennes peuvent déterminer si une mutation chromosomique s'est produite. L'identification des chromosomes affectés aide les médecins à diagnostiquer et à traiter des patients qui souffrent de maladies génétiques ou de **syndromes**. Un syndrome est une maladie associée à un groupe de symptômes qui se manifestent ensemble. Le syndrome de Down, par exemple, est l'une des mutations chromosomiques les plus fréquentes. Les personnes qui présentent le syndrome de Down, ou trisomie 21, (voir la figure 6.37) ont des traits faciaux caractéristiques, une taille plus courte et sont susceptibles de développer des anomalies cardiaques et certaines maladies telles que l'Alzheimer ou la leucémie. 95 % des cas du syndrome de Down sont dus à la présence d'un chromosome 21 excédentaire (voir la figure 6.38).



Figure 6.37 Les personnes atteintes du syndrome de Down participent activement à la vie de leur communauté.

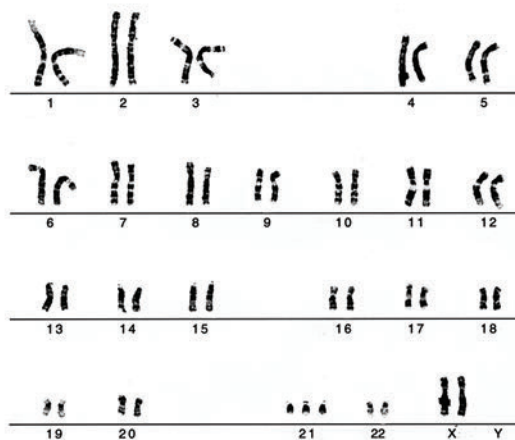


Figure 6.38 Le caryotype d'une personne atteinte du syndrome de Down

L'analyse d'un caryotype

6-4A ACTIVITÉ d'exploration

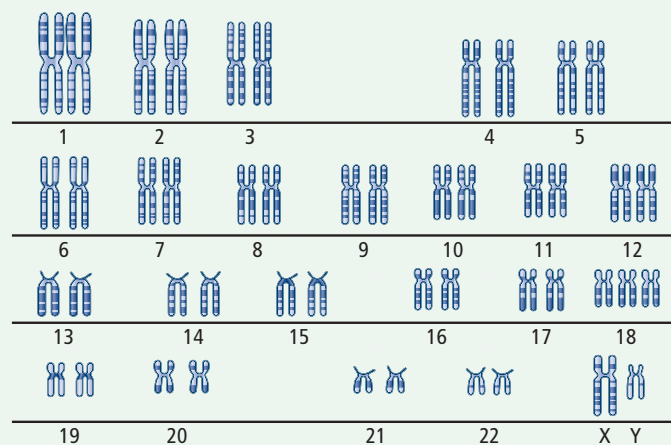
Les généticiens et les généticiennes analysent les caryotypes pour déterminer la présence de mutations chromosomiques. Au cours de cette activité, tu analyseras le caryotype d'une personne atteinte du syndrome d'Edwards.

Ce que tu dois faire

1. Observe le caryotype du syndrome d'Edwards ci-contre.
2. Compte le nombre total de chromosomes et de paires de chromosomes. Prends ces données en note.
3. Détermine si cette personne est un homme ou une femme.

Qu'as-tu découvert ?

1. Quelle erreur de chromosome as-tu identifiée ?
2. a) La production du caryotype permet-elle d'identifier une mutation génique ?
b) Pourquoi ?



Le clonage assisté par les humains

Tu as appris qu'un certain nombre de méthodes de clonage asexué se produisent dans la nature. La scissiparité, le bourgeonnement, la fragmentation, la reproduction végétative et la production de spores en sont des exemples. Chez les végétaux qui se reproduisent de manière asexuée, chaque cellule a le potentiel de se développer en une plante identique. Grâce à cette capacité, les scientifiques peuvent cloner des plantes à partir de boutures. Les animaux les moins complexes comme les éponges, les hydres et les vers peuvent aussi se cloner par des méthodes asexuées. Contrairement aux animaux et aux végétaux les moins complexes, les animaux multicellulaires les plus complexes perdent cette capacité de clonage à mesure que leurs cellules se spécialisent. Pour que le clonage soit possible, l'intervention des humains est alors nécessaire.

Le clonage des végétaux et des animaux peut être utilisé pour conserver l'information génétique d'espèces menacées ou produire en grande quantité un organisme possédant un caractère particulier. Par exemple, en Colombie-Britannique, les scientifiques travaillent sur le clonage de pins naturellement résistants au dendroctone du pin argenté (voir la figure 6.39).

Approfondissement

Le clonage peut-être aussi utilisé pour produire des porcs dont les organes seront transplantés sur des humains. Pour en apprendre plus sur les différents types de clonage, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants: **clonage** et **types**.



Figure 6.39 Les dendroctones du pin argenté ont dévasté plusieurs forêts de pins de Murray. Certains arbres ont produit suffisamment de résine collante pour empêcher les insectes nuisibles de pénétrer en profondeur dans l'arbre. En plantant des clones de ces pins, on pourrait arrêter la destruction de ces forêts.

Le clonage reproductif

Le clonage reproductif est également appelé clonage d'ADN adulte. Le but de ce clonage est de produire une copie génétique d'un organisme, existant ou ayant existé, possédant des qualités recherchées. Par exemple, on pourrait vouloir cloner une vache qui produit beaucoup de lait. Comme toutes les cellules de la vache sont spécialisées, on ne peut pas

transformer n'importe quelle cellule, par exemple une cellule de la peau, en un autre individu. Cependant, il est possible de retirer le noyau de la cellule de la peau et de l'insérer dans un ovule privé de son noyau.

Dolly est le clone de brebis le plus célèbre au monde. On a transféré le noyau d'une cellule d'une glande mammaire dans un ovule sans noyau (voir la figure 6.40). Puis, on a transplanté la cellule fusionnée dans une mère porteuse (de substitution). Dolly est finalement née. Ce processus présente toutefois un inconvénient majeur. En moyenne, seulement 10% des clones survivent. De plus, les survivants peuvent être anormalement gros et présenter des taux plus élevés d'infection et de cancer. Dolly n'a vécu que six ans et est morte d'une maladie pulmonaire répandue chez les moutons. Avant de mourir, elle semblait vieillir plus rapidement que normal.

Lien Internet

Pour réaliser une simulation du processus de clonage, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

www.cheneliere.ca

Le clonage thérapeutique

Le clonage thérapeutique est utilisé afin de corriger des problèmes de santé. À cette fin, on peut utiliser autant les cellules souches embryonnaires humaines que les cellules souches adultes humaines. Les **cellules souches** sont des cellules capables de devenir des cellules de plusieurs types différents. Les cellules souches embryonnaires sont plus recherchées pour le clonage thérapeutique, car elles peuvent se différencier en n'importe lequel de nos 200 types de cellules du corps.

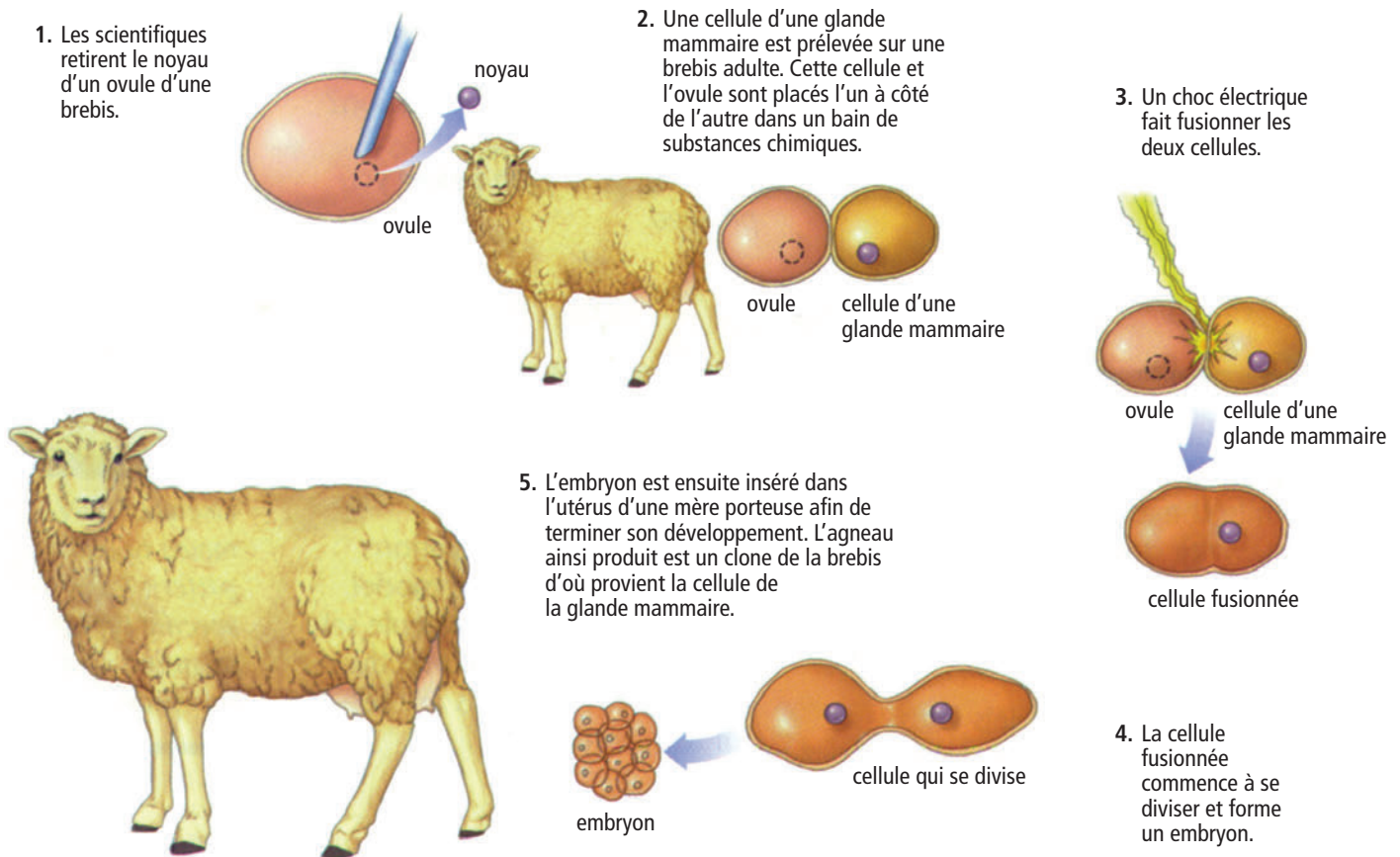


Figure 6.40 Le processus de clonage reproductif



D^r Terry-Lynn Young

Le D^r Terry-Lynn Young et d'autres chercheurs de la Memorial University ont identifié le gène responsable d'une maladie causant la mort subite de jeunes hommes. Cette découverte a permis de résoudre un casse-tête et de venir en aide à de nombreuses familles affectées par la cardiomyopathie arythmique du ventricule droit (CAVD). Depuis plusieurs générations, ces familles doivent vivre en sachant que plusieurs de leurs membres masculins mourront jeunes à cause de cette insuffisance cardiaque. Dans les familles touchées par cette maladie, seulement la moitié des hommes atteignent l'âge de 40 ans. Cette maladie est répandue à Terre-Neuve-et-Labrador.

- Q.** Pourquoi avez-vous décidé d'essayer d'identifier le gène responsable de la CAVD ?
- R.** La CAVD est une maladie génétique qui affecte depuis longtemps la vie de plusieurs familles à Terre-Neuve-et-Labrador. Nous sommes partis de l'hypothèse selon laquelle la maladie était probablement causée par la mutation d'un seul gène. Si nous pouvions trouver ce gène, nous y trouverions une mutation.
- Q.** Comment avez-vous procédé pour identifier ce gène ?
- R.** Comme nous pensions qu'il s'agissait d'une mutation dans un seul gène, nous avons prélevé des échantillons sanguins chez toutes les personnes, qu'elles soient affectées ou non par la maladie. Nous avons extrait l'ADN de ces échantillons et nous avons comparé les génomes. Nous avons constaté que toutes les personnes affectées par la maladie avaient le même chromosome 3. En faisant

le séquençage des gènes sur le chromosome 3, nous avons découvert qu'un gène avait une mutation, le gène TMEM43. Toutes les personnes qui souffraient d'insuffisance cardiaque dans ces familles ou qui mouraient de la maladie avaient la même mutation du gène TMEM43. Cette mutation n'était pas présente chez les autres. Nous savions alors que nous venions de trouver le bon gène.

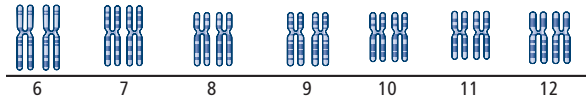
- Q.** Quel est l'avantage de connaître le gène responsable de la CAVD ?
- R.** Si nous savons qui a cette mutation, nous savons alors qui a des risques élevés d'insuffisance cardiaque et de mort subite. On peut opérer ces personnes et leur implanter un appareil de secours dans leur poitrine. Cet appareil rétablit le rythme cardiaque si les battements deviennent arythmiques et leur sauve la vie. Dans le cas de ceux qui ont la chance de ne pas avoir cette mutation, cette découverte leur évite de fréquents déplacements à l'hôpital pour des examens du cœur. Ils peuvent aussi savoir que leurs enfants n'hériteront pas de ce gène.
- Q.** Comment décririez-vous l'étude de la génétique ?
- R.** Mon travail ressemble un peu à celui d'un enquêteur criminel. Il faut être très patient et recueillir beaucoup de preuves, ce qui prend beaucoup de temps. Parfois, on ne trouve pas de réponse. Il est important de ne pas abandonner quand cela devient difficile. C'est peut-être le temps d'essayer quelque chose de différent. Il faut réviser ses hypothèses à chaque étape. Pour réussir, il faut être très critique envers son travail et ses idées. Il ne suffit pas de penser que l'on a raison. Il faut constamment garder l'esprit ouvert et toujours continuer à apprendre des choses nouvelles.

Questions

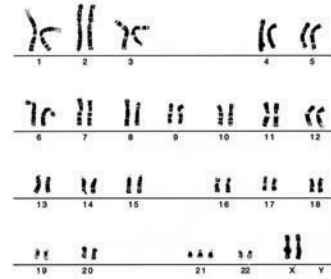
1. Qu'est-ce que la cardiomyopathie arythmique du ventricule droit (CAVD) ?
2. Comment les chercheurs sont-ils parvenus à trouver le gène responsable de la CAVD ?
3. Quelles sont les ressemblances entre le travail d'un chercheur en génétique et celui d'un enquêteur criminel ?

Des concepts à retenir

1. Quelles sont les deux causes possibles d'une maladie génétique?
2. Donne un exemple de maladie génétique.
3. Qu'est-ce qu'un génome?
4. Que font les gènes?
5. Quel est le lien entre le syndrome d'Allderdice et les gènes?
6. Quelle est la relation entre les gènes et les chromosomes?
7. Quelle est la différence entre un caryotype et un génome?
8. Dans le schéma ci-dessous, quelles sont les structures illustrées dans cette section d'un caryotype?



16. Quelles sont les similitudes entre les causes du syndrome de Down et celles du syndrome d'Allderdice?
17. Quelle est la maladie génétique qui apparaît dans le caryotype ci-dessous? Explique comment tu peux le savoir.



Des concepts clés à comprendre

9. Place les concepts suivants selon l'ordre chronologique de leur découverte.
 - a) Les cellules humaines sont déterminées par 30 000 gènes.
 - b) L'ADN a une forme de double hélice.
 - c) Les gènes transmettent des caractères des parents à leurs enfants.
 - d) On peut identifier les gènes.
10. Quel stade du cycle cellulaire est le plus approprié pour l'obtention d'un caryotype?
11. Comment le caryotype peut-il aider les personnes atteintes d'une maladie génétique?
12. Pourquoi l'isolement géographique peut-il être la cause d'une fréquence plus élevée de maladies génétiques dans une population?
13. Comment les gènes contribuent-ils à la diversité génétique dans une population?
14. On peut maintenant produire artificiellement des clones. Le clonage est-il plus apparenté à la reproduction sexuée ou à la reproduction asexuée? Explique ta réponse.
15. Explique comment les travaux de Mendel, Watson et Crick, ainsi que le Projet du génome humain, ont contribué à améliorer les connaissances actuelles en génétique.

Pause réflexion

Bien avant que la génétique ou l'ADN soient compris, les agriculteurs savaient qu'ils pouvaient améliorer leur production en faisant se reproduire entre eux les plantes ou les animaux les plus performants. Aujourd'hui, des gènes bénéfiques peuvent être insérés dans la cellule d'une plante ou d'un animal complètement différent. Explique pourquoi ces deux méthodes pourraient être considérées comme des modifications génétiques.

Prépare ton propre résumé

Dans ce chapitre, tu as étudié la méiose, qui est à la base de la reproduction sexuée. Réalise ton propre résumé des idées principales de ce chapitre. Tu peux ajouter des organisateurs graphiques ou des illustrations à tes notes. (Voir l'Omnitruc 8 sur l'emploi des organisateurs graphiques.) Sers-toi des titres suivants pour organiser tes notes :

1. La méiose
2. La diversité génétique
3. La reproduction sexuée chez les mousses, les plantes à fleurs et les insectes
4. L'évolution des connaissances en génétique
5. La reproduction humaine et le développement embryonnaire

Des concepts à retenir

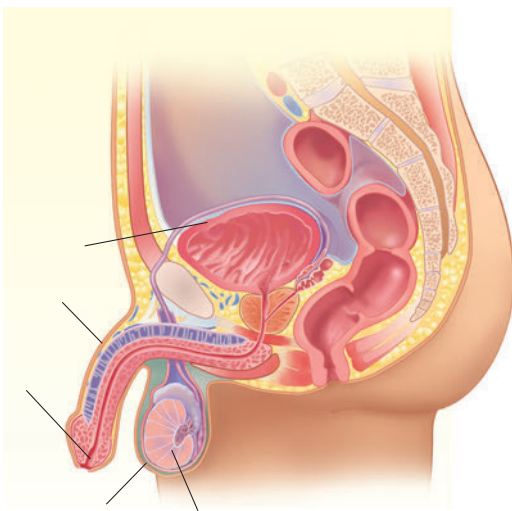
1. Pourquoi la méiose est-elle nécessaire aux organismes multicellulaires ?
2. Compare la méiose II avec la mitose.
3. Compare les cellules au début de la méiose avec celles à la fin de la méiose.
4. Décris deux événements qui contribuent à la diversité génétique des organismes.
5. À l'aide de tes connaissances sur la méiose, explique pourquoi tu n'es pas identique à tes parents ou à tes frères et sœurs, ou encore à tes cousins.
6. Comment un caryotype peut-il être utile aux généticiens ?
7. Nomme le syndrome résultant de la présence d'un chromosome 21 supplémentaire.
8. Élabore un organisateur graphique à partir des termes suivants : embryon, fécondation, gamète et zygote.
9. Indique si les phrases suivantes s'appliquent à la reproduction sexuée chez les mousses, les plantes à fleurs, les insectes ou les humains.
 - a) Entre le début et la fin de la vie d'un organisme, les transformations qu'il subit sont si importantes que l'on croirait qu'il s'agit d'un nouvel organisme.

- b) Les gamètes mâles et femelles peuvent entrer en contact grâce à la présence d'eau.
 - c) L'ovule fécondé se développe pendant neuf mois dans le corps de l'un des parents.
 - d) Les gamètes mâles sont transportés par le vent vers les gamètes femelles.
10. Le tableau ci-dessous renseigne sur le développement d'un embryon et d'un fœtus humain au cours des trois trimestres. Sur un graphique, trace une courbe montrant le développement en fonction du temps au cours de cette période. (La courbe passe par tous les points.)
- a) Détermine quand la croissance de l'embryon ou du fœtus est la plus rapide.
 - b) Détermine quand la croissance de l'embryon ou du fœtus est la plus lente.
 - c) Comment as-tu déterminé quand la croissance est la plus rapide ou la plus lente ?

Trimestre	Temps écoulé depuis la fécondation	Taille de l'embryon et du fœtus
Premier trimestre (1 à 12 semaines)	3 semaines	3 mm
	4 semaines	4 mm
	6 semaines	12 mm
	7 semaines	2 cm
	8 semaines	4 cm
	9 semaines	5 cm
Deuxième trimestre (13 à 25 semaines)	3 mois	9 cm
	4 mois	15 cm
	5 mois	25 cm
Troisième trimestre (26 à 40 semaines)	6 mois	35 cm
	7 mois	35 cm
	8 mois	40 cm
	9 mois	50 cm

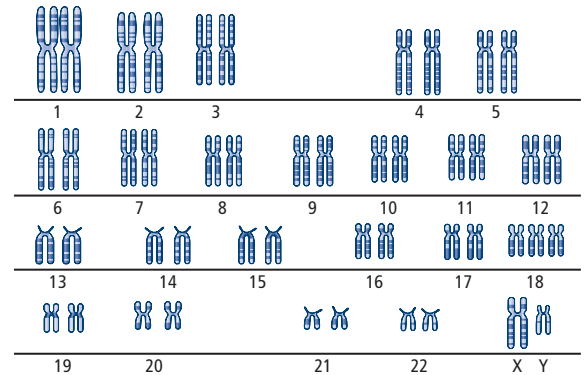
Des concepts clés à comprendre

11. Quel est le but de la fécondation ?
12. Pourquoi les mousses doivent-elles vivre dans des milieux humides ?
13. Comment un embryon multicellulaire peut-il se former à partir d'un seul ovule fécondé ?
14. Le pollen recueilli sur le lieu d'un crime peut constituer une preuve aussi importante que des empreintes digitales, de l'ADN, des cheveux ou des fibres de vêtements. À l'aide de tes connaissances sur la méiose et la reproduction sexuée, explique comment le pollen peut aider à élucider des crimes.
15. Examine l'illustration ci-dessous.



- a) Nomme le système représenté dans ce schéma.
 - b) Nomme les structures montrées par les lignes.
 - c) Dans quelle structure les gamètes sont-ils produits ?
16. Évalue la reproduction sexuée et la reproduction asexuée du point de vue :
- a) de l'énergie requise ;
 - b) des soins parentaux ;
 - c) de la diversité génétique des descendants.

17. Observe le schéma ci-dessous. Décris l'analyse que peut effectuer un scientifique à partir de ces données.



18. Quel est le rôle de la métamorphose dans la reproduction ?

Pause réflexion

La reproduction asexuée contribue peu à la diversité d'une population. La reproduction sexuée produit une grande diversité en raison de la redistribution des gènes au cours de la méiose et de la rencontre aléatoire d'un ovule et d'un spermatozoïde. Si au fil du temps un oursin ressemble de moins en moins aux autres oursins de sa population, il se peut qu'il ne puisse plus se reproduire avec des oursins de cette population. Si d'autres oursins se transforment de la même manière que cet oursin et si ces individus transformés sont capables de se reproduire entre eux et d'avoir des descendants fertiles, alors ils peuvent être considérés comme une nouvelle espèce. Prédis s'il est plus probable qu'une nouvelle espèce d'oursin apparaisse dans une grande ou dans une petite population d'oursins. Fais un schéma pour expliquer ta prédiction.

4 Le noyau et le contrôle des fonctions vitales

- Les chromosomes à l'intérieur du noyau portent les gènes qui contiennent les instructions pour la fabrication des protéines. (4.1)
- L'information génétique détermine les caractères qui seront transmis des parents à leurs descendants. (4.1)
- Les protéines contrôlent les activités cellulaires. (4.1)
- Une mutation génique est un changement de l'information conservée dans le noyau. (4.2)
- Les mutations géniques peuvent avoir un effet positif, négatif ou neutre sur l'individu. (4.2)
- Les mutations peuvent se produire au cours de la réplication de l'ADN ou être causées par des mutagènes. (4.2)
- Les mutagènes peuvent être produits par la nature ou par les activités humaines. (4.2)
- Le but de la thérapie génique est de corriger les mutations géniques. (4.2)

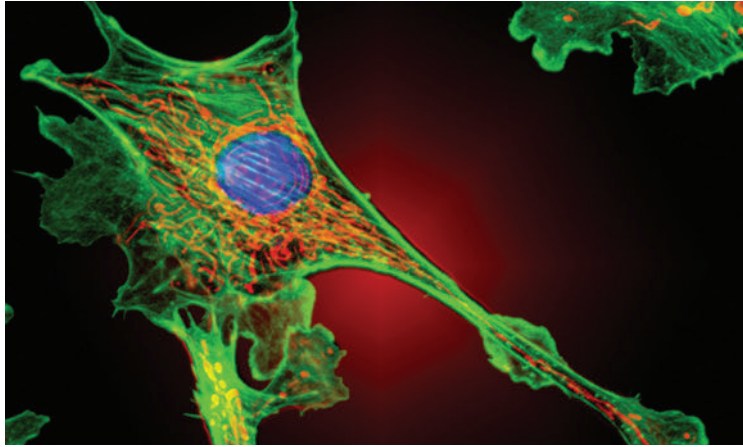
5 La mitose, base de la reproduction asexuée

- Le cycle cellulaire comporte trois étapes : l'interphase, la mitose et la cytokinèse. (5.1)
- La mitose comporte quatre phases : la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase. (5.1)
- Les protéines des points de contrôle indiquent au noyau si le cycle cellulaire doit se poursuivre ou non. (5.1)
- Une erreur dans une protéine d'un point de contrôle peut causer des maladies comme le cancer, qui résulte d'une division cellulaire incontrôlée. (5.1)
- La reproduction asexuée ne nécessite qu'un seul parent. (5.2)
- Les types de reproduction asexuée sont, entre autres, la scissiparité, le bourgeonnement, la fragmentation, la reproduction végétative et la production de spores. (5.2)
- La reproduction asexuée permet de produire un grand nombre de descendants. Toutefois, les descendants n'ont pas une diversité génétique suffisante pour survivre à des modifications importantes de leur environnement. (5.2)

6 La méiose, base de la reproduction sexuée

- La méiose produit des gamètes possédant deux fois moins de chromosomes que les autres cellules du corps. (6.1)
- Le processus de la méiose contribue à la diversité des organismes, car l'information génétique est redistribuée durant la méiose I. (6.1)
- La reproduction sexuée comporte trois étapes : l'accouplement, la fécondation et le développement. (6.2)
- Chez les animaux et les végétaux à reproduction sexuée, un gamète mâle et un gamète femelle se rencontrent par fécondation interne ou par fécondation externe. (6.2)
- Le début du développement d'un organisme a lieu au cours d'une étape appelée le développement embryonnaire. (6.2)
- L'appareil reproducteur est le seul système qui est différent chez les mâles et les femelles (6.3)
- Les connaissances en génétique progressent sans cesse, avec de nouvelles découvertes et de nouveaux outils à la disposition des chercheurs. (6.4)
- Les modifications génétiques peuvent être avantageuses, neutres ou dommageables, comme dans le cas des syndromes de Down et d'Allderdice. (6.4)

Chapitre 4



Mots clés

- acide désoxyribonucléique (ADN)
- caractère
- chromosome
- gène
- hérédité
- mutagène
- mutation génique
- noyau

Chapitre 5



Mots clés

- bourgeonnement
- cycle cellulaire
- cytokinèse
- fragmentation
- interphase
- mitose
- réplication
- reproduction asexuée
- reproduction végétative
- scissiparité
- spore

Chapitre 6



Mots clés

- appareil reproducteur
- canal déférent
- caryotype
- cellule souche
- col de l'utérus
- diversité génétique
- embryon
- fécondation
- fœtus
- gamète
- génome
- méiose
- métamorphose
- métamorphose complète
- métamorphose incomplète
- méiose
- ovaire
- pénis
- pollen
- pollinisation
- reproduction sexuée
- scrotum
- syndrome
- testicule
- trompes de Fallope
- urètre
- utérus
- vagin
- zygote

Prendre une décision concernant Gèneville

On te demande d'assister à une réunion du conseil municipal de Gèneville, une petite municipalité de Terre-Neuve-et-Labrador située à proximité d'une ville moyenne. Cette ville voisine possède une université en forte expansion dotée d'un département de biomédecine très respecté. Une entreprise de biotechnologie, *Cellules souches aujourd'hui*, désire investir 150 millions de dollars dans un laboratoire de recherche qui serait construit aux limites de la ville. Le siège social de l'entreprise est situé outre-mer. Le gouvernement fédéral a récemment approuvé la proposition de l'entreprise, mais l'emplacement n'est pas encore déterminé. L'entreprise *Cellules souches aujourd'hui* veut effectuer des recherches sur les embryons humains dans l'espoir de trouver des traitements pour guérir certaines maladies et blessures.

Problème

Le conseil municipal de Gèneville tient une audience publique afin de décider si l'entreprise *Cellules souches aujourd'hui* sera accueillie dans la municipalité. Tu es concerné(e) par cette installation à Gèneville. Tu dois exprimer ton opinion et dire si l'implantation de cette entreprise devrait être autorisée ou non. Les membres du conseil municipal de Gèneville utiliseront tes connaissances et ton avis pour prendre leur décision.

Exigences

- Tu disposes de trois minutes pour exprimer ton point de vue et convaincre le conseil municipal que ta position est la bonne.
- Ta position et ton point de vue doivent être clairs pour l'auditoire.
- Tu dois présenter au moins trois arguments solides pour appuyer ton opinion.

- Ton argumentation devra s'appuyer sur une bonne recherche.
- Tu dois faire preuve de sérieux.

Marche à suivre

1. Tire ton rôle au hasard dans une enveloppe. Ton enseignante ou ton enseignant te donnera une liste de tous les rôles. Elle ou il te permettra peut-être d'échanger ton rôle.
2. Inscris ton nom et le numéro de ton rôle sur la liste des intervenants pour confirmer ta participation à la réunion.
3. Fais des recherches sur ton rôle et sur ton sujet. Pour tes recherches dans Internet, utilise des mots clés comme «cellules souches» et «diabète» afin de cibler tes recherches.
4. Prépare ta présentation de trois minutes. Consulte l'Omnitruc 3 : «La réalisation d'un projet de recherche» pour t'aider à choisir les renseignements qui doivent figurer dans ta présentation.
5. Pense à comment tu devras t'habiller pour le rôle que tu joueras le jour de la présentation. Tu peux utiliser de petits accessoires pour rendre ta présentation plus efficace.
6. Répète ta représentation. Ne lis pas ton texte, mais entraîne-toi à regarder ton auditoire, car le contact visuel est important.

Présente tes découvertes

Le maire de Gèneville dirigera le conseil municipal et demandera aux intervenants de présenter leurs arguments. Après les avoir entendus, les membres du conseil municipal décideront si l'entreprise *Cellules souches aujourd'hui* pourra s'implanter dans la municipalité. Lors de l'annonce de la décision, chaque membre présentera des arguments justifiant la décision du conseil municipal.

On peut le faire, mais doit-on le faire?

Les scientifiques comprennent de mieux en mieux l'activité à l'intérieur du noyau. Ils en apprennent aussi davantage sur comment et quand se divisent les cellules. Les généticiens savent modifier les instructions contenues dans les gènes et déplacer ces messages à d'autres endroits. Ces progrès des techniques de reproduction ont un impact non seulement sur l'individu mais également sur la société. Dans ce travail, tu te serviras de documents imprimés et électroniques pour effectuer des recherches dont le sujet porte sur les techniques de reproduction.

Mise en situation

Le gouvernement du Canada a voté des lois sur les technologies de la reproduction afin de s'assurer de la conformité de la recherche effectuée au Canada avec les intérêts des citoyens canadiens. Le gouvernement reconnaît les avantages et les conséquences de ces technologies. Au Canada et dans le monde, l'avenir de la recherche scientifique dépendra des décisions des élus. En tant que futur électeur, il est important que tu te familiarises avec les questions qui concernent les technologies de la reproduction.

Renseigne-toi

Choisis une question dans la liste ci-après. Deviens un expert de cette question afin de participer à un débat ou de réaliser une présentation multimédia de tes recherches. Commence tes recherches dans Internet. Sers-toi également de documents imprimés tels que des revues et des journaux. Tu peux aussi penser à contacter le député de ta circonscription pour obtenir de l'information supplémentaire.

Devrait-on :

1. donner à la science les embryons congelés non utilisés lors de la fécondation *in vitro*?
2. breveter le matériel génétique?
3. avoir le droit de connaître les résultats d'un dépistage génétique?
4. avoir le droit de choisir les caractères d'un bébé afin qu'il soit parfait?
5. cloner les espèces disparues?
6. avoir le droit de détruire des embryons présentant des maladies génétiques?
7. permettre aux chercheurs en médecine de combiner les génomes de deux espèces différentes?
8. cloner des êtres humains?
9. permettre aux gens de vendre ou d'acheter des embryons, des spermatozoïdes et des ovules?
10. payer les donneurs de sperme?

Présente tes découvertes

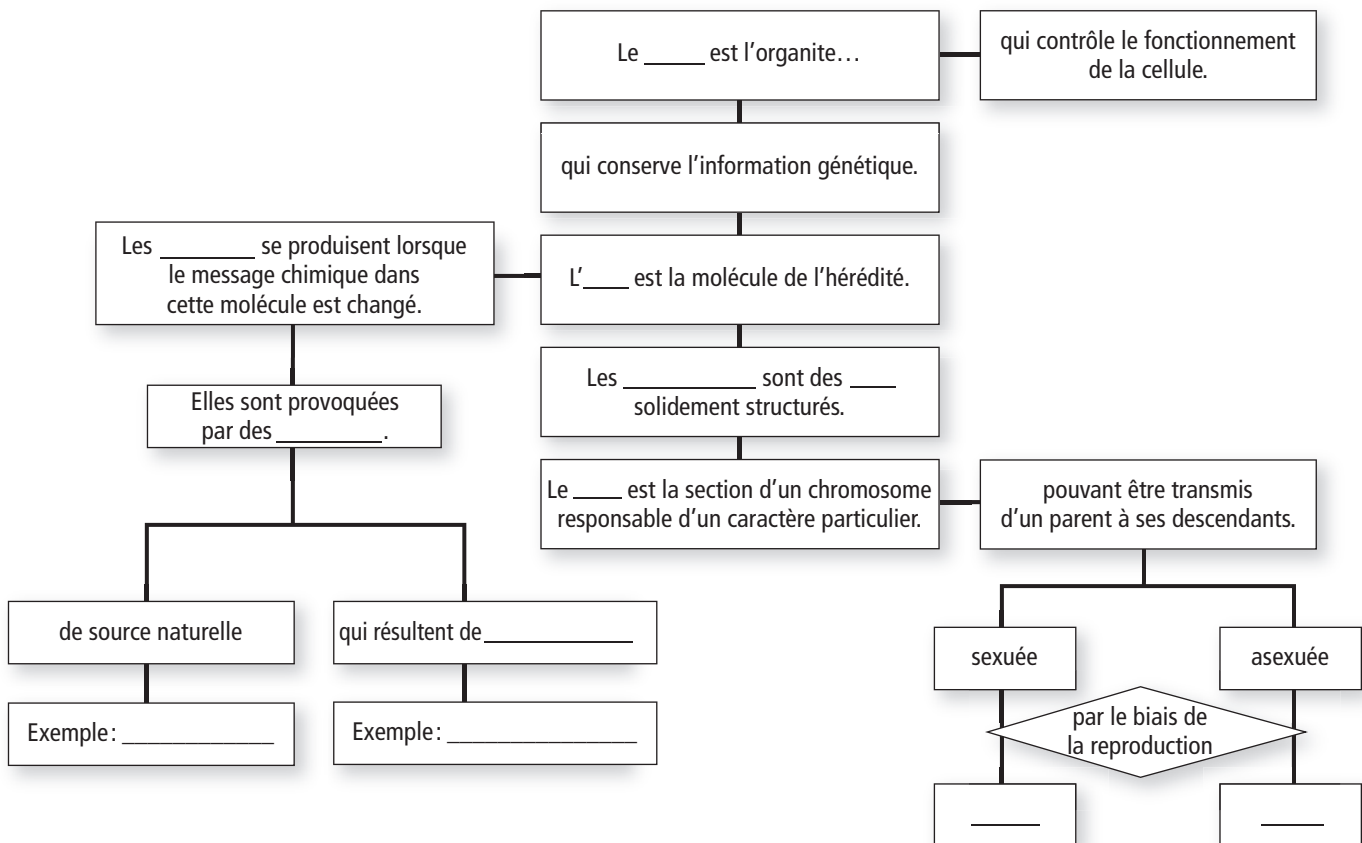
Après avoir fait des recherches approfondies sur ton sujet, présente des arguments pour ou contre la question au cours d'un débat ou dans une présentation multimédia. Pour convaincre et rendre ta présentation intéressante, documente-toi bien. Cite avec précision toutes les sources utilisées pour tes graphiques, les faits exposés et les citations.

Les idées du module en bref

1. Recopie l'organisateur graphique ci-dessous dans ton cahier. Inscris autant de termes que possible sans regarder dans ton manuel. Quand tu auras rempli l'organigramme, révise le module afin de vérifier ton travail. Inscris tout terme manquant avec un crayon de couleur différente.

Des mots clés à employer

2. En utilisant les trois termes de chaque section, rédige une phrase sensée montrant ta compréhension de ces termes.
- gènes, chromosomes, caractères;
 - scissiparité, bourgeonnement, mitose;
 - cycle cellulaire, ADN, réplication;
 - développement embryonnaire, fécondation, gamète;
 - embryon, cellule souche, clonage thérapeutique.



Des concepts à retenir

4

3. Pourquoi dit-on que le noyau est le centre de contrôle de la cellule?
4. Comment l'information est-elle conservée dans le noyau?
5. Qu'est-ce qu'un chromosome?
6. Combien de chromosomes une cellule humaine contient-elle lorsqu'elle est sur le point de se diviser?
7. Pourquoi les gènes sont-ils importants pour le fonctionnement d'une cellule?
8. Les termes suivants sont associés au noyau cellulaire. Pour chacun, rédige une phrase décrivant la relation de ce terme avec le noyau.
 - a) caractère;
 - b) gène;
 - c) chromosome;
 - d) ADN;
 - e) hérédité;
 - f) génome.
9. Énumère trois facteurs capables de modifier l'information génétique d'une cellule.
10. Quels sont les trois différents effets des mutations?

5

11. Pourquoi les cellules du corps doivent-elles pouvoir se reproduire?
12. Explique pourquoi chacune des étapes suivantes est importante pour la reproduction cellulaire:
 - a) l'interphase;
 - b) la mitose;
 - c) la cytokinèse.
13. Comment la reproduction cellulaire est-elle contrôlée?
14. À quelle étape du cycle cellulaire la réplication se produit-elle?
15. Durant quelle phase de la mitose les chromatides sœurs se séparent-elles pour se déplacer vers les pôles opposés de la cellule?

16. Explique les différences entre les événements suivants du cycle cellulaire chez les végétaux et chez les animaux:
 - a) la mitose;
 - b) la cytokinèse.
17. Décris trois formes de reproduction asexuée.
18. Nomme deux méthodes par lesquelles les humains peuvent intervenir dans la reproduction des végétaux.
19. Quels sont les avantages du greffage chez les plantes?

6

20. Quel est le rôle de la méiose?
21. Indique les principales différences entre:
 - a) la mitose et la méiose;
 - b) la méiose I et la méiose II.
22. À quelle étape de la méiose les chromosomes homologues se séparent-ils?
23. Résume les différences entre:
 - a) la formation d'un spermatozoïde et celle d'un ovule;
 - b) l'apparence physique d'un spermatozoïde et celle d'un ovule.
24. Quelle est la différence entre une mutation génique et une mutation chromosomique?
25. Nomme une maladie causée par une mutation chromosomique.
26. Explique comment des animaux contribuent à la reproduction des végétaux par:
 - a) le transport du pollen;
 - b) le transport des graines.

Des concepts clés à comprendre

27. Quelle est la fonction du noyau cellulaire?
28. Une cellule du cerveau contient-elle plus d'ADN qu'une cellule du foie? Explique ta réponse.
29. Explique les différences et les ressemblances entre les reproductions sexuée et asexuée.
30. Un élève de ta classe éprouve de la difficulté à comprendre la différence entre un gène et un chromosome. Utilise un autre exemple que celui du train pour l'aider à comprendre.

31. Lorsque tu examines des chromosomes au microscope, comment sais-tu qu'une cellule animale provient d'un mâle et non d'une femelle?
32. Les humains se reproduisent uniquement par reproduction sexuée. Cette caractéristique est-elle un avantage ou un inconvénient? Explique ta réponse.
33. Quelle est la relation entre les caractères et les gènes?
34. Explique pourquoi il est important que :
 - a) l'ADN se déroule au cours de la réplication d'ADN;
 - b) l'ADN s'enroule lorsqu'il n'est pas en phase de réplication.
35. Élabore un tableau te permettant de comparer ce qui arrive aux chromosomes, au noyau et à la membrane cellulaire au cours de chaque phase de la mitose.
36. Explique pourquoi il est important que la cellule ne se divise pas quand :
 - a) les nutriments sont en quantité insuffisante;
 - b) l'ADN n'a pas été répliqué;
 - c) l'ADN est endommagé.
37. Classe chacune des descriptions suivantes selon qu'il s'agit d'une étape :
 - I) de la mitose; II) de la méiose;
 - III) de la mitose et de la méiose.
 - a) la production de cellules génétiquement différentes;
 - b) le doublage du nombre de chromosomes;
 - c) la croissance chez les organismes complexes;
 - d) le nombre de chromosomes dans les cellules filles demeurant le même;
 - e) la réplication unique des chromosomes;
 - f) la production de cellules génétiquement identiques;
 - g) la production des gamètes;
 - h) les cellules se divisant deux fois.
38. Explique pourquoi la diversité génétique résulte de la méiose I.
39. Pourquoi les mutations ne sont-elles pas toutes mauvaises pour un organisme?
40. Comment une mutation modifie-t-elle l'activité cellulaire?
41. Nomme des causes naturelles et des causes engendrées par l'activité humaine qui peuvent produire des mutations.
42. Donne deux différences entre le clonage reproductif et le clonage thérapeutique.
43. Les chevaux possèdent 64 chromosomes. Combien y aura-t-il de chromosomes dans une cellule fille après la méiose II?
44. Élabore un organisateur graphique comparant les structures et les fonctions de l'appareil reproducteur chez l'homme et chez la femme.
45. Résume les principaux événements du développement fœtal au cours :
 - a) du premier trimestre;
 - b) du deuxième trimestre;
 - c) du troisième trimestre.
46. Trouve les ressemblances et les différences entre la métamorphose complète et la métamorphose incomplète.

Réflexion critique

47. Au cours du développement, certaines cellules musculaires se joignent pour former des cellules qui possèdent plus d'un noyau. Selon toi, comment la présence de plusieurs noyaux pourrait-elle affecter le fonctionnement cellulaire?
48. La mitose est essentielle à la croissance des cellules et à leur entretien. Selon toi, quels sont les facteurs qui déterminent la fréquence des mitoses dans les différents types de cellules?
49. Explique pourquoi la mitose n'entraîne pas de variation génétique.
50. Comment les chercheurs peuvent-ils utiliser les caryotypes pour identifier les mutations chromosomiques?

51. Pourrais-tu reconnaître une mutation génique en examinant un caryotype? Explique ta réponse.
52. Une mutation présente dans une cellule de ta peau serait-elle transmise à tes enfants? Explique pourquoi.
53. Une cellule présente une mutation affectant la protéine qui vérifie la réplication de l'ADN avant de procéder à la division cellulaire.
 - a) À cause de cette mutation, que pourrait-il se produire chez les cellules filles?
 - b) Les cellules filles seront-elles capables de fonctionner normalement? Explique pourquoi.
54. Le Projet du génome humain a permis de cartographier l'ensemble de notre matériel génétique. Quelles nouvelles technologies cet outil pourrait-il permettre aux scientifiques de développer?
55. Les scientifiques devraient-ils modifier les gènes des plantes afin qu'elles résistent aux insectes et aux maladies? Explique ta réponse.
56. Défends cet énoncé: «Les mutations sont nécessaires à la survie d'une espèce.»
57. Certains scientifiques croient que la thérapie génique permettra de guérir des malades. Explique pourquoi.
58. Décris les effets des facteurs suivants sur un gamète femelle fécondé. Explique le rôle de chaque facteur lors de la division cellulaire d'un ovule de poisson fécondé à l'extérieur du corps de la femelle et de son développement en vue de devenir un poisson.
 - a) l'humidité
 - b) les nutriments
 - c) la température
 - d) les prédateurs

Des compétences à acquérir

59. Trace un schéma pour illustrer la recombinaison de l'information génétique favorisant la diversité génétique au cours de la méiose I. Trace ensuite un autre schéma pour illustrer que la mitose ne favorise pas la diversité génétique.
60. Une bactérie évite les mécanismes de défense de ton corps et commence à se répliquer. Cette bactérie se réplique toutes les 30 minutes.
 - a) Trace un tableau pour démontrer combien de bactéries se développent dans ton organisme pendant une période de 4 h.
 - b) Explique pourquoi, dans ce contexte, il est plus facile pour une bactérie de se multiplier par reproduction asexuée, plutôt que par reproduction sexuée.
61. Utilise un organisateur graphique pour montrer tes connaissances sur l'union d'un ovule et d'un spermatozoïde et comment ils deviennent finalement un fœtus.

Pause réflexion

Selon certains scientifiques, si une espèce se reproduisant de manière sexuée et asexuée commence à se reproduire seulement de manière asexuée, alors cette espèce est destinée à disparaître. D'après tes connaissances sur la reproduction asexuée et la reproduction sexuée, rédige un paragraphe pour expliquer ton accord ou ton désaccord avec cet énoncé.