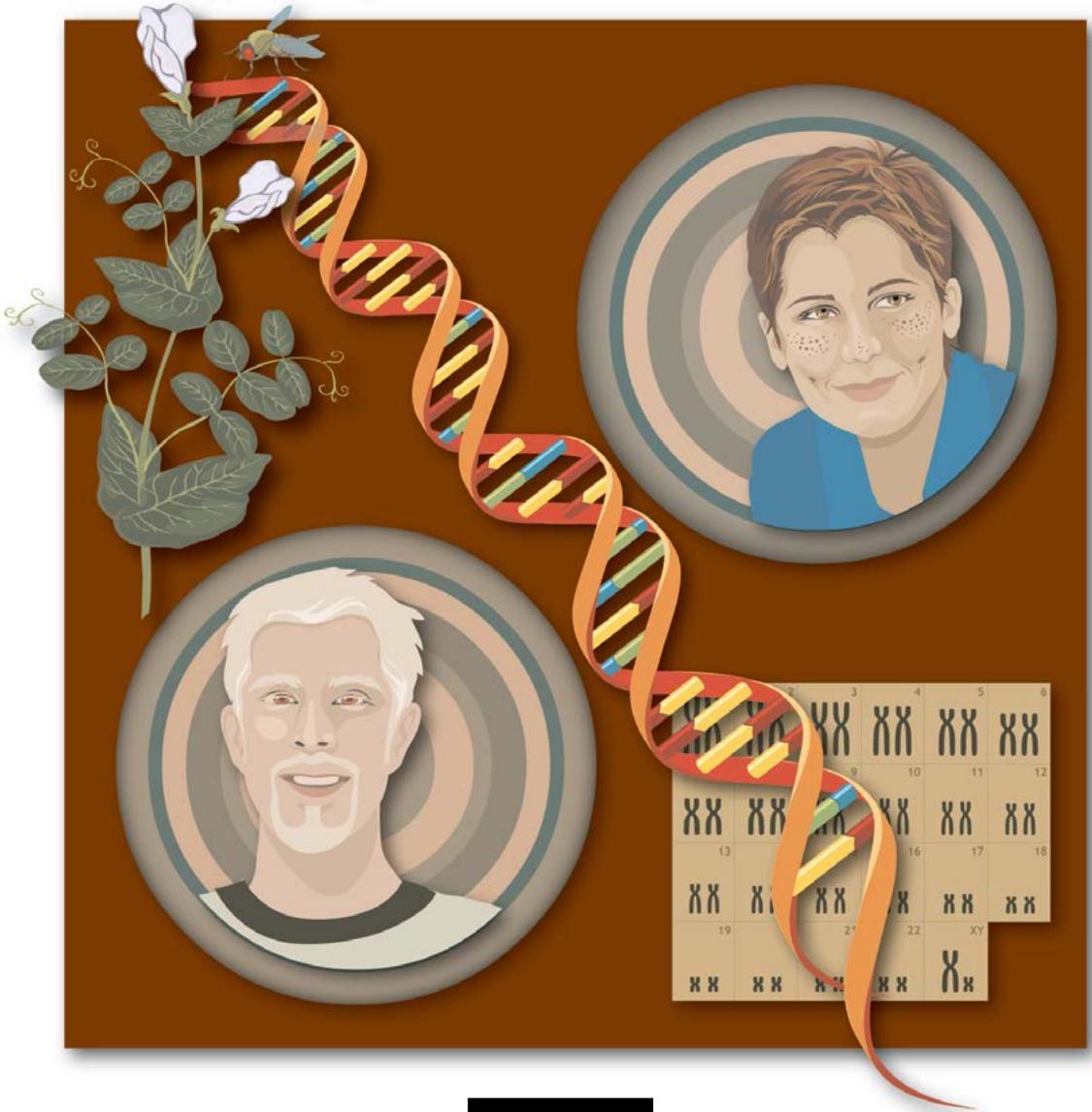


La transmission des caractères héréditaires

BIO-5065-2
Guide d'apprentissage



sofad



**LA
TRANSMISSION
DES
CARACTÈRES
HÉRÉDITAIRES**

**BIO-5065-2
GUIDE D'APPRENTISSAGE**

Les guides d'apprentissage publiés par la SOFAD
en biologie de la 5^e secondaire

Le système respiratoire chez l'humain
Le système reproducteur et la périnatalité chez l'humain
La transmission des caractères héréditaires

Les guides produits dans cette collection sont une adaptation des cours en ligne du même nom parus précédemment. Cette orientation de produire une version en ligne et une version imprimée a été prise pour répondre aux besoins des clientèles qui n'ont pas accès à Internet ou qui préfèrent travailler sur un support « papier », conformément au principe de diversification des modes et des lieux d'apprentissages en formation à distance.

La transmission des caractères héréditaires

Ce guide a été réalisé par la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec (SOFAD) en partenariat avec la Commission scolaire Marie-Victorin.

Gestion du projet :	Jean-François Bojanowski (SOFAD)
Design pédagogique :	Jean-François Bojanowski (SOFAD) Jean-Simon Labrecque (SOFAD)
Rédaction :	Jean-Marc Robitaille (Didactica)
Illustrations :	Sylvie Leduc
Révision pédagogique :	Jean-François Bojanowski (SOFAD) Diane Ménard
Révision linguistique :	Nathalie Larose
Mise en page et infographie :	Daniel Rémy
Correction d'épreuves :	Valérie Champoux Nathalie Larose
Première édition :	Février 2010

The logo for SOFAD, consisting of the word "sofad" in a white, lowercase, sans-serif font, set against a solid black square background.

Janvier 2016

La forme masculine utilisée dans le présent document désigne aussi bien les femmes que les hommes et a pour but d'alléger le texte.

© Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec

Tous droits de traduction et d'adaptation, en totalité ou en partie, réservés pour tous pays. Toute reproduction, par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction, est interdite sans l'autorisation écrite d'un représentant dûment autorisé de la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec.

Dépôt légal - 2010
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-89493-379-4

Table des matières

Introduction générale	VII
Présentation	VII
Consignes d'utilisation	IX
Évaluation	X
Aux élèves inscrits en formation à distance	X
La transmission des caractères héréditaires	XI
Fiche de commentaires	XIII
Thème 1 – Les mécanismes de l'hérédité	1.0
Module 1 – Les fondements cellulaires de l'hérédité	1.1
◆ La cellule	1.4
◆ Les gènes	1.16
Module 2 – La division cellulaire	2.1
◆ La mitose	2.4
◆ La méiose	2.13
Thème 2 – Les lois de l'hérédité	3.0
Module 3 – Les expériences de Mendel	3.1
◆ Les notions de bases	3.4
◆ Les lois de Mendel	3.17
Module 4 – Les croisements	4.1
◆ Le croisement monohybride	4.4
◆ Le croisement dihybride	4.19
Thème 3 – Les problèmes liés à l'hérédité	5.0
Module 5 – L'hérédité des groupes sanguins	5.1
◆ Les antigènes et les anticorps des groupes sanguins	5.4
◆ La transmission des allèles des groupes sanguins	5.19
Module 6 – Les chromosomes sexuels, les mutations et les maladies héréditaires	6.1
◆ La transmission des gènes liés aux chromosomes sexuels	6.4
◆ Les mutations et les maladies héréditaires chez l'humain	6.17

Résumés	7.1
Module 1 - La cellule	7.3
Les gènes	7.4
Module 2 - La mitose	7.5
La méiose	7.6
Module 3 - Les notions de bases	7.8
Les lois de Mendel	7.9
Module 4 - Le croisement monohybride	7.11
Le croisement dihybride	7.12
Module 5 - Les antigènes et les anticorps des groupes sanguins	7.13
La transmission des allèles des groupes sanguins	7.15
Module 6 - La transmission des gènes liés aux chromosomes sexuels	7.16
Les mutations et les maladies héréditaires chez l'humain	7.17
 Conclusion générale	 8.1
 Épreuve d'autoévaluation	 9.1
 Corrigé des exercices	 10.1
 Lexique	 11.1

Introduction générale

◆ Présentation

La SOFAD vous souhaite la bienvenue au cours *La transmission des caractères héréditaires*. Ce cours fait partie du programme d'études *Biologie 5^e secondaire* de la formation générale de base des adultes qui comprend les neuf cours suivants :

- BIO-5061-1 *Le système respiratoire chez l'humain* (À paraître)
- BIO-5062-2 *Le système reproducteur et la périnatalité chez l'humain*
- BIO-5063-2 *Le système digestif chez l'humain*
- BIO-5064-2 *L'anatomie et la physiologie des cellules*
- BIO-5065-2 ***La transmission des caractères héréditaires***
- BIO-5066-1 *Le système squelettique et musculaire chez l'humain*
- BIO-5067-1 *Le système endocrinien chez l'humain*
- BIO-5068-2 *Le système nerveux chez l'humain*
- BIO-5069-1 *L'écologie*

Ce cours d'une durée prévue de 50 heures peut donner droit à deux unités de cinquième secondaire à condition de réussir un examen sous surveillance dans une commission scolaire du Québec. Aucun préalable n'est exigé pour suivre les cours de ce programme et il n'existe aucune équivalence avec celui du secteur des jeunes. Dans ce programme, l'objectif général de ce cours est précisé ainsi : Par l'acquisition de notions d'hérédité, améliorer sa compréhension de la transmission des caractères héréditaires chez l'humain et des problèmes héréditaires de santé qui y sont associés.

◆ Consignes d'utilisation

Le présent guide d'apprentissage constitue votre principal instrument de travail pour le cours. Il a été conçu de manière à tenir compte le plus possible des conditions et des particularités des élèves adultes travaillant en apprentissage individualisé ou en formation à distance. De plus, une webographie peut être consultée à l'adresse suivante :

http://cours1.sofad.qc.ca/ressources/fichiers/BIO_5065_webographie.html

Le contenu du guide est divisé hiérarchiquement en trois thèmes, qui sont subdivisés en modules, qui sont subdivisés à nouveau en deux sections. Chacune des sections présente des situations d'apprentissage diverses (textes, tableaux, illustrations, exercices, etc.) permettant de maîtriser les différents objectifs du programme d'études. De plus, à la fin de chacune des sections, vous serez invité à aller compléter un résumé à la fin du guide, tout juste avant la conclusion, où toutes les illustrations importantes s'y trouvent en couleur. Ainsi, en compilant un à un ces résumés, vous bâtirez un excellent résumé pour l'ensemble du cours. Finalement, une conclusion, une épreuve d'autoévaluation, le corrigé de cette épreuve, le corrigé des autres exercices et également un lexique vous sont proposés.

Les activités d'apprentissage

Le présent guide comprend une partie théorique ainsi que des activités pratiques sous forme d'exercices accompagnés d'un corrigé. Pour mener à bien l'étude de chacun des chapitres, commencez par faire un survol rapide de l'ensemble des sections afin d'en examiner le contenu et les principales parties. Puis, lisez attentivement la théorie :

- ◆ surlignez les points importants ;
- ◆ prenez des notes dans les marges ;
- ◆ cherchez les mots nouveaux dans un dictionnaire ;
- ◆ portez attention aux figures ;
- ◆ notez vos questions, si vous ne comprenez pas une idée.

Les exercices

Les exercices sont accompagnés d'un corrigé qui se trouve à la fin du guide.

- ◆ Faites tous les exercices proposés ainsi que les quiz qui se trouvent à la fin de chacun des modules.
- ◆ Lisez attentivement les directives et les questions avant d'inscrire votre réponse.
- ◆ Faites tous les exercices de votre mieux, sans consulter le corrigé. Relisez les questions et vos réponses et modifiez ces dernières, s'il y a lieu. Ensuite, reprenez vos réponses en les comparant avec celles du corrigé et essayez de comprendre vos erreurs, le cas échéant.
- ◆ Afin de mieux vous préparer à l'évaluation finale, complétez l'étude de votre chapitre avant d'entreprendre les résumés, puis faites-les sans consulter le texte du guide.

L'épreuve d'autoévaluation

L'épreuve d'autoévaluation est une étape de préparation à l'évaluation finale. Avant de vous y attaquer, vous devrez compléter votre étude : relisez vos notes, mettez-les en relation avec les objectifs du cours cités au début de chacun des modules. Assurez-vous de bien comprendre le sens de ces objectifs. Faites ensuite l'épreuve d'autoévaluation sans consulter le texte du guide ni les résumés. Puis, comparez vos réponses avec celles du corrigé et complétez votre étude au besoin.

Le matériel

Ayez sous la main tout le matériel dont vous aurez besoin.

- ◆ Matériel didactique : votre guide accompagné d'un cahier de notes où vous consignerez les notions importantes à retenir en relation avec la liste des objectifs donnée au début de chacun des modules.
- ◆ Matériel de référence : un dictionnaire.
- ◆ Matériel divers : une calculatrice, un crayon à la mine pour inscrire vos réponses et vos notes dans votre guide, un stylo-bille de couleur pour corriger vos réponses, un surligneur (ou un crayon-feutre de couleur pâle) pour surligner les idées importantes, une règle, une gomme à effacer, etc.

◆ Évaluation

Si vous désirez obtenir les deux unités rattachées à ce cours et au diplôme d'études secondaires, vous devez obtenir une note d'au moins 60 % à une évaluation sous surveillance qui porte sur les objectifs de ce guide et qui a lieu dans un centre d'éducation des adultes. L'évaluation ne comporte qu'une seule partie et compte pour 100 % de la note finale. C'est une épreuve écrite d'une durée maximale de 120 minutes. Vous y trouverez des items à réponse choisie, ainsi que des items à réponse courte.

◆ Aux élèves inscrits en formation à distance

Le rythme de travail

Voici quelques suggestions qui vous aideront à organiser votre temps d'étude.

- ◆ Établissez un horaire d'étude en tenant compte de vos dispositions et de vos besoins, ainsi que de vos obligations familiales, professionnelles et autres.
- ◆ Essayez de consacrer quelques heures par semaine à l'étude, de préférence en blocs de deux heures chaque fois.
- ◆ Respectez autant que possible l'horaire que vous avez choisi.

Votre tuteur

Votre tuteur est la personne qui vous soutient dans votre démarche : il demeure à votre disposition pour répondre à vos questions, corriger et annoter vos devoirs. En fait, c'est la personne-ressource à qui vous faites appel en cas de besoin. Si ses heures de disponibilité et ses coordonnées ne vous ont pas été transmises avec ce guide, elles le seront bientôt. N'hésitez pas à la consulter si vous éprouvez des difficultés avec la théorie ou les exercices, ou si vous avez besoin d'encouragement pour poursuivre votre étude. Notez vos questions par écrit et communiquez avec elle pendant ses heures de disponibilité et, au besoin, écrivez-lui. Votre tuteur vous guide tout au long de votre apprentissage et vous fournit les conseils, les critiques et les commentaires susceptibles d'assurer le succès de votre projet de formation.

Les devoirs

Le présent guide est vendu avec trois devoirs uniquement pour les élèves de la formation à distance. Ces devoirs devront être complétés à la fin de chacun des trois thèmes constituant ce guide. Les devoirs indiquent à votre tuteur que vous comprenez bien la matière et que vous êtes en mesure de poursuivre votre apprentissage. Si tel n'est pas le cas, il le précisera sur votre devoir en consignant des commentaires et des suggestions pour vous aider à vous remettre sur la bonne voie. Il importe donc que vous preniez connaissance des corrections et des annotations apportées à vos devoirs. C'est donc à votre avantage de faire les devoirs sans consulter votre guide d'apprentissage et de profiter des corrections de votre tuteur pour ajuster votre tir. C'est une excellente façon de se préparer à l'épreuve d'évaluation finale.

Attendez toujours d'avoir reçu la correction d'un devoir avant d'envoyer le devoir suivant.

◆ La transmission des caractères héréditaires

Les cheveux blonds, noirs, bruns ou bouclés, la couleur des yeux, la forme du nez et des oreilles sont autant de caractères ou de propriétés transmissibles d'une génération à une autre.

En regardant les photos de famille, on entend souvent des commentaires sur les ressemblances entre les parents et les enfants : « Sylvie a les cheveux blonds, et pourtant sa mère et son père ont les cheveux très noirs! »

Depuis la nuit des temps, on observe des ressemblances entre les personnes d'une même famille, mais ce n'est que depuis les travaux de Gregor Mendel (1822-1884) que l'on a vraiment commencé à comprendre l'hérédité : transmission des traits familiaux des ancêtres à leurs descendants. Chaque individu ressemble à ses propres parents, mais en aucun cas l'enfant n'est une copie conforme des parents.

Au fil des ans, l'étude de l'hérédité et de la variation des caractères chez les individus a donné naissance à une nouvelle science, la génétique.

Le cours de Biologie BIO 5065-2, *La transmission des caractères héréditaires*, sera l'occasion d'approfondir vos connaissances et d'en acquérir de nouvelles sur la nature des mécanismes de l'hérédité, les croisements, la génétique des groupes sanguins et des chromosomes sexuels, les maladies héréditaires, les causes et les effets de certaines mutations.

Le plan du cours

Introduction générale	
Thème 1 – Les mécanismes de l’hérédité	
Module 1 Les fondements cellulaires de l’hérédité	Module 2 La division cellulaire
Devoir 1	
Thème 2 – Les lois de l’hérédité	
Module 3 Les expériences de Mendel	Module 4 Les croisements
Devoir 2	
Thème 3 – Les problèmes liés à l’hérédité	
Module 5 L’hérédité des groupes sanguins	Module 6 Les chromosomes sexuels, les mutations et les maladies héréditaires
Devoir 3	
Conclusion générale	
Épreuve d’autoévaluation	

◆ Fiche de commentaires

La transmission des caractères héréditaires (février 2010)

Comme nous tenons à vous offrir du matériel didactique adapté à vos besoins, nous jugeons important de solliciter vos impressions au sujet de ce guide. N'hésitez pas à utiliser cette feuille ou tout autre moyen de communication pour nous faire part de vos commentaires, questions ou suggestions. Nous souhaitons aussi que vous nous communiquiez toute erreur ou imprécision que vous décèlerez dans le texte (faute de frappe ou d'orthographe, difficulté de compréhension, etc.).

Merci de votre participation. Salutations cordiales.

Jean-François Bojanowski

Chargé de projets - Sciences pures

Téléphone : 514 529-2195 2200, rue Sainte-Catherine Est

Télécopieur : 514 529-2190 Montréal (Québec) H2K 2J1

Courriel : bojanowskijf@sofad.qc.ca

Commentaires :

De : _____

Commission scolaire : _____

Élève : Formateur ou formatrice :

Autre : Précisez : _____



Thème 1

Les mécanismes de l'hérédité



Des expériences déterminantes sur la transmission des caractères héréditaires ont été menées par Mendel à la fin du 19^e siècle. Mais c'est au cours du 20^e siècle que les connaissances sur les cellules, les chromosomes et les gènes ont permis de comprendre les mécanismes de l'hérédité.

À l'issue de ce thème, vous serez en mesure d'expliquer les mécanismes de l'hérédité.

Ce thème est subdivisé en deux modules.

Le premier, **Les fondements cellulaires de l'hérédité**, s'intéresse à la cellule, au noyau, aux chromosomes, aux gènes et à la construction des protéines cellulaires.

Le deuxième, **La division cellulaire**, explique la transmission du matériel génétique d'une cellule à une autre pendant la croissance et la formation des cellules sexuelles en vue de la reproduction.





Module 1

LES FONDEMENTS CELLULAIRES DE L'HÉRÉDITÉ

◆ Début de réflexion

Pourrait-on manipuler et choisir les caractères de nos descendants? Pourrait-on transférer à une espèce des caractères qui appartiennent à une autre espèce? Si vos parents avaient pu choisir pour vous des caractéristiques génétiques, croyez-vous que votre vie serait différente? Quel est le support de l'hérédité des êtres vivants?

Commencez votre réflexion dès maintenant, car vous serez invité à prendre position sur le sujet à la fin du thème.

La cellule 1.4

Les gènes 1.16

◆ **Ce que je sais déjà**

Des connaissances de base sur la transmission des caractères héréditaires font partie de la culture de tout citoyen d'un pays industrialisé au 21^e siècle. Elles permettent de comprendre l'essentiel des découvertes qui influencent nos croyances, nos valeurs sociales et notre santé.

Cet exercice vous permettra de vous rendre compte de ce que vous savez déjà et de cerner les sujets qui vous sont moins familiers. Vous y reviendrez à la fin du module et vous serez alors en mesure d'évaluer les progrès que vous aurez accomplis. Répondez dans vos mots, en une phrase ou deux, aux quatre questions suivantes. Écrivez ce que vous savez.

1. Qu'est-ce qui est responsable de la transmission des caractères héréditaires?

2. Est-ce l'hérédité ou l'environnement qui détermine le fonctionnement d'un organisme?

3. Pouvez-vous donner un exemple d'un type de cellule humaine?

4. Pourquoi les prélèvements d'ADN sur une scène de crime sont-ils devenus si importants?

◆ Objectifs du module

À la fin de ce module, vous connaîtrez les fondements cellulaires de l'hérédité grâce aux activités que nous proposons à l'intérieur des deux sections : **La cellule** et **Les gènes**.

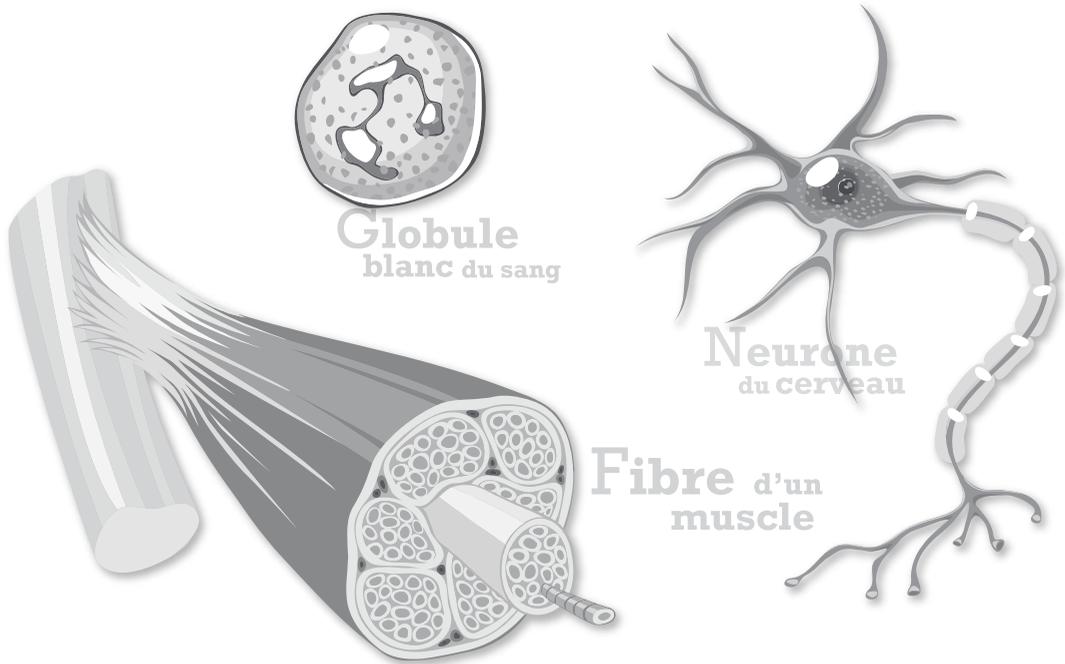
Plus spécifiquement, vous pourrez :

- ◆ associer au noyau de la cellule, aux chromosomes et à l'ADN la transmission des caractères héréditaires ;
- ◆ décrire la structure d'un chromosome et celle d'un gène.

La cellule

◆ Introduction

Il existe environ 200 types de cellules dans le corps humain. Les cellules se comportent à la manière du corps tout entier : elles se nourrissent, transforment les aliments en structures cellulaires, se développent, communiquent entre elles, se reproduisent et meurent. La fibre d'un muscle, le globule blanc du sang et le neurone du cerveau, illustrés ci-dessous, sont trois exemples de cellules du corps humain.



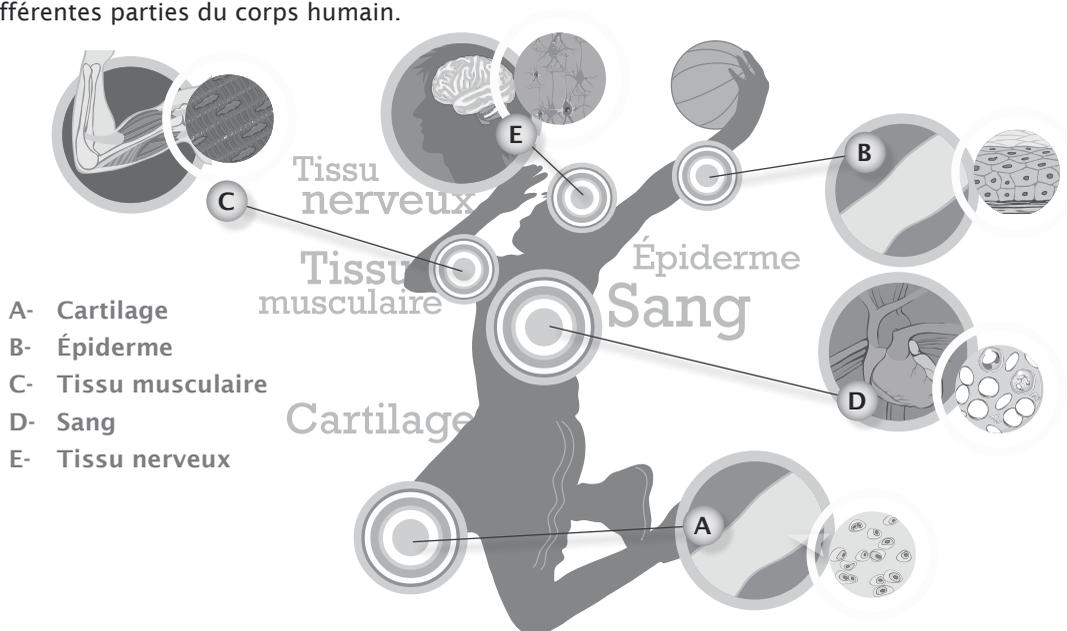
Toutes ces activités se déroulent selon un plan transmis de génération en génération.

Dans cette section, nous examinerons la structure générale d'une cellule et de son noyau. Nous décrivons le rôle du noyau dans la transmission des caractères héréditaires.

Vous découvrirez les éléments d'une cellule, les chromosomes et la structure de l'ADN.

◆ L'organisation du vivant

Les organismes vivants sont de complexité variable. Les plus complexes sont constitués de systèmes d'organes comportant des tissus adaptés à leurs fonctions. Observez les tissus que l'on trouve dans différentes parties du corps humain.



- A- Cartilage
- B- Épiderme
- C- Tissu musculaire
- D- Sang
- E- Tissu nerveux

- A- Le cartilage est un tissu flexible, moins rigide que l'os. Le cartilage, comme l'os, ne contient que très peu de cellules. L'oreille et le nez en sont de bons exemples. Il forme les « disques » entre les vertèbres. Il joue un **rôle de protection** au niveau des articulations comme celle du genou.
- B- L'épiderme est la couche superficielle de la peau. Les cellules de l'épiderme sont soumises à des « agressions » fréquentes, ce qui suppose un **renouvellement rapide** des cellules qui disparaissent à l'usure.
- C- Le tissu musculaire est formé de cellules très allongées, les **fibres**. Cette forme facilite leur **contraction** lorsqu'elles sont stimulées par le système nerveux.
- D- Le sang est constitué de **liquide** (plasma) à 55 % et de cellules à 45 %. La majorité des cellules sont des **globules rouges (contenant l'hémoglobine)** responsables du transport de l'oxygène. On trouve aussi des globules blancs, qui assurent une protection contre les microbes.
- E- Le tissu nerveux est constitué surtout de neurones. Ce sont les cellules nerveuses. Elles s'allongent et s'effilent formant des axones. Les axones de plusieurs neurones constituent un nerf.

Questions brèves

1.1 Identifiez une structure qui correspond à un tissu.

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> le sang | <input type="checkbox"/> le cerveau |
| <input type="checkbox"/> le genou | <input type="checkbox"/> le foie |

1.2 Laquelle des structures suivantes est un organe?

- | | |
|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> un globule rouge | <input type="checkbox"/> un estomac |
| <input type="checkbox"/> une fibre musculaire | |

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

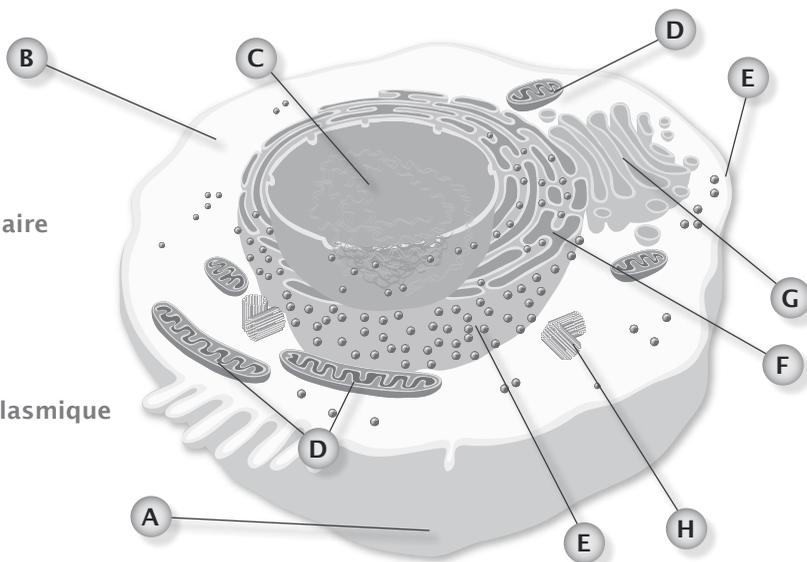
En bref

Au départ, il n'y a qu'une cellule. Cette cellule se multiplie. Les milliers de cellules produites se spécialisent et forment des tissus. Les organes apparaissent et sont formés des tissus appropriés à leurs fonctions. Les organes sont regroupés en systèmes permettant à l'organisme de s'adapter efficacement à son milieu.

◆ Les éléments d'une cellule

Tout organisme vivant est composé de cellules dans lesquelles on trouve plusieurs petites structures qui assurent leur fonctionnement. Observez les éléments essentiels d'une cellule et découvrez leurs fonctions.

- A- La membrane cellulaire
- B- Le cytoplasme
- C- Le noyau
- D- Les mitochondries
- E- Les ribosomes
- F- Le réticulum endoplasmique
- G- L'appareil de Golgi
- H- Le centrosome



A- La membrane cellulaire (ou plasmique) est semi-perméable de sorte qu'elle peut **contrôler la concentration des aliments et des déchets** dans le cytoplasme.

- B- Le cytoplasme est essentiellement liquide. Il renferme des petites structures, appelées **ORGANITES**¹, qui effectuent différentes tâches pour assurer le fonctionnement de la cellule.
- C- Le noyau renferme l'essentiel du génome de la cellule. Il est le centre **de contrôle** de toute l'activité cellulaire.
- D- Petits compartiments dont le nombre varie selon les besoins de la cellule. Elles sont le lieu où la **cellule produit son énergie** en utilisant l'oxygène qui lui arrive par la circulation sanguine.
- E- C'est le lieu de fabrication des protéines cellulaires. Les **protéines sont les outils de la cellule**, elles sont construites à partir de l'information que renferme le **GÉNOME**.
- F- Un réseau de **petits canaux qui parcourent le cytoplasme**. Les protéines fabriquées sur les ribosomes y sont dirigées.
- G- Les **protéines** fabriquées lui arrivent par le réticulum endoplasmique. Elles y sont **traitées, mises en réserve ou acheminées** vers une cible afin d'y jouer un rôle précis.
- H- Cette structure est responsable de la formation de filaments qui **permettront le déplacement de chromosomes** vers les pôles lors de la division cellulaire.

Questions brèves

- 1.3 Dans une entreprise, à quelle personne pourriez-vous comparer le noyau d'une cellule?
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> l'avocat | <input type="checkbox"/> le grand patron |
| <input type="checkbox"/> l'expert comptable | <input type="checkbox"/> le directeur de la maintenance |
- 1.4 Laquelle des structures cellulaires suivantes intervient dans le déroulement de la division des cellules?
- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> le centrosome | <input type="checkbox"/> la membrane cellulaire |
| <input type="checkbox"/> le cytoplasme | |

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

En bref

Le noyau d'une cellule contient le matériel génétique qui est responsable de la fabrication et du fonctionnement de toutes les structures cellulaires.

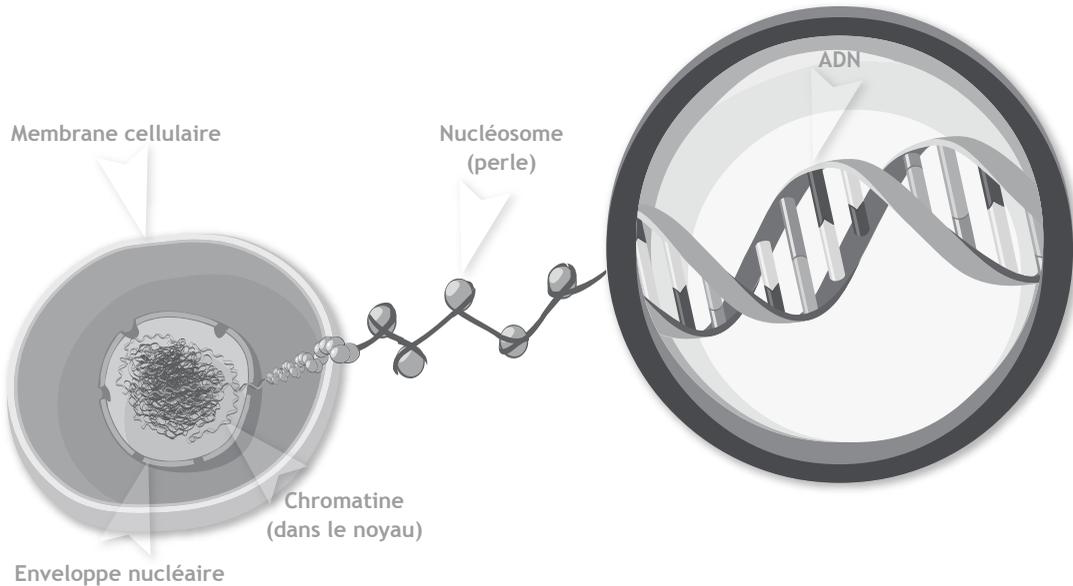
Dans le corps humain, on trouve plusieurs millions de cellules, et chacune renferme dans son noyau toute l'information génétique nécessaire à la fabrication et au fonctionnement de tout l'organisme.

Une seule de vos cellules pourrait servir à vous recréer complètement!

1. Les mots qui apparaissent en petites majuscules sont définies dans le lexique à la fin de ce guide.

◆ Le noyau

Le noyau contient le matériel génétique. Examinons sous quelle forme se présente le matériel génétique présent dans le noyau.



Le matériel génétique se présente sous forme de **chromatine** ou de **chromosomes**, selon que la cellule est en croissance ou en voie de se diviser.

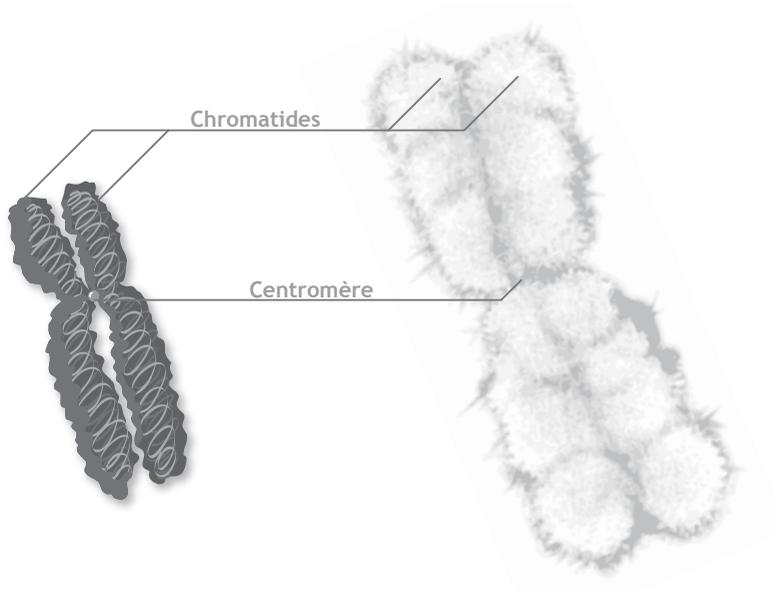
La chromatine a l'apparence d'un « collier de perles » où chacune des perles (nucléosomes) est constituée d'acide désoxyribonucléique (ADN) et d'une protéine (HISTONE). L'ADN est enroulé autour d'une PROTÉINE.

Au début de la division cellulaire, la chromatine se modifiera par étapes successives d'enroulement, de formation de boucles et de segmentation pour former des chromosomes. À la fin de la division cellulaire, les chromosomes reviennent à l'état de chromatine.

◆ Les chromosomes

Le matériel génétique est généralement représenté sous forme de chromosomes. Examinons la structure des chromosomes.

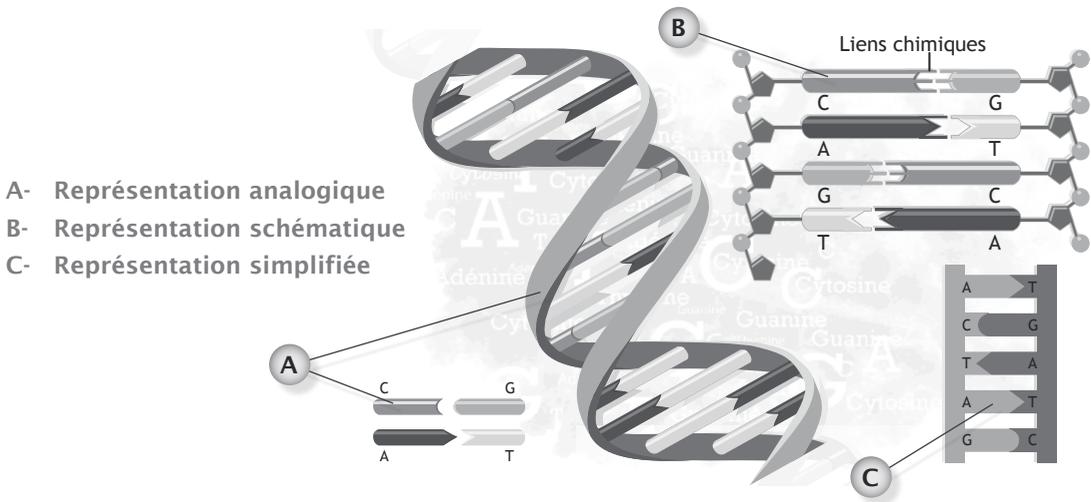
Les chromosomes apparaissent dans le noyau lorsque la cellule amorce une division. On observe sur l'illustration la présence de deux segments. Ce sont les CHROMATIDES. Les deux chromatides, formés d'ADN identique, sont réunies en un point que l'on nomme CENTROMÈRE.



Lorsque la cellule mère aura complété sa division, les deux chromatides de chacun des chromosomes se retrouveront dans l'une ou l'autre des deux cellules filles qui auront remplacé la cellule mère.

◆ La structure de l'ADN

La molécule d'ADN possède une structure particulière qui permet de conserver et de transmettre de l'information génétique. Elle ressemble à une échelle dont les montants s'unissent l'un à l'autre à la manière d'une fermeture éclair. Observez les composantes de l'ADN.



- A- La structure de l'ADN comporte deux montants parallèles composés de centaines de petits blocs appelés NUCLÉOTIDES. Les deux montants s'unissent à la manière des agrafes d'une fermeture éclair, ces agrafes étant les BASES AZOTÉES, au nombre de quatre. Chaque nucléotide est constitué d'une des bases azotées suivantes : ADÉNINE (A), THYMINE (T), GUANINE (G), CYTOSINE (C).
- B- Le schéma de cette même molécule représente deux chaînes de nucléotides. Ils sont formés d'une base azotée (A, T, G, C), d'un sucre (les pentagones) et d'un phosphate (les cercles). L'illustration montre l'agencement des nucléotides contenant les bases azotées qui relient les deux chaînes ouvertes. Les formes des bases azotées sont complémentaires. L'adénine ne peut se lier qu'à la thymine A-T et la guanine ne peut s'associer qu'à la cytosine G-C.
- C- Le schéma simplifié montre une échelle dont les barreaux sont formés du couple A-T ou G-C. Les montants représentent les deux chaînes de nucléotides.

Questions brèves

1.5 Dans une molécule d'ADN, qu'est-ce qui fait les ponts entre les deux chaînes?

- les bases azotées des gènes
 les nucléotides des protéines

1.6 Qu'est-ce qui code l'information génétique?

- les couples A-T et G-C les nucléotides qui se font face
 l'ordre dans lequel les bases azotées sont placées sur une chaîne

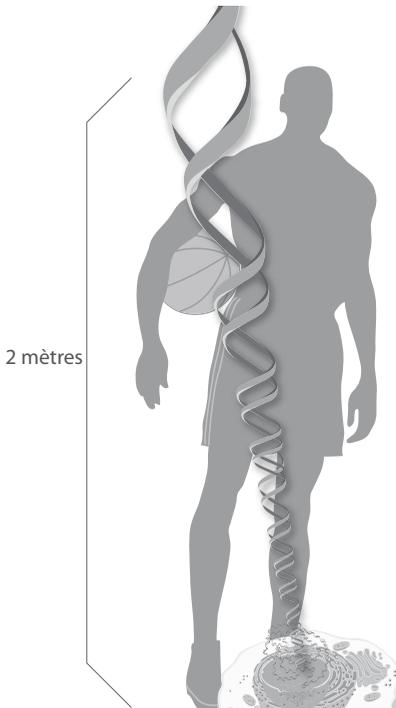
Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

En bref

La molécule d'ADN est constituée de deux chaînes de nucléotides. L'information génétique repose sur les propriétés d'un des trois éléments d'un nucléotide : LES BASES AZOTÉES. Il y a quatre bases azotées : adénine, thymine, guanine, cytosine.

L'ordre dans lequel elles sont placées permet de coder l'information génétique.

◆ Saviez-vous que...

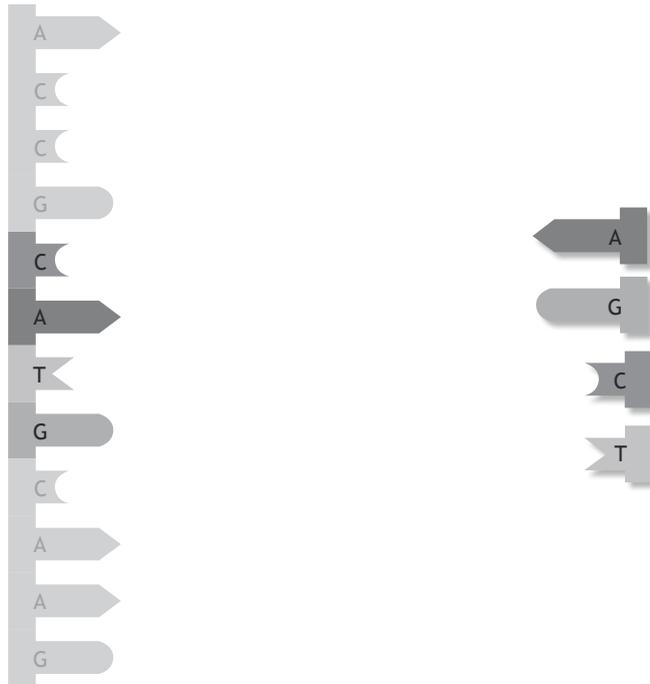


Les cellules humaines contiennent **46 chromosomes** ou 23 paires. Si les 46 chromosomes qui constituent le génome humain étaient mis bout à bout, ils s'étendraient sur deux mètres (plus de six pieds!).

Le nombre de chromosomes est différent d'une espèce à l'autre. La mouche à fruit n'a que 4 paires de chromosomes, le cheval en a 32 paires et le chien, 39 paires!

◆ La complémentarité des bases

Les bases azotées s'associent selon la règle de la complémentarité. Reliez correctement les quatre bases azotées dans le schéma suivant.



Vérifiez vos réponses
avec le corrigé.

- A- L'adénine est la base azotée complémentaire de la thymine.
- G- La guanine est la base azotée complémentaire de la cytosine.
- C- La cytosine est la base azotée complémentaire de la guanine.
- T- La thymine est la base azotée complémentaire de l'adénine.

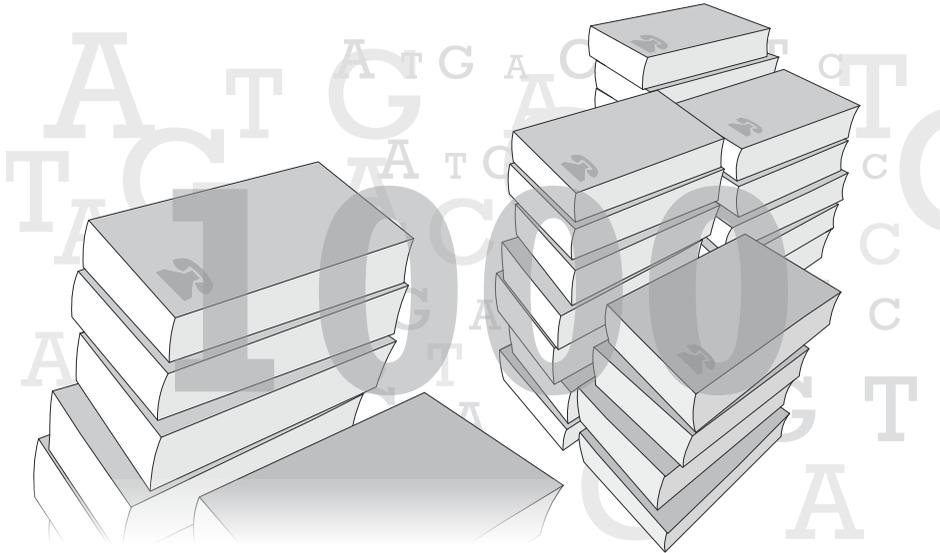
En bref

Chaque fois qu'une adénine est présente sur une chaîne, il y a une thymine en face. S'il y a une guanine, la complémentaire sera la cytosine.

Dans le cas de l'adénine, la complémentarité s'étend aussi à une autre base azotée appelée URACILE. Cette dernière n'apparaît pas dans une molécule d'ADN, mais dans l'ARN, l'acide ribonucléique.

◆ **Saviez-vous que...**

Votre génome est composé de 3,2 milliards de bases azotées. Formées par la succession de quatre éléments possibles (adénine, thymine, guanine et cytosine), les longues chaînes de bases azotées permettent toutes les variations nécessaires pour constituer des dizaines de milliers de gènes.



Cela représente le contenu d'environ 1000 bottins de téléphone!

Le génome le plus impressionnant ne se trouve pas chez l'humain, mais chez une amibe microscopique, *Amoeba Dubia*. Cet organisme unicellulaire possède un génome de 670 milliards de bases azotées!

Combien de bottins de téléphone? Au moins 200 fois plus!

◆ **Conclusion**

Le tableau suivant comporte des éléments se rapportant aux sujets que vous avez couverts dans cette section. Écrivez les termes de la colonne de droite aux bons endroits dans le tableau.

CHROMOSOME	CELLULE	ADN

- Centromère
- Chromatide
- Ribosomes
- Noyau
- Nucléotides
- AT et GC

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

En bref

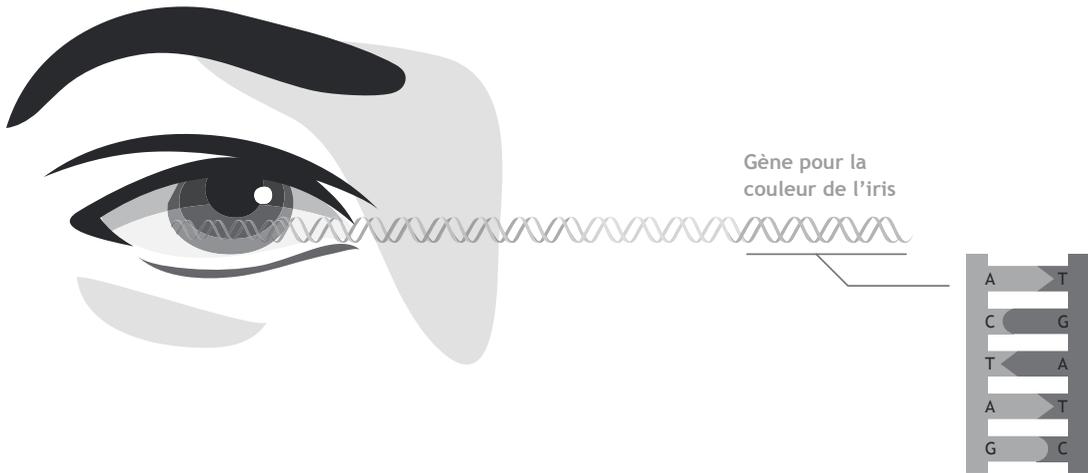
La cellule est l'unité fondamentale du vivant. Chez l'humain, elle se différencie en 200 types de cellules spécialisées regroupées en tissus qui forment les différents organes. Au cœur de chaque cellule, le noyau contient l'ADN qui renferme le génome de l'organisme. Il se présente sous la forme de 46 chromosomes et chacun, chez l'humain, est formé d'une molécule d'ADN d'environ 200 millions de paires de nucléotides. C'est l'information responsable de la conservation et de la transmission des caractères héréditaires.

Fin

Avant de poursuivre, allez à la section « Résumés » pour compléter l'activité de synthèse correspondante.

Les gènes

◆ Introduction



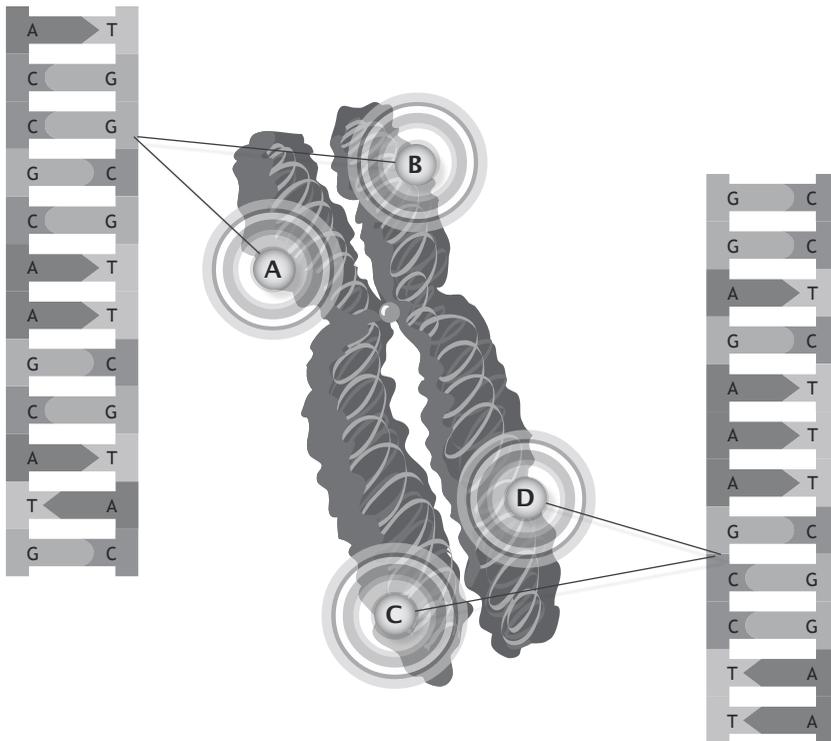
L'ADN du noyau des cellules constitue le matériel génétique, le génome d'un organisme vivant. Les caractères héréditaires sont portés par des séquences de centaines de bases azotées de nucléotides. Ces séquences constituent les GÈNES.

Au cours de leur développement, les cellules agissent selon leur spécialisation. La cellule remplit deux missions essentielles : copier ses gènes en vue de la division cellulaire et utiliser ses gènes pour produire ses protéines responsables de l'expression des caractères héréditaires.

Dans cette section, nous examinerons le mécanisme de réplication de l'ADN du noyau et le mécanisme utilisé pour exprimer l'information portée par un gène.

◆ **Le gène**

Chaque chromosome porte des milliers de gènes qui se distinguent par une séquence particulière de bases azotées des nucléotides. Observez les différences et les ressemblances entre les gènes.



Une portion du gène A = A-C-C-G-C-A-A-G-C-A-T-G

Une portion du gène B = A-C-C-G-C-A-A-G-C-A-T-G

Une portion du gène C = G-G-A-G-A-A-A-G-C-C-T-T

Une portion du gène D = G-G-A-G-A-A-A-G-C-C-T-T

Questions brèves

1.7 Pourquoi les gènes A et B ou les gènes C et D sont-ils identiques?

- les chromatides sœurs d'un même chromosome viennent d'un seul parent
- la cellule a copié l'une des chromatides à partir de l'autre
- les deux parents ont transmis les mêmes gènes

1.8 Si on remplace une base azotée par une autre sur un gène, y aura-t-il un effet?

- un changement si faible n'aurait aucun effet
- le changement d'une seule base modifie l'information et a un effet
- un changement de trois bases azotées produirait un effet

1.9 Avec lequel des trois énoncés suivants êtes-vous en accord?

- chaque chromatide sœur d'un même chromosome porte ses propres gènes
- chaque chromatide sœur d'un même chromosome porte la moitié des gènes d'un chromosome
- chaque chromatide sœur d'un même chromosome porte les mêmes gènes à la même place

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

En bref

L'ordre dans lequel les bases azotées des nucléotides sont placées permet de coder l'information génétique. Ainsi, une séquence de plusieurs nucléotides constitue un gène et permettra d'exprimer un caractère héréditaire en fabriquant une protéine spécifique. Certains gènes ne portent pas de caractères héréditaires, ils assurent le contrôle de l'expression des gènes porteurs par activation ou répression.

◆ L'allèle

Chez l'humain, on retrouve 23 paires de chromosomes. Dans chacune des paires, un chromosome provient du père et l'autre de la mère. Pour un caractère donné, par exemple la couleur des yeux, il y a donc deux sources d'information : le gène fourni par la mère et celui fourni par le père. Ces gènes sont les deux allèles du caractère « couleur des yeux ».

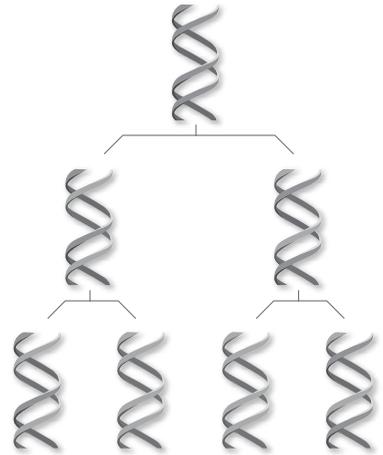
Pour chacun des caractères héréditaires il y a un ALLÈLE fourni par le père et un autre fourni par la mère.

◆ Copier un gène

Chaque cellule de votre corps (à quelques exceptions près) contient une copie complète de votre génome, soit environ 30 000 gènes. Une cellule n'utilise normalement que les gènes dont elle a besoin, elle désactive les autres.

Dans la prochaine minute, votre corps produira assez d'ADN pour couvrir une distance de 100 000 km, soit la distance parcourue par une automobile pendant 5 ans.

La cellule doit pouvoir conserver intacte l'information génétique pour elle et pour ses descendants. Les gènes d'une cellule doivent être copiés de manière à conserver et à transmettre l'information d'une cellule à une autre.



◆ La réplication d'ADN

La molécule d'ADN doit être copiée en préparation de la division cellulaire. Inscrivez les lettres majuscules correspondant aux bases azotées complémentaires.

A C C G C A A G C A T G

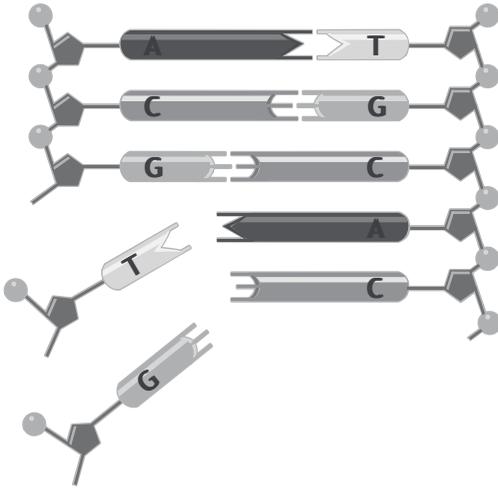
A	C	C	G	C	A	A	G	C	A	T	G

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

Les nouveaux brins d'ADN sont copiés selon la complémentarité, c'est la RÉPLICATION d'ADN. Ce processus dynamique requiert l'intervention de protéines-enzymes. Ce sont les outils de la cellule.

◆ Pour en savoir plus - La réplication d'ADN

Ces notions ne sont pas au programme du cours.



La réplication de l'ADN repose sur la complémentarité des bases azotées qui permet de construire un nouveau brin d'ADN à partir de l'une ou l'autre des chaînes de l'ADN original. Le processus requiert des outils cellulaires, soit des protéines-enzymes. Pour observer une animation du phénomène de la réplication d'ADN sur Internet, consultez la page suivante: http://cours1.sofad.qc.ca/ressources/fichiers/BIO_5065_webographie.html

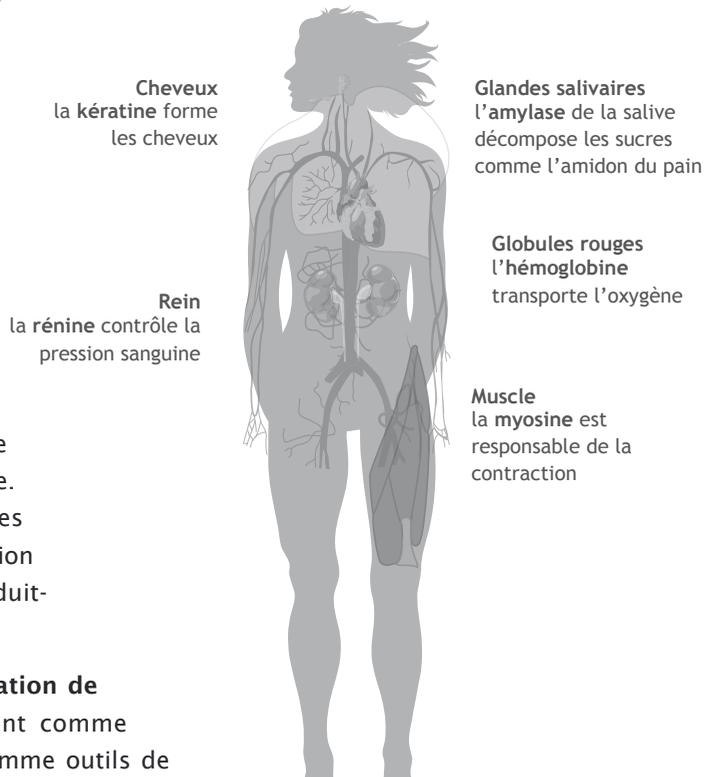
◆ Du gène au caractère héréditaire

Il est généralement facile de distinguer un individu d'un autre par les traits du visage, la physionomie. Ces particularités sont l'expression du génome spécifique que possède chaque personne et qui est situé dans le noyau de ses cellules. Une photo du génome d'un individu équivaut à une photo de son visage.

Un caractère héréditaire n'est observable qu'au niveau d'un tissu ou d'un organe. Or, c'est au niveau des cellules que les gènes s'expriment. Comment l'expression d'un gène au niveau cellulaire se traduit-elle?

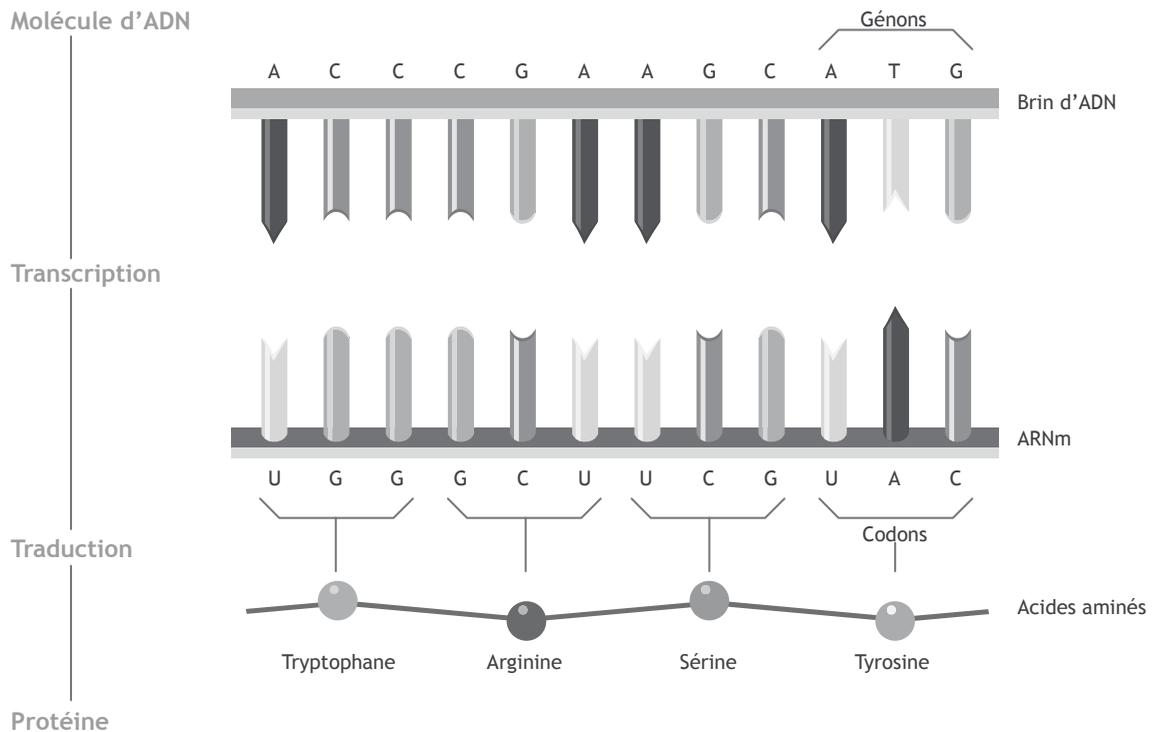
Les gènes s'expriment par la fabrication de diverses protéines. Certaines agiront comme matériau de construction, d'autres comme outils de transformation : les protéines de structure et les protéines-enzymes. Les hormones et les anticorps sont aussi des protéines.

Le corps humain a besoin de 20 acides aminés pour fabriquer ses milliers de protéines.



◆ Pour en savoir plus - La construction d'une protéine

Ces notions ne sont pas au programme du cours.



Comment la cellule s'y prend-elle pour construire une protéine?

La fabrication d'une protéine se fait sur les ribosomes situés dans le cytoplasme cellulaire.

1. Les gènes sont portés par l'ADN, emprisonnés dans le noyau de la cellule.
2. La cellule transcrit l'information pour pouvoir la sortir du noyau, en formant un ARN messager (ARNm). C'est la **Transcription**. Une fois formé, l'ARNm se déplace vers les ribosomes.
3. Les acides aminés doivent se rendre aux ribosomes. Ils sont repérés par un ARNt spécifique (non illustré) à chacun des 20 acides aminés. Une fois attaché à son ARNt, chaque acide aminé est dirigé vers les ribosomes, en face d'un codon d'ARNm.
4. Les acides aminés doivent être assemblés dans l'ordre déterminé par l'ARNm. C'est un ARN de transfert (ARNt) qui se charge de placer chaque acide aminé devant le codon approprié, grâce à un anticodon complémentaire. C'est la **Traduction**.

Une protéine peut compter entre 100 et 300 acides aminés.

Pour observer une animation de la construction d'une protéine cellulaire sur Internet, consultez la page suivante: http://cours1.sofad.qc.ca/ressources/fichiers/BIO_5065_webographie.html

◆ **L'ADN, le gène, l'allèle et le chromosome**

Ces quatre concepts sont reliés. Associez les définitions de la colonne de droite aux bons termes de la colonne de gauche en les reliant par un trait.

ADN

Constitué d'ADN et d'histones, il regroupe plusieurs gènes.

GÈNE

Une molécule géante qui est formée de deux chaînes de nucléotides. Il y a quatre types de nucléotides qui se distinguent les uns des autres par leur base azotée.

CHROMOSOME

Un gène fourni par le père ou par la mère permettant de définir un caractère héréditaire.

ALLÈLE

Une certaine séquence de nucléotides d'ADN qui occupe un lieu déterminé sur un chromosome. Cette séquence permet la construction d'une protéine.

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

En bref

Chaque chromosome est formé d'ADN dont des portions spécifiques servent à construire des protéines cellulaires. Ces portions d'ADN sont des gènes. Les gènes peuvent être porteurs de caractères héréditaires ou agir comme contrôleurs. Chez les être sexués, comme c'est le cas chez un être humain, les chromosomes existent en paire. Pour chaque caractère, comme la couleur des yeux, un gène provient du chromosome du père et un gène provient du chromosome de la mère. Ainsi, dans une paire de chromosomes, on parle de l'allèle paternel et de l'allèle maternel comme étant les gènes qui déterminent un caractère héréditaire.

◆ Saviez-vous que...

Notre parenté est plus grande qu'on pourrait l'imaginer!

Dans le génome de chaque individu, il subsiste des portions de gènes anciens provenant du début des temps, que tous les êtres vivants partagent.

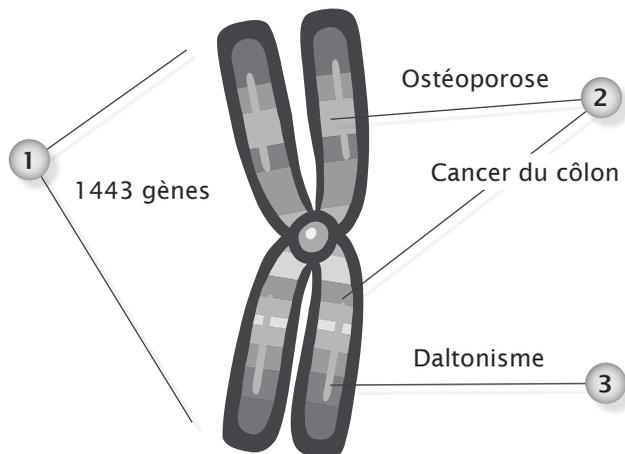
Quel est votre lien de parenté avec un SINGE ou avec une SOURIS? Pour le savoir, consultez la page suivante : http://cours1.sofad.qc.ca/ressources/fichiers/BIO_5065_webographie.html



◆ Un exemple : le chromosome 7

Plusieurs gènes des chromosomes humains ont été cartographiés. Observez certains gènes du chromosome 7.

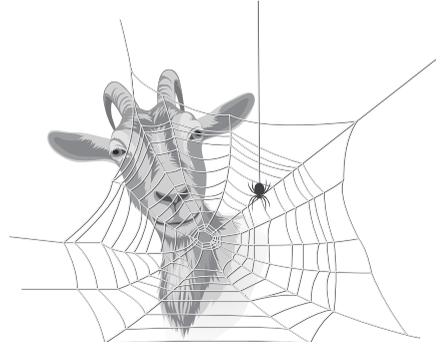
- 1- NOMBRE DE GÈNES
- 2- GÈNES ET MALADIES
- 3- GÈNE DU DALTONISME



- 1- Les chromosomes contiennent des gènes qui sont placés à des endroits précis. À ce jour, on a identifié 1443 gènes sur le chromosome 7.
- 2- Bien que la plupart des gènes contribuent au bon fonctionnement de l'organisme, certains allèles présentent des anomalies et peuvent entraîner le développement de maladies. Le chromosome 7 comporte plusieurs gènes qui prédisposent à des maladies. L'ostéoporose et le cancer du côlon en sont des exemples.
- 3- On trouve le daltonisme chez les individus incapables de distinguer le rouge et le vert. Cela leur vient d'un défaut au niveau de la structure de la rétine de l'œil. C'est le gène codant le pigment sensible au bleu qui se trouve sur le chromosome 7. Les deux autres gènes participant à cette maladie, ceux codant pour les pigments rouges et verts, se situent sur le chromosome X.

◆ Une chèvre à soie!

Qu'est-ce qu'un OGM? Un organisme génétiquement modifié (OGM) est un organisme vivant, soit une plante, un animal ou un micro-organisme dont les gènes ont été manipulés de façon à lui donner des caractéristiques qu'il ne possède pas normalement.



En effet, les scientifiques réussissent à transférer des gènes entre des espèces, comme ils l'ont fait entre une chèvre et une araignée, ce qui, bien sûr, ne peut se produire dans la nature. Pour en savoir plus, consultez la page suivante : http://cours1.sofad.qc.ca/ressources/fichiers/BIO_5065_webographie.html

◆ L'ADN et les gènes

Les gènes sont portés par les chromosomes. Quelles sont les notions qui permettent de définir un gène et son rôle dans la transmission des caractères héréditaires? Complétez la grille de mots croisés ci-dessous.

		①	C																	
			H																	
		②	P	R																
				O																
				M																
				O																
③	A							S												
								O												
								M												
			④	G				E												
	⑤	G						S												

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

- 1- Fonction des gènes qui ne sont pas porteurs de caractères héréditaires.
- 2- Chaque gène porteur d'un caractère héréditaire s'exprime en les fabriquant.
- 3- Les gènes qui déterminent un même caractère héréditaire et qui sont fournis par chacun des parents.
- 4- Chaque chromosome en contient des centaines.
- 5- Sont des petites portions d'une molécule d'ADN exprimant un caractère héréditaire.

En bref

Les activités d'une cellule reposent sur l'expression des gènes situés sur ses chromosomes, les allèles reçus du père et ceux reçus de la mère. Les gènes s'expriment par la construction de protéines sur les ribosomes de la cellule. Tous les gènes ne sont pas porteurs de caractères héréditaires, certains servent au contrôle des activités cellulaires. La cellule doit pouvoir déclencher ou arrêter l'activité des gènes, en fonction de ses besoins.

◆ Conclusion

Le tableau suivant comporte des éléments se rapportant aux sujets que vous avez couverts dans cette section. Écrivez les termes de la colonne de droite aux bons endroits dans le tableau.

GÈNE	CHROMOSOME	PROTÉINES

Chromatides

Insuline

Séquence de nucléotides

Acide aminé

Allèles

Centromère

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

En bref

Les cellules doivent relever deux défis importants à l'égard des gènes qu'elles portent. D'abord, elles doivent copier les gènes sans erreur en vue de la division cellulaire. Ensuite, elles doivent traduire concrètement l'information portée par les gènes, ce qu'elles font en construisant des milliers de protéines.

Fin

Avant de poursuivre, allez à la section « Résumés » pour compléter l'activité de synthèse correspondante.

◆ **Ce que je sais maintenant**

Au début de ce module, vous avez répondu, au meilleur de votre connaissance, à quatre questions en lien avec le contenu notionnel de chacune des deux sections. Voici les mêmes questions. Répondez-y à nouveau, puis comparez vos réponses à celles que vous avez déjà rédigées.

1. Qu'est-ce qui est responsable de la transmission des caractères héréditaires?

2. Est-ce l'hérédité ou l'environnement qui détermine le fonctionnement d'un organisme?

3. Pouvez-vous donner un exemple d'un type de cellule humaine?

4. Pourquoi les prélèvements d'ADN sur une scène de crime sont-ils devenus si importants?

◆ Prise de position

Compte tenu des connaissances que vous avez acquises sur la cellule et les gènes, vous êtes en mesure d'apprécier les enjeux sociaux de l'apparition d'organismes génétiquement modifiés.

Si les modifications du génome humain étaient possibles, seriez-vous prêt à choisir les caractères héréditaires à transmettre à vos enfants?

Oui

Non

Je ne sais pas

En bref

De plus en plus de gens font appel à la chirurgie plastique, à des cures de rajeunissement, à toutes sortes de médicaments, d'hormones et de suppléments alimentaires pour mieux paraître, augmenter leur performance ou simplement améliorer leur qualité de vie. Maintenant que les chercheurs ont établi l'emplacement de certains gènes défectueux, l'utilisation de la thérapie par l'introduction de nouveaux gènes ou la réparation de gènes défectueux est imminente. C'est la THÉRAPIE GÉNIQUE.

◆ Quiz

- Les organismes vivants sont de complexité variable. Les plus complexes sont constitués de systèmes d'organes comportant des tissus adaptés à leurs fonctions. Lequel des éléments suivants est un tissu?
 - le cartilage
 - le foie
 - le genou
 - le cerveau
- Qui suis-je? Dans la cellule, je renferme de petites structures appelées organites, qui effectuent différentes tâches pour assurer le fonctionnement de la cellule.
 - le noyau
 - la mitochondrie
 - le cytoplasme
 - le ribosome
- Qui suis-je? Dans la cellule, c'est le lieu de fabrication des protéines cellulaires qui sont construites à partir de l'information que renferme le génome.
 - le réticulum endoplasmique
 - l'appareil de Golgi
 - le ribosome
 - le centrosome

4. Le noyau des cellules contient le génome. Certaines notions définissent les diverses formes sous lesquelles le génome existe dans la cellule. Identifiez l'énoncé qui est juste parmi les suivants.
- A. la chromatine est formée de chromatides
 - B. le chromosome est formé d'une chromatide et de deux centromères
 - C. la chromatide est formée de 46 filaments de chromatine
 - D. un chromosome est constitué d'une molécule d'ADN et de protéines appelées histones
5. L'ADN et la cellule. Quel énoncé est faux parmi les suivants?
- A. L'ADN est emprisonné dans le noyau, il ne peut en sortir.
 - B. Seuls les chromosomes (et non la chromatine), une fois formés, sont constitués d'ADN.
 - C. Dans chaque cellule, il y a 46 molécules d'ADN.
 - D. L'ADN est constitué de deux chaînes de nucléotides.
6. Dans une cellule, comment un gène est-il représenté?
- A. par chacune des bases azotées de l'ADN
 - B. par chaque couple de base azotée A-T ou G-C
 - C. par une séquence de bases azotées de l'ADN
 - D. par un groupe de trois bases azotées sur les quatre
7. Dans une cellule, comment un gène est-il exprimé?
- A. par la formation d'une protéine
 - B. par la synthèse d'allèles
 - C. par la réplication de l'ADN
 - D. par la transformation de chromatine en chromosome
8. Quels sont les rôles des gènes?
- A. Ils transforment la chromatine en chromosomes.
 - B. Ils portent l'information génétique ou contrôlent l'activité d'autres gènes.
 - C. Ils forment les ribosomes.
 - D. Ils unissent les chromatides.
9. Lequel, parmi les énoncés suivants, est vrai?
- A. Un chromosome comporte des centaines de gènes différents.
 - B. Un caractère héréditaire est déterminé par l'allèle d'un des parents.
 - C. Le noyau d'une cellule contient uniquement l'ADN nécessaire aux activités d'une seule cellule.
 - D. Il est impossible d'ajouter des gènes ou de modifier le génome d'un être vivant.

10. Tout organisme vivant est composé de cellules. Dans l'organisme humain, combien de types de cellules existe-t-il?

- A. Il y a un seul type de cellules : les cellules humaines.
- B. Il y a 200 types de cellules regroupées en tissus.
- C. Il y a 2000 types de cellules répartis dans tous les organes.
- D. Chaque organe a son propre type de cellules.

Vérifiez vos réponses avec le corrigé.

