

Québec Science au Secondaire



SITUATION D'APPRENTISSAGE
ET D'ÉVALUATION

Un scalpel génétique tout puissant

GUIDE DE L'ENSEIGNANT

Durée	Clientèle visée	Article lié
75 min	Élèves du programme de Science et technologie et environnement (STE) de deuxième année du deuxième cycle	“Un scalpel génétique tout puissant” (Magazine Québec Science, volume 55, numéro 2, octobre 2016, pages 32 à 39), rédigé par le journaliste Joël Leblanc.

CONCEPTS ABORDÉS

Univers du vivant

A. Diversité de la vie

3. Génétique

a. Hérité

i. Définir ce qu'est l'hérité

b. Gène

i. Définir un gène

ii. Décrire la composition et la structure générale d'un gène

c. Caractère

i. Définir ce qu'est un caractère héréditaire

ii. Nommer des caractères héréditaires chez un individu ou dans une population

d. Allèle

i. Définir un allèle

e. Homozygote et hétérozygote

i. Définir homozygote et hétérozygote

g. Génotype et phénotype

i. Définir génotype et phénotype

h. Synthèse des protéines

i. Décrire le rôle de l'ADN dans la synthèse des protéines

ii. Expliquer les phénomènes de la transcription et de la traduction d'un brin d'ADN

i. Croisement

i. Expliquer la relation entre les croisements réalisés par les humains sur des animaux ou des végétaux et l'obtention de caractères ciblés

RÉSUMÉ DE L'ARTICLE

Les modifications génétiques chez les autres vivants sont devenues beaucoup plus faciles et précises dans les laboratoires du monde grâce à une nouvelle biotechnologie baptisée CRISPR/Cas9. Tous les espoirs sont permis pour guérir des maladies, régler les problèmes d'énergie, sauver des espèces menacées... Mais de nombreuses craintes surgissent aussi face à cet outil tout-puissant qui pourrait nous permettre de modifier l'espèce humaine à tout jamais.

SUGGESTION D'AMORCE

Demandez aux élèves de réfléchir à ce qu'ils aimeraient modifier sur leur corps. Est-ce qu'ils aimeraient être plus grands, avoir un plus petit nez, changer la couleur de leurs yeux ou de leurs cheveux...

À mains levées, demandez aux élèves quels sont ceux qui accepteraient de prendre une pilule ou de recevoir une injection qui apporterait la modification souhaitée sur leur corps.

Il y a de fortes chances que cela ne soit jamais possible; toutefois, des chercheurs ont découvert un outil génétique qui ouvre la voie à des manipulations génétiques à grande échelle.

Lecture active - 20 minutes

Commencez par une lecture individuelle du texte.

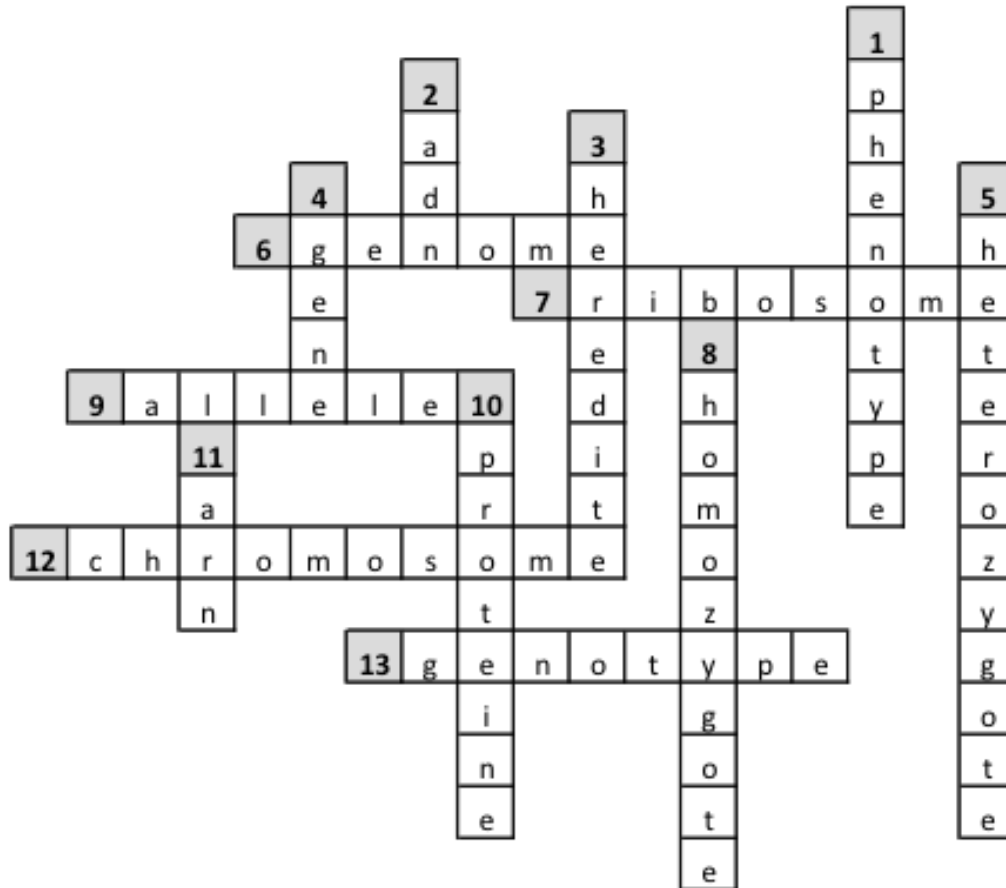
Distribuez à chaque élève une copie du Cahier de l'élève.

Récupérez les cahiers et évaluez les élèves en fonction du barème proposé ou corrigez en classe et invitez les élèves à s'autoévaluer.

À la suite de cette SAÉ ou à un autre moment de l'année, réalisez les activités complémentaires suggérées.

CORRIGÉ DU CAHIER DE L'ÉLÈVE

- 1 La compréhension du mécanisme de CRISPR/Cas9 demande de connaître le vocabulaire relié à la génétique. Afin de t'aider à maîtriser ce vocabulaire, réalise ce mot croisé. Tu pourras t'y référer pour t'aider dans la suite des exercices



1. Apparence d'un individu, la manifestation de son génotype.

Phénotype (0,5)

2. Molécule en forme de double hélice, elle contient tout le code génétique d'un individu à l'intérieur des noyaux de ses cellules.

ADN (0,5)

3. Transmission des caractères génétiques des parents à leurs enfants.

Hérédité (0,5)

4. Segment précis d'ADN qui porte le code génétique permettant la synthèse d'une ou de plusieurs protéines.

Gène (0,5)

5. Un organisme est _____ pour un gène, lorsqu'il possède deux allèles différents de ce gène.

Hétérozygote (0,5)

6. Ensemble du matériel génétique d'un individu.

Génome (0,5)

7. Il synthétise les protéines, à l'intérieur des cellules, à l'aide de l'information apportée par l'ARN.

Ribosome (0,5)

8. Lorsqu'un individu possède deux allèles identiques d'un même gène, celui-ci est _____.

Homozygote (0,5)

9. Variable d'un même gène dans une population.

Allèle (0,5)

10. Macromolécule (grosse molécule) constituée d'acides aminés. Elle est fabriquée dans la cellule par les ribosomes à partir de l'information contenue dans l'ADN. On en retrouve plusieurs types dans notre corps et chacune a une fonction spécifique.

Protéine (0,5)

11. Molécule qui ressemble chimiquement beaucoup à l'ADN. Cette molécule est d'ailleurs synthétisée à partir de brins d'ADN.

ARN (0,5)

12. Constitué de molécules d'ADN, un _____ ressemble à un X. L'être humain en possède 23 paires.

Chromosome (0,5)

13. Patrimoine génétique d'un individu. Tous les allèles de tous les gènes d'un individu.

Génotype (0,5)

2 CRISPR/Cas9 pourrait ouvrir la voie à des modifications génétiques chez l'être humain.

Un jour, peut-être sera-t-il possible de changer de couleur de cheveux en recevant une injection! Le complexe CRISPR pourra alors modifier l'ADN des cellules de tes follicules pileux pour passer du roux au blond... et pourquoi pas te faire pousser des plumes?

a. Grâce à une thérapie génétique, Janette a changé sa couleur de cheveux en passant du blond au brun. Si le complexe CRISPR/Cas9 ne change que l'ADN des cellules qui produisent ses cheveux, de quelle couleur est le caractère héréditaire qu'elle transmettra à ses enfants? Justifie.

Le caractère héréditaire transmis sera le blond (1). Pour que la descendance de Julie aient les cheveux bruns, il faudrait que l'ADN de ses gamètes (ovules) soit aussi changé. (1)

b. Une clinique futuriste propose de modifier le code génétique de gamètes (ovules et spermatozoïdes) afin d'augmenter la longueur des jambes. Est-ce que ce caractère sera héréditaire ? Justifie.

Oui (1). Si le caractère est intégré à l'ADN avant la fécondation, ou très tôt dans le processus, toutes les cellules du corps posséderont la même information génétique et ce caractère deviendra alors héréditaire. (1)

3 Tous les caractères ne sont pas héréditaires. Certains caractères sont acquis en cours de vie, alors que d'autres proviennent directement de l'expression de gènes. Classe ces caractères selon qu'ils sont héréditaires ou non.

Caractères

Longueur des cheveux - longueur des pieds - couleur de vernis à ongle - cicatrice - couleur des yeux - couleur de la peau à la naissance - type de cheveux (bouclé, raide, etc.) - forme de nez - la grippe - maladie de Huntington

Héréditaires	Non héréditaires
Longueur des pieds Couleur des yeux Couleur de la peau à la naissance Type de cheveux Forme de nez Maladie de Huntington	Longueur des cheveux Couleur de vernis à ongle Cicatrice La grippe

0,25 point par bonne réponse
total sur 2,5

4 Après les modifications des gènes par CRISPR, la cellule modifie la synthèse de ses protéines.

a. Qu'est-ce qu'une protéine?

Macromolécule (grosse molécule) constituée d'acides aminés. Les protéines sont fabriquées par les ribosomes à partir de l'information contenue dans l'ADN. On en retrouve plusieurs types dans notre corps et chacune a sa fonction spécifique. (1)

b. À quoi servent-elles? Donne un exemple.

Elles ont de multiples fonctions (support, régulation, défense, ...)(1)
Réponses variables(1)

c. La synthèse des protéines est un processus complexe et essentiel à toute vie. Place les étapes de la synthèse des protéines en ordre.

2 ___ Synthèse d'une molécule d'ARN-messager à partir d'une séquence d'ADN (transcription)

4 ___ Fabrication d'une protéine à partir de l'ARNm dans le cytoplasme, par un ribosome. (traduction)

1 ___ Division de la double hélice d'ADN

3 ___ Sortie de l'ARN-messager à l'extérieur du noyau de la cellule

En ordre : 1 point

5 Depuis des siècles, l'être humain tente d'obtenir des caractères ciblés chez des plantes et animaux par des croisements. Par exemple chez les plantes, plusieurs croisements et une sélection artificielle ont été faits pour qu'aujourd'hui nous puissions avoir des fruits et des légumes aussi gros et savoureux. Chez les chiens, on croise des Bouviers-Bernois avec des Labradors pour créer des Labernois, une race appréciée en tant que chien-guide.

a. Explique comment, par croisement, il est possible d'obtenir des caractères ciblés. Utilise les notions de génétique apprises pour expliquer le processus.

Il est possible d'obtenir des caractères ciblés en croisant 2 individus qui les possèdent. (1) Une portion des descendants porteront les caractères ciblés. En sélectionnant les individus de cette deuxième génération qui possèdent les caractères voulus et en les croisant à nouveau, on obtient des individus possédant les caractéristiques recherchées. (1)

b. Quel serait l'avantage d'utiliser CRISPR pour obtenir le même résultat

C'est plus rapide puisque les caractères ciblés sont obtenus dès la première génération.(1)

6 Un savant fou utilise l'outil CRISPR/Cas9 pour créer une nouvelle race d'humains sur une île. Cette race d'humains pourra faire de la photosynthèse, c'est à dire qu'elle pourra puiser son énergie en prenant un bain de soleil.

-
- a. Le premier photo-humain se reproduit avec un humain ne possédant pas la caractéristique. Supposons que le photo-humain est homozygote et que la caractéristique est dominante, Quelles sont les probabilités que les enfants de cet humain puissent faire de la photosynthèse? Justifie.

100 % (1) puisqu'il est homozygote et que le caractère est dominant (PP). Il est possible de supposer que l'autre humain serait homozygote récessif (pp). Les enfants sont donc tous Pp. (1)

-
- b. Si 2 photo-humains hétérozygotes se reproduisent ensemble, est-il possible qu'ils aient des enfants qui ne soient pas en mesure de faire de la photosynthèse ?

Oui (1), deux Pp pourraient avoir des enfants pp. (1)

Total sur 25 points

Pour aller plus loin

En décembre dernier, des spécialistes de partout sur la planète se sont rencontrés à Washington pour discuter des enjeux éthiques de CRISPR/Cas9. Cet outil génétique ouvre la voie à des solutions aux problèmes de famine, de pollution, de déforestation, etc. Toutefois, le même outil permet aussi d'apporter des modifications chez les humains, qui pourraient être transmises génétiquement à toute une descendance. Ce serait alors l'occasion d'éradiquer des maladies génétiques et d'améliorer la qualité de vie de milliers de personnes, mais ce serait aussi l'occasion de modifier des gamètes (spermatozoïdes et ovules) pour « fabriquer » un enfant, créer de nouvelles armes biologique, et peut-être même créer de nouvelles races humanoïdes.

Où tracer la ligne?

Vous êtes invités à ce colloque à titre de représentant de la future génération. Vous aurez probablement à vivre avec les répercussions de l'avancement de cette technologie et les chercheurs veulent avoir votre avis.

Rédigez un texte de 25 lignes qui présente votre opinion à ce sujet. Ce texte devrait exprimer clairement ce qui devrait être permis et ce qui ne devrait pas être permis dans les manipulations génétiques. Sur quoi repose votre opinion?

SAÉ conçue et réalisée grâce au soutien financier du Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation du Québec.

Recherche, rédaction, conception: Zapiens Communication Scientifique.

Graphisme et mise en page: Bishop Games