

SVT 3e

Génétique et évolution

Une synthèse illustrée pour comprendre l'essentiel
Document pédagogique original - version conçue pour le partage

Le fil conducteur

La génétique explique comment l'information biologique est **stockée, transmise et variée**. L'évolution explique comment, génération après génération, ces variations peuvent modifier les populations et conduire à la diversification du vivant.

Les mots-clés

Mot	Définition simple
Caractère	Particularité observable d'un organisme.
Chromosome	Structure constituée d'ADN portant de nombreux gènes.
Gène	Portion d'ADN contenant une information biologique.
Allèle	Version d'un même gène.
Caryotype	Présentation ordonnée des chromosomes d'une cellule.
Gamète	Cellule reproductrice : ovule ou spermatozoïde.
Mutation	Modification de la séquence de l'ADN.
Sélection naturelle	Modification des fréquences de caractères héréditaires selon leur effet sur survie et reproduction.
Dérive génétique	Variation au hasard des fréquences d'allèles dans une population.
Ancêtre commun	Organisme ancien dont descendent plusieurs lignées.

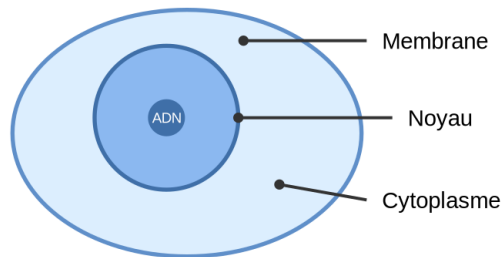
À garder en tête

Un caractère peut dépendre à la fois de l'**information génétique** et de l'**environnement**. Le vivant n'est donc ni une photocopie parfaite des parents, ni le pur produit du milieu.

1. De la cellule à l'information génétique

La cellule animale

Cellule animale : ce qu'il faut reconnaître



À ne pas confondre :

- une cellule animale n'a pas de paroi
- l'information héréditaire est dans le noyau

Membrane : délimite la cellule.

Cytoplasme : milieu intérieur de la cellule.

Noyau : chez les cellules animales étudiées au collège, il contient l'essentiel de l'information génétique nucléaire.

Attention

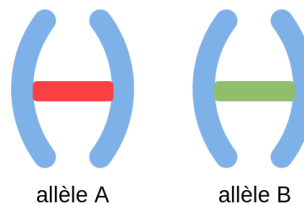
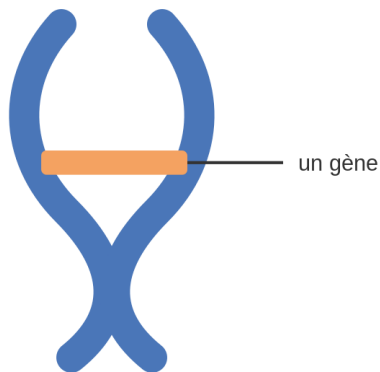
Une cellule animale ne possède pas de **paroi rigide** comme une cellule végétale. Le noyau n'est pas « l'ADN » : il **contient** des chromosomes constitués d'ADN.

Chromosome, gène, allèle

Chromosome, gène et allèles

Un chromosome porte de nombreux gènes

Un même gène peut exister en plusieurs versions



Gène = portion d'ADN
Allèle = version d'un gène

L'échelle à mémoriser

Cellule → **noyau** → **chromosomes** → **ADN** → **gènes** → plusieurs **allèles** possibles.

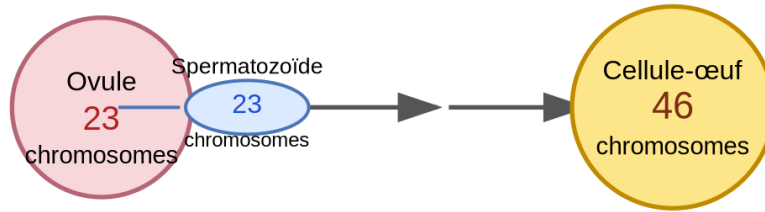
Le caryotype

Un caryotype permet d'observer le **nombre** et l'**aspect** des chromosomes. Chez l'être humain, une cellule ordinaire possède en général **46 chromosomes**, regroupés en **23 paires**.

2. Transmission des chromosomes et reproduction

La fécondation

Fécondation et nombre de chromosomes



Chaque parent transmet la moitié du patrimoine génétique.

Chez l'être humain, les gamètes ne contiennent qu'un chromosome de chaque paire : ils possèdent **23 chromosomes**. Lors de la fécondation, l'ovule et le spermatozoïde fusionnent et forment une **cellule-œuf à 46 chromosomes**.

Pourquoi le nombre reste stable ?

La réduction à 23 chromosomes dans les gamètes, puis le retour à 46 lors de la fécondation, permettent de maintenir le nombre caractéristique de chromosomes de l'espèce au fil des générations.

Division cellulaire

Avant une division, l'ADN est copié. Les chromosomes sont ensuite répartis dans les deux cellules filles. Cela permet de transmettre une information génétique très proche de celle de la cellule initiale.

Deux idées différentes

Division cellulaire : produit des cellules d'un même organisme.

Reproduction sexuée : produit un nouvel individu à partir de deux gamètes et crée de nouvelles combinaisons génétiques.

Le transfert de noyau : une preuve expérimentale

Lorsque le noyau d'une cellule est placé dans un ovule dont le noyau a été retiré, les caractères du nouvel organisme dépendent principalement de l'information portée par le **noyau transféré**. Ce type d'expérience a contribué à montrer le rôle central du noyau dans l'hérédité.

Clone

Un clone est un organisme ou un ensemble de cellules issus d'un même patrimoine génétique de départ. Des différences peuvent néanmoins apparaître ensuite sous l'effet de l'environnement ou de mutations.

3. Pourquoi les individus sont-ils différents ?

Le brassage génétique

Lors de la formation des gamètes, les chromosomes d'origine maternelle et paternelle se répartissent de nombreuses façons possibles. Puis la fécondation associe au hasard un ovule et un spermatozoïde.

Résultat

Deux parents peuvent avoir plusieurs enfants génétiquement différents, car chaque enfant reçoit une **combinaison originale d'allèles**.

Génotype, phénotype et environnement

Génotype	Ensemble des allèles possédés pour un ou plusieurs gènes.
Phénotype	Ensemble des caractères observables.
Environnement	Peut modifier l'expression d'un caractère sans changer nécessairement l'ADN.

Exemple : l'exposition au soleil peut augmenter la pigmentation de la peau. Cela ne signifie pas que l'ADN de toutes les cellules a été transformé par le bronzage.

Les mutations

Une mutation est une modification de l'ADN. Elle peut être **sans effet visible, défavorable** ou parfois **avantageuse** selon le milieu. Si elle touche une cellule à l'origine des gamètes et est transmise, elle peut créer un nouvel allèle héréditaire.

Une anomalie chromosomique : la trisomie 21

Trisomie 21 : une anomalie du nombre de chromosomes

Situation habituelle



2 chromosomes 21

Trisomie 21



3 chromosomes 21

À comprendre

Une erreur de répartition des chromosomes peut se produire lors de la formation des gamète. Après fécondation, la cellule-œuf peut alors recevoir un chromosome supplémentaire.

À distinguer

Une **mutation** modifie la séquence de l'ADN. Une **anomalie chromosomique** peut modifier le nombre ou la structure des chromosomes. Ce ne sont pas exactement les mêmes phénomènes.

4. Le vivant change au cours du temps

Évolution biologique

L'évolution correspond aux changements des populations au fil des générations. Les espèces actuelles ne représentent qu'une petite partie de toute l'histoire du vivant.

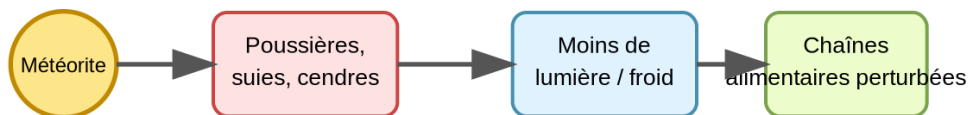
Les fossiles : des archives

Les fossiles permettent de comparer les organismes anciens et actuels. Leur présence dans des couches géologiques datées aide à reconstituer :

- l'apparition de groupes ;
- leur diversification ;
- leurs transformations ;
- leurs disparitions.

Une crise biologique : la fin du Crétacé

Disparition des dinosaures : chaîne d'explication



Indices retrouvés dans les roches

- iridium très abondant
- spinelles
- quartz choqués
- suies et cendres en très grande quantité

Le volcanisme du Deccan a aussi pu renforcer les perturbations climatiques.

Vers **66 millions d'années**, une crise biologique majeure entraîne notamment la disparition des dinosaures non aviens. Les scientifiques relient cette crise à plusieurs événements, dont l'impact d'un gros astéroïde et un volcanisme intense, capables de perturber fortement le climat et les réseaux alimentaires.

Comment raisonne un scientifique ?

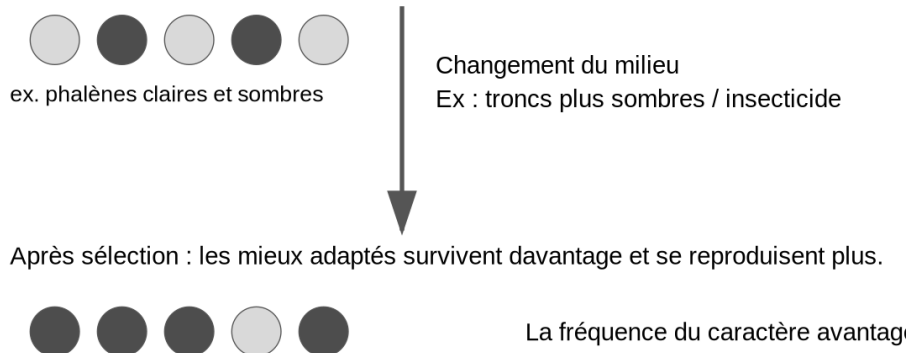
Une explication solide repose sur un **faisceau d'indices convergents** : datation des couches, fossiles, composition des roches, traces d'impact, données géochimiques, etc.

5. Les mécanismes de l'évolution

La sélection naturelle

Sélection naturelle : l'idée essentielle

Population de départ : des individus différents existent déjà.



La sélection naturelle n'est pas un choix volontaire. Si un caractère héréditaire augmente les chances de survivre et surtout de se reproduire dans un milieu donné, les allèles associés peuvent devenir plus fréquents au fil des générations.

Important

Le milieu ne « fabrique » pas le caractère dont l'espèce aurait besoin. La sélection agit sur des **variations qui existent déjà ou apparaissent par mutation**.

La dérive génétique

Même sans avantage particulier, la fréquence d'un allèle peut varier par **hasard**, surtout dans une petite population. C'est la dérive génétique.

Mutation + reproduction + sélection + hasard

Une vision d'ensemble

Mutations : créent de nouvelles variantes.

Reproduction sexuée : brasse les variantes.

Sélection naturelle : favorise certaines variantes dans un milieu donné.

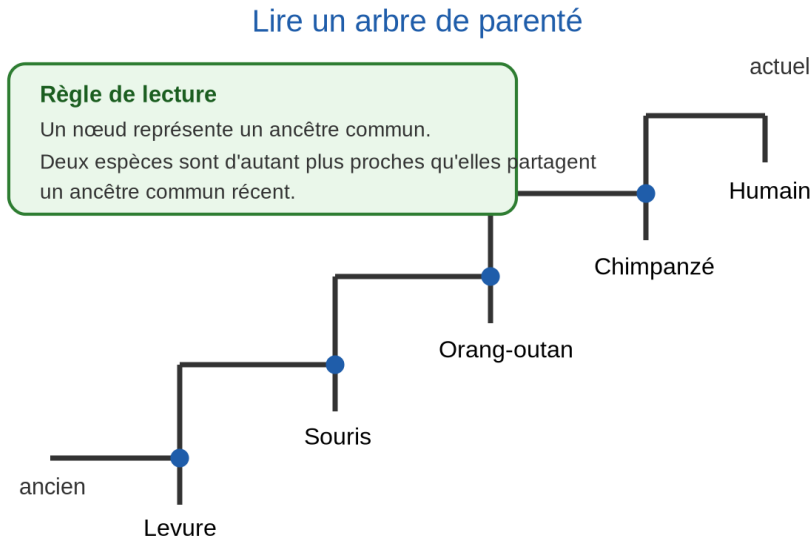
Dérive génétique : modifie au hasard les fréquences, surtout dans les petites populations.

Au fil du temps, l'accumulation de différences peut aller jusqu'à rendre deux populations incapables de se reproduire entre elles : une **nouvelle espèce** peut alors se former.

6. Parenté et origine commune

Les êtres vivants partagent de nombreux caractères fondamentaux : cellules, ADN, mécanismes moléculaires communs. Ces ressemblances s'expliquent par une **origine commune**.

Lire un arbre de parenté



Les trois règles

1. un **nœud** représente un ancêtre commun hypothétique ;
2. deux espèces sont proches si elles partagent un **ancêtre commun récent** ;
3. un arbre n'est pas une échelle du « moins évolué » vers le « plus évolué » : toutes les espèces actuelles ont une histoire évolutive.

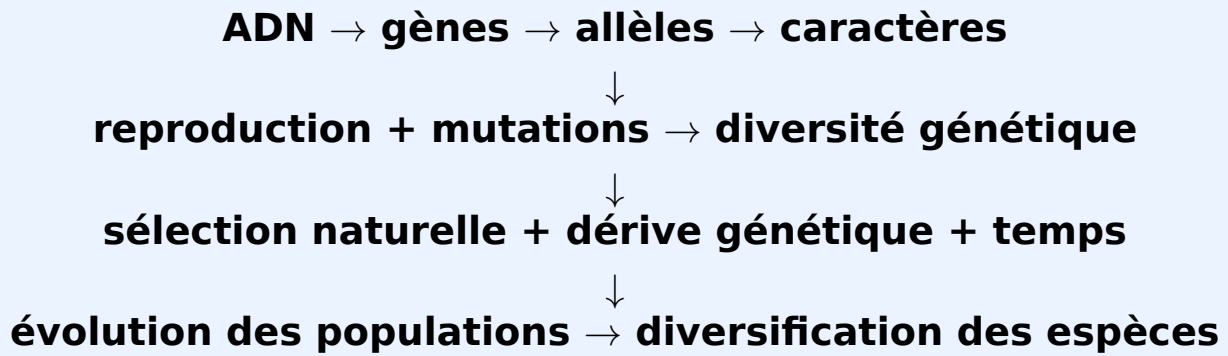
Quelles données permettent d'établir les parentés ?

- anatomie comparée ;
- fossiles ;
- développement embryonnaire ;
- séquences d'ADN ;
- protéines ;
- caractères cellulaires.

Plus de gènes communs = forcément plus proche ?

Cela peut être un indice, mais les scientifiques utilisent surtout la comparaison de nombreuses séquences et caractères pour reconstruire les relations de parenté. Un seul pourcentage ne suffit pas toujours.

7. La grande carte mentale



9 questions pour vérifier que tu as compris

Question	Réponse courte
Où se trouve l'essentiel de l'information génétique nucléaire ?	Dans le noyau, sur les chromosomes.
Qu'est-ce qu'un gène ?	Une portion d'ADN portant une information.
Qu'est-ce qu'un allèle ?	Une version d'un gène.
Pourquoi les gamètes n'ont-ils que 23 chromosomes ?	Pour rétablir 46 chromosomes à la fécondation.
D'où vient une nouvelle version d'un gène ?	D'une mutation.
La sélection naturelle crée-t-elle les mutations utiles ?	Non, elle trie des variations existantes.
Qu'est-ce que la dérive génétique ?	Une variation due au hasard des fréquences d'allèles.
Que représente un nœud sur un arbre ?	Un ancêtre commun.
Pourquoi les espèces changent-elles ?	Parce que les populations accumulent des variations au fil des générations.

Les confusions à éviter

Chromosome ≠ gène ≠ allèle • mutation ≠ anomalie chromosomique • sélection naturelle ≠ volonté de s'adapter • arbre de parenté ≠ échelle de progrès.

Méthode en SVT

Pour répondre à une question sur document : **j'observe → je relève un indice → je relie à une connaissance → je conclus.** Une phrase claire et justifiée vaut mieux qu'un paragraphe flou.