

**Scénario du chapitre**  
**« Stabilité et diversité des représentants d'une espèce »**  
**Partie du programme « Le vivant et son évolution »**

**Partie du BO traitée**

<b>Compétence(s) du programme</b>	<b>Connaissances associées</b>
<p>Expliquer sur quoi reposent la diversité et la stabilité génétique des individus.</p> <p>Expliquer comment les phénotypes sont déterminés par les génotypes et par l'action de l'environnement.</p> <p>Relier, comme des processus dynamiques, la diversité génétique et la biodiversité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversité et dynamique du monde vivant à différents niveaux d'organisation; diversité des relations interspécifiques.</li> <li>• Diversité génétique au sein d'une population ; hérabilité, stabilité des groupes.</li> <li>• ADN, mutations, brassage, gène, méiose et fécondation.</li> </ul>

**Idées-clés pour mettre en œuvre son enseignement**

- Identifier des caractères propres à une espèce et distinguer un caractère des formes variables qu'il peut prendre chez les individus d'une même espèce : génotype et phénotype ; influence de l'environnement sur le phénotype.
- Expliquer que toutes les cellules d'un individu (à l'exception des gamètes) possèdent le même nombre de chromosomes par noyau à l'issue de la mitose.
- Relier l'ADN des chromosomes au support de l'information génétique.
- Relier l'apparition de nouveaux allèles à l'existence de mutations.
- Expliquer la diversité et l'hérabilité de caractères par le brassage de l'information génétique associé à la méiose et à la fécondation.
- Repérer et relier la biodiversité aux différentes échelles du vivant (écosystème, espèces et allèles)

**Acquis des cycles précédents**

Les élèves connaissent des cycles de développement, ils connaissent le rôle des deux sexes dans la reproduction sexuée.

Au cycle 3 et à l'occasion de l'étude de la répartition des êtres vivants et du peuplement des milieux, ils ont observé des interactions entre les êtres vivants et leur environnement.

Ils identifient les modifications au cours des saisons en lien avec des conditions physicochimiques ; ils connaissent la notion d'écosystèmes et savent identifier un facteur à l'origine de leurs modifications. Ils comprennent dynamique. Cette étude a été mise en lien avec des aménagements réalisés par l'être humain

**Précisions et limites**

Cette partie permet de faire le lien entre l'information génétique des individus et les caractères qu'ils expriment. Le rôle de l'environnement sur cette expression est à montrer à partir d'exemples simples (coloration de peau lors de l'exposition au soleil chez l'être humain, modification de la couleur du pelage de certaines espèces en fonction de la

température, production de pigments chez les cyanobactéries en fonction de la longueur d'onde de la lumière reçue, etc.).

Pour relier l'ADN des chromosomes au support de l'information génétique, un exemple de transgénèse peut être utilisé. Il permet alors de montrer que l'ADN est une molécule support de l'information génétique.

Il est possible de montrer que l'environnement, dans certaines conditions, modifie l'expression des gènes des individus qui y sont exposés et de leurs descendances. Il est important de rester pour cette étude à l'échelle des organismes.

Il est possible également d'établir que certains caractères ne sont pas inscrits dans le patrimoine génétique mais qu'ils sont transmis de générations en générations par un apprentissage : chants des oiseaux, cultures chez les hominidés (chimpanzés, gorilles, êtres humains, etc.).

L'étude du comportement des chromosomes en anaphase de mitose suffit à expliquer le maintien du nombre de chromosomes dans les cellules au moment d'une mitose ; de même l'étude du comportement des chromosomes lors de la première division de méiose permet d'expliquer la réduction du nombre de chromosomes lors de la méiose.

La diversité des organismes issus de la reproduction sexuée s'explique par les mécanismes de la méiose et de la fécondation.

Les mécanismes chromosomiques du brassage de l'information génétique ne sont pas au programme du collège. En revanche, il faudra montrer que, lors d'une reproduction sexuée, qu'il est possible d'identifier de nouvelles combinaisons de caractères qui n'existaient pas chez les parents ce qui montre un brassage de l'information génétique. Cette étude est menée à l'échelle des phénotypes.

### **Continuité avec le lycée**

En classe de seconde, l'élève découvrira comment une molécule, l'ADN, peut porter une information, en particulier avec l'enchaînement des bases azotées ce qui permettra d'expliquer au niveau moléculaire les mutations. Il complètera les premières approches sur la sélection naturelle en approfondissant les caractéristiques de celle-ci et en associant la dérive génétique à la sélection naturelle. Cela viendra compléter sa vision des processus dynamiques de la diversité génétique et de la biodiversité.

### **Acquis cycle 3 et 4 utilisés pour cette partie**

- Idée d'espèce
- Notion de cellule
- Notion de critères pour la classification et de caractères partagés
- Reproduction sexuée : spermatozoïde, ovule, fécondation, cellule-œuf

### **Synopsis**

L'observation d'une population animale ou végétale montre des caractères communs aux individus de ces populations et des variations de ces caractères, variations propres à chaque individu d'une population.

Les caractères d'un individu forment son phénotype.

Ces caractères communs et leurs variations individuelles se transmettent de génération en génération, ils sont héréditaires.

Certains caractères sont liés à l'environnement et ne se transmettent pas.

*Dans l'idée d'un enseignement curriculaire, toute cette première partie peut être réalisée en 5<sup>ème</sup> ou en 4<sup>ème</sup>. La recherche d'explications est alors réservée à la 3<sup>ème</sup>.*

Il faut donc expliquer la stabilité des caractères communs dans une espèce. Si ces caractères sont maintenus c'est qu'une information est transmise de génération en génération d'individus.

Chaque individu est issu d'une cellule-œuf à l'origine d'un embryon puis d'un individu ; on peut alors se demander où sont localisées dans la cellule-œuf les informations transmises de génération en génération et supports des caractères héréditaires.

Or sait qu'une cellule œuf comme toute cellule animale ou végétale, c'est noyau, cytoplasme, membrane et non des caractères.

Donc on peut se poser des questions autour de ces informations dans la cellule-œuf : où ? quoi ? comment ?

- Localisons à partir d'expériences et de leurs résultats de transfert de noyau : les informations à l'origine des caractères héréditaires localisées dans le noyau.
- Allons voir de plus près ce qu'il y a dans le noyau et faire le lien avec le phénotype : chromosomes, caryotypes (fille/garçon, monosomie).
- Comprendons de quoi sont fait les chromosomes : d'ADN.
- Comprendons comment sont organisées les informations sur les chromosomes (expériences de transgénèse).

Nous avons alors compris que les chromosomes, constitués d'ADN sont le support des informations.

Reste à comprendre le mécanisme de maintien du caryotype.

Pour aborder les notions de façon progressive on commence par étudier le maintien du caryotype au cours de la mitose. On voit seulement ensuite la conservation d'une génération à l'autre à travers la fécondation et la méiose.

Mais si même caryotype, comment expliquer la diversité des individus ? Observons de plus des chromosomes : ils portent des unités d'informations à l'origine des caractères, les gènes.

Ca n'explique toujours pas la diversité : notions d'allèles liés aux mutations.

Et si on reprend la méiose et la fécondation on montre que les brassages génétiques sont à l'origine de la diversité des individus d'une espèce.

Dans les chromosomes sont bien le support des informations à l'origine des caractères héréditaires et de leurs variations ; l'ensemble de ces informations forme le programme génétique.

Le scénario détaillé proposé ne traite pas l'intégralité du synopsis. Il s'arrête à « Allons voir de plus près ce qu'il y a dans le noyau et faire le lien avec le phénotype : chromosomes, caryotypes (fille/garçon, monosomie) »

### **Légende**

Trace écrite des élèves : ce qu'il y a en rouge, les titres, les problèmes ...

En vert : les compétences

En italique violet : annotations pour le professeur

En italique bleu : lien logiques, phase de travail orales, collégiales permettant de construire la démarche

En noir, les activités.

Les élèves sont évalués toutes les semaines B en classe entière lors des 5 dernières minutes du cours. Ils doivent réciter un bilan vu au cours des deux dernières semaines ou réaliser un exercice sur une compétence vue précédemment.

## Séance 1

Items évalués pour la mise en situation :

- Travailler en autonomie
- S'interroger, formuler un problème (en classe entière)
- Conclure à partir des résultats (en classe entière)
- Extraire les informations utiles de photographies

Items évalués pour l'activité :

- Extraire les informations utiles d'un texte, (par groupe)
- Extraire les informations utiles d'un document, (par groupe)
- Savoir restituer son cours,
- Attitude en classe : respect des autres, écoute, partage

*Phase collégiale : projection de différentes populations/espèces et de différents représentants de ces populations/espèces pour faire émerger l'idée de caractères propres à ces populations/espèces et de diversité de leurs représentants.*

*Inscription du titre*

### **Chap. 1 : Stabilité et diversité des représentants d'une espèce**

*Phase collégiale : Reprise des photos et des interrogations collégiales soulevées par ces images en les précisant et formalisant les questionnements autour de :*

- caractères propres et variations individuelles
- nature de ces différents caractères
- origine de ces caractères.

*On peut imaginer construire une carte mentale qui fera émerger les différents points à appréhender dans ce (ou ces) chapitres.*

*Inscription du problème*

**Problème : Comment se fait-il que les représentants d'une espèce soient à la fois très différentes et très semblables ?**

*Enseignant : On a évoqué l'idée de caractères, il s'agit maintenant d'essayer de définir ce qu'est un caractère et d'en connaître les différentes catégories.*

*Inscription du titre*

### **I – Notion de caractères**

*Les différents exemples doivent permettre de définir des caractères spécifiques, les variabilités individuelles héréditaires et les caractères modifiés par l'environnement, non héréditaires.*

*La mutualisation permettra à tous de comprendre ces notions.*

**Distribution de l'activité :**

Modalité de travail : par groupe de 3 ou 4, activité proposée sur différents caractères :

– un groupe travaillera sur un exemple végétal : arbre, ses caractères spécifiques, formes naines ou port en drapeau, caractères non héréditaires.

– un groupe travaillera sur un exemple végétal : fleur, ses caractères spécifiques, couleur, caractères héréditaires.

– un groupe travaillera sur un exemple animal : le lapin, ses caractères spécifiques, avec des données sur le changement du pelage du lapin lié aux saisons.

un groupe travaillera sur un exemple animal : des êtres humains, ses caractères spécifiques avec un caractère héréditaire type « rouler la langue en U ».

– un groupe travaillera sur un exemple animal : des êtres humains, ses caractères spécifiques avec un caractère non héréditaire, comme la musculature, le bronzage.

Production attendue : Chaque groupe devra rédiger un texte faisant émerger la notion de caractères spécifiques, précisant si le caractère étudié est héréditaire ou non héréditaire en argumentant.

*A la fin de l'heure, pendant que chacun des groupes présentera ses résultats au tableau, les élèves rempliront un tableau avec les différents caractères étudiés par la classe. Ils devront indiquer à chaque fois si le caractère est héréditaire ou non.*

### **Bilan**

Les représentants d'une espèce présentent des caractères partagés par tous les représentants de l'espèce : ce sont les caractères spécifiques. L'ensemble de ces caractères spécifiques peut faire l'objet de variations individuelles.

Un **caractère héréditaire** est un caractère qui **se transmet de générations en générations** mais qui peut en sauter une ou plusieurs. On observe une stabilité des caractères communs dans une espèce au cours des générations.

Certains caractères peuvent être **modifiés par l'environnement** ou le **mode de vie**. Ces modifications ne sont pas héréditaires.

## **Séance 2**

### Items évalués :

- *Formuler une hypothèse, (collégiale)*
- *Proposer un protocole expérimental, (par groupe)*
- *Extraire les informations utiles d'un document. (par groupe)*

### Transition :

#### Acquis :

- *Les caractères héréditaires communs à l'espèce sont transmis de génération en génération avec une certaine stabilité.*

#### Quelles questions se poser :

- *comment un caractère peut-il se transmettre ?*
- *sous quelle forme se transmet-il de génération en génération ?*

*Cela implique de faire appel aux acquis sur les modalités de la reproduction sexuée et la formation d'un individu à partir d'une cellule œuf unique. Il faut amener les élèves vers cette problématique.*

### **Problème : Comment expliquer que les caractères héréditaires se transmettent de génération en génération ?**

*Pour justifier la 1<sup>ère</sup> partie du I, faire émerger l'idée que pour répondre au problème, il faut passer par une étape qui fasse le lien entre cellule-œuf et caractères héréditaires.*

## **II – L'origine des caractères héréditaires**

### **Activité collégiale :**

*Questionner en organisant les réponses au tableau pour construire un schéma qui va amener à s'interroger sur la localisation des informations à l'origine des caractères, la nature de cette information.*

### Questions :

- *Rappeler moi l'origine d'un nouvel individu : fécondation et obtention d'une cellule œuf*
- *Donner moi le devenir de cette cellule œuf : division, embryon, être humain. A illustrer par des photographies des stades 2, puis 8 cellules avant de montrer ce que*

- cela donne à la fin (exemple : un lapin et un être humain).
- Rappeler moi l'organisation d'une cellule : la **cellule** est composée d'un **noyau**, d'un **cytoplasme** et d'une **membrane**
  - Formuler alors le problème à résoudre.

*Puisque le seul lien physique entre deux générations est la production de cette cellule œuf, on arrive à l'idée que les caractères héréditaires doivent être transmis au niveau des cellules. Normalement les élèves se demandent où se trouvent ces caractères au niveau de la cellule-œuf. Les aider à formuler le problème. Inscrire le problème.*

## **Problème : Où se trouvent les informations à l'origine des caractères au niveau de la cellule-œuf et des cellules en général ?**

### **A. Localisation des informations à l'origine des caractères**

*On a évoqué l'organisation de la cellule, la suite doit arriver logiquement.*

**Activité individuelle** : rédiger des hypothèses quant à la localisation dans la cellule des informations à l'origine des caractères.

Hypothèses attendues :

Les informations à l'origine des caractères peuvent se trouver :

- dans le noyau,
- dans le cytoplasme,
- dans la membrane,
- dans tous les endroits en même temps

*Mutualisation*

*Comme les conséquences vérifiables sont ici difficiles à trouver, on passe par une étape de réflexion autour des expériences envisageables.*

**Activité** : Recherche de conséquences vérifiables

*En phase collégiale, montrer une vidéo sur une énucléation afin de leur montrer ce qu'il est possible de faire techniquement. Cela permettra aux élèves qui ont des difficultés d'abstraction de réaliser la suite de l'activité.*

La question suivante est alors inscrite au tableau :

« Quelle expérience pourrait-on réaliser afin de savoir si ces hypothèses sont validées ou non ? »

*Leur faire choisir les hypothèses ou imposer un choix suivant le niveau des élèves.*

Par groupe de 3, les élèves imaginent des expériences à réaliser pour tester ces hypothèses. On leur indique auparavant que la membrane ne peut être dissociée du cytoplasme et que donc deux hypothèses seront testées dans le même temps.

Une fois ces expériences trouvées, un deuxième travail est ensuite demandé afin de trouver les conséquences vérifiables.

Les élèves doivent compléter un tableau avec deux cas de figures. Dans un premier cas on imagine que l'hypothèse des élèves est validée et les élèves doivent indiquer ce que l'on doit obtenir comme résultat.

Dans le deuxième cas, on imagine que l'hypothèse est invalidée, et de même les résultats sont à imaginer par les élèves.

*Cela facilite la compréhension des expériences de transferts de noyaux, étudiées par la suite.*

Dans les 5 dernières minutes du cours : **évaluation** sur la notion de caractères. Cette définition est à réciter :

- expert : pour ceux qui récitent par cœur
- Acquis : pour ceux qui ont donné toutes les notions
- En cours d'acquisition: lorsqu'il manque un ou des éléments de réponse
- Non acquis : lorsqu'il n'y a rien

3 questions sont posées aux élèves en grande difficulté.

### Séance 3

#### Items évalués :

- *Déduire et interpréter les informations, (par groupe)*
- *Extraire les informations utiles d'un document (par groupe)*

*Faire rappeler à l'oral ce à quoi on était arrivé en fin de séance 2.*

#### *Distribution d'activité :*

#### **Activité : Localisation des informations à l'origine des caractères.**

Une expérience de transplantation de noyau chez une souris est distribuée sous la forme d'un schéma et d'un cours texte.

#### Consignes :

- 1/ Au sein du groupe, expliquer ce que chacun a compris de l'expérience.
- 2/ Une fois que tous les membres du groupe sont d'accords, expliquer en quelques lignes ce que les scientifiques ont fait.
- 3/ Indiquer le résultat de l'expérience.
- 4/ Conclure en indiquant où se trouve les informations. Pour cela, s'aider du tableau remplis au cours précédent.

#### **Bilan**

**C'est le **noyau de la cellule-œuf** qui contient les **informations** à l'origine des caractères héréditaires transmis de génération en génération.**

#### Transition :

#### Acquis :

- *Les informations transmises de génération en génération et qui sont à l'origine des caractères sont localisées dans le noyau.*

*D'où cette nouvelle question : Où, dans le noyau, se situe précisément ces informations et comment se présentent-elles ?*

### **B. Support des informations à l'origine des caractères**

**Problème : Où, dans le noyau, se situe précisément les informations et comment se présentent-elles ?**

#### **Hypothèses des élèves :**

Elles sont :

- sur le pourtour du noyau
- au cœur du noyau
- ...

*Discussion collégiale : quelle stratégie de résolution proposez-vous pour tester vos hypothèses ? Proposition d'aller observer des cellules.*

*C'est ce qui sera fait à la prochaine séance.*

## **Séance 4**

### Items évalués :

- Réaliser un croquis
- Suivre un protocole manipulateur
- Utiliser un outil (microscope)

*Travailler en autonomie*

*Discussion collégiale : que devons-nous faire aujourd'hui et pourquoi ?*

*Distribution d'activité :*

### **Activité : Observation de cellules**

*Ce travail manipulateur permet aux élèves d'observer les chromosomes. Ils ne peuvent pas encore faire le lien avec entre ces chromosomes et les informations si ce n'est que ce sont deux choses présentes au même endroit.*

Il s'agit d'extraire les glandes salivaires de larve de chironome, les colorer et les observer. L'objectif est de voir des chromosomes sans expliquer le lien avec l'ADN.

On leur fait réaliser un croquis à partir des observations (des résultats sont projetés au tableau pour ceux n'ayant pas réussi).

*Ce schéma permet de s'assurer que tous les élèves perçoivent clairement les différentes parties de la cellule et localisent dans les noyaux des structures particulières dont la légende est donnée au tableau.*

Des croquis d'étudiants réalisés à partir d'observations microscopiques semblables où les chromosomes sont facilement quantifiables, sont alors montrés aux élèves. Le nombre de chromosomes est ainsi mis en évidence et on s'aperçoit qu'il est le même pour toutes les cellules observées.

### **Bilan**

**Dans le noyau de toutes les cellules, il existe des filaments prenant facilement la coloration, les **chromosomes**. Ces chromosomes sont observables uniquement lorsque la cellule est en division. Leur nombre est le même quelle que soit la cellule observée au sein de l'espèce.**

## **Séance 5**

### Items évalués :

- Extraire les informations de documents,
- Déduire et interpréter les informations,

### Transition :

*On vient de voir que le noyau des cellules contient des chromosomes et que le nombre de chromosomes est le même quelle que soit la cellule observée au sein d'une espèce.*

*Les informations transmises de génération en génération et qui sont à l'origine des caractères sont localisées dans le noyau.*

*Quelle nouvelle question se pose-t-on ? y a-t-il un lien entre les chromosomes et les informations à l'origine des caractères ?*

*Inscription du problème et distribution de l'activité.*

**Activité : Lien entre les chromosomes et les informations à l'origine des caractères.**

Des photos de chromosomes de différentes cellules humaines sont données aux élèves avec la consigne de les compter. Cela permet aux élèves de s'apercevoir que ce nombre est différent de celui obtenu avec les larves de chironome, mais toujours identique au sein de l'espèce.

Des caryotypes de fille et de garçon, d'individu atteint de monosomie et les phénotypes associés sont étudiés.

Cela nous permet de constater que ce sont les chromosomes qui portent les informations et que toutes les cellules possèdent l'intégralité des informations.

**Bilan**

Une **espèce** possède le **même nombre de chromosomes** dans ces cellules. Ces chromosomes portent tout le programme génétique nécessaire à la réalisation d'un individu (oreille, nez, les différents muscles, les différents os...). On peut donc dire que **toutes les cellules** d'un être vivant possèdent dans leur noyau la totalité du **programme génétique**

**Evaluation** avec un exercice sur la démarche scientifique autour de la localisation de l'information dans les cellules (algues acétabulaires).