

# La biodiversité en Terminale spécialité SVT

*Lien programme et parcours de visite*

## THEME 1 : LA TERRE, LA VIE ET L'ORGANISATION DU VIVANT

### Rappel du programme :

Approfondissement des acquis des années précédentes, notamment des concepts de biodiversité et d'évolution.

Dès la classe de seconde, la diversité génétique et les processus évolutifs ont été abordés dans le contexte de la biodiversité. En classe de terminale, il s'agit de comprendre comment la reproduction sexuée forme des génomes individuels et contribue à la diversification du vivant, aux côtés d'autres processus génétiques et non génétiques. L'élève consolide ses acquis en génétique et découvre les techniques qui aboutissent à la connaissance du génome de chaque individu.

Il comprend que l'hérédité n'est pas exclusivement liée à l'ADN.

## Génétique et évolution : l'origine du génotype des individus

### Connaissances associées :

#### **La conservation des génomes : stabilité génétique et évolution clonale**

En enseignement de spécialité de la classe de première, les élèves ont appris que la succession de mitoses produit un clone, c'est-à-dire un ensemble de cellules, toutes génétiquement identiques, aux mutations près. Ces clones sont constitués de cellules séparées (cas des nombreuses bactéries ou de nos cellules sanguines) ou associées de façon stable (cas des tissus solides).

En l'absence d'échanges génétiques avec l'extérieur, la diversité génétique dans un clone résulte de l'accumulation de mutations successives dans les différentes cellules. Tout accident génétique irréversible (perte de gène par exemple) devient pérenne pour toute la lignée (sous-clone) qui dérive du mutant.

#### **Le brassage des génomes à chaque génération : la reproduction sexuée des eucaryotes**

La fécondation entre gamètes haploïdes rassemble, dans une même cellule diploïde, deux génomes d'origine indépendante apportant chacun un lot d'allèles. Chaque paire d'allèles résultant est constituée de deux allèles identiques (homozygotie) ou de deux allèles différents (hétérozygotie). En fin de méiose, chaque cellule produite reçoit un seul des deux allèles de chaque paire avec une probabilité équivalente. Pour deux paires d'allèles, quatre combinaisons d'allèles sont possibles, équiprobables ou non en cas de gènes liés.

Le nombre de combinaisons génétiques possibles dans les gamètes est d'autant plus élevé que le nombre de gènes à l'état hétérozygote est plus grand chez les parents.

#### **Comprendre les résultats de la reproduction sexuée : principes de base de la génétique**

L'analyse génétique peut se fonder sur l'étude de la transmission héréditaire des caractères observables (phénotype) dans des croisements issus le plus souvent de lignées pures (homozygotes) et ne différant que par un nombre limité de caractères.

Dans le cas de l'espèce humaine, l'identification des allèles portés par un individu s'appuie d'abord sur une étude au sein de la famille, en appliquant les principes de transmission héréditaire des caractères.

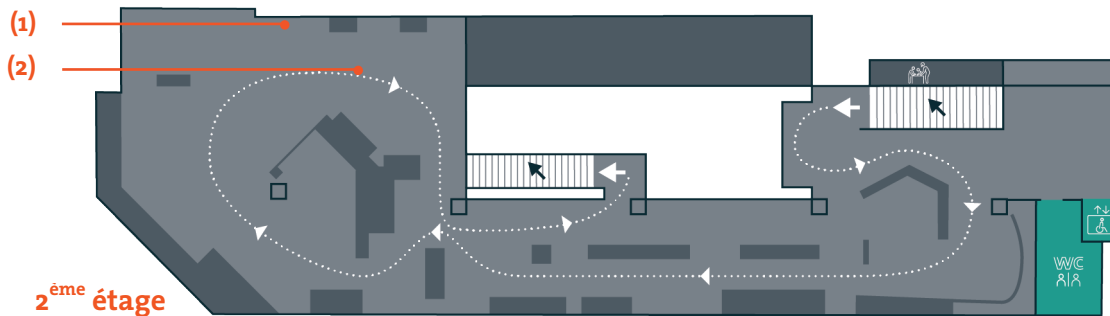
Le développement des techniques de séquençage de l'ADN et les progrès de la bioinformatique donnent directement accès au génotype de chaque individu comme à ceux de ces ascendants et

descendants. L'utilisation de bases de données informatisées permet d'identifier des associations entre certains gènes mutés et certains phénotypes.

Niveaux/sections du MOBE concernés :

**2<sup>ème</sup> étage**

**Sections « L'alphabet du vivant » et « À l'origine du vivant »**



**Panneaux utilisables au 2<sup>ème</sup> étage :**

**(1) À l'origine du vivant**

- Notions de génotype et de phénotype

**Activités possibles :**

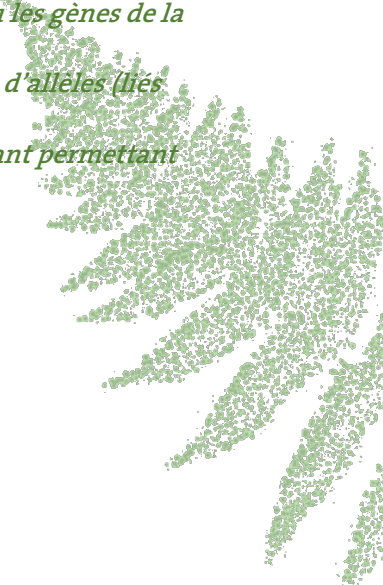
- *En fonction du nombre de cellules de l'organisme humain, estimer le nombre théorique de mutations (connaissant le nombre moyen de mutations à chaque division cellulaire) qui surviennent dans l'organisme humain, lors de son développement.*

**(2) Brassage génétique au cours de la reproduction sexuée**

- Reconstitution des lignées parentales
- Dame de Monteloup

**Activités possibles :**

- *Extraire et organiser des informations sur les mutations et leurs effets phénotypiques, notamment sur un site régulateur de l'expression d'un gène.*
- *Extraire et organiser des informations sur l'élaboration des lois de Mendel.*
- *Comprendre les relations de dominance / récessivité en fonction de l'équipement chromosomique chez les diploïdes (par exemple sur le système ABO, et/ou les gènes de la globine).*
- *Interpréter des résultats de croisements avec transmission de deux paires d'allèles (liés ou non entre eux), portés ou pas par les chromosomes sexuels.*
- *Recenser et comparer des séquences d'ADN sur des trios père / mère / enfant permettant d'analyser la présence de mutations nouvelles.*



## Génétique et évolution : La complexification des génomes, Transferts horizontaux et endosymbioses

### Connaissances associées :

L'universalité de l'ADN et l'unicité de sa structure dans le monde vivant autorisent des échanges génétiques entre organismes non nécessairement apparentés.

Des échanges de matériel génétique, hors de la reproduction sexuée, constituent des transferts horizontaux. Ils se font par des processus variés (vecteurs viraux, conjugaison bactérienne..).

Les transferts horizontaux sont très fréquents et ont des effets très importants sur l'évolution des populations et des écosystèmes. Les pratiques de santé humaine sont concernées (propagation des résistances aux antibiotiques).

*Les endosymbioses transmises entre générations, fréquentes dans l'histoire des eucaryotes, jouent un rôle important dans leur évolution. Le génome de la cellule (bactérie ou eucaryote) intégré dans une cellule hôte régresse au cours des générations, certains de ses gènes étant transférés dans le noyau de l'hôte. Ce processus est à l'origine des mitochondries et des chloroplastes, organites contenant de l'ADN.*

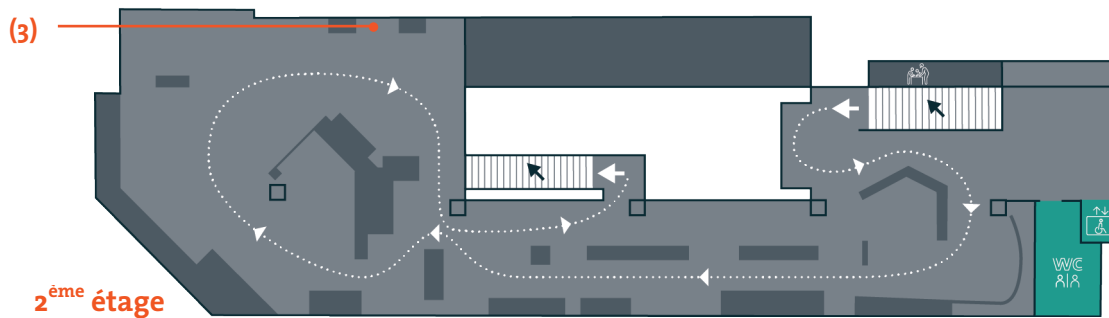
### Objectifs et compétences associées :

Il s'agit de comprendre ici que des mécanismes non liés à la reproduction sexuée enrichissent les génomes de tous les êtres vivants.

### Niveaux/sections du MOBE concernés :

2<sup>ème</sup> étage

Sections « À l'origine de la biodiversité »



### (3) Rapprochements inattendus

- *Transferts horizontaux*
- *Réseaux phylogénétiques*

### Activités possibles :

- *Recenser des informations attestant l'existence de transferts horizontaux de gènes dans l'histoire du génome humain.*
- *Extraire et organiser des informations d'un arbre phylogénétique pour identifier l'importance des transferts horizontaux.*



## Génétique et évolution : L'inéluctable évolution des génomes au sein des populations

### Connaissances associées :

Dans les populations eucaryotes à reproduction sexuée, le modèle théorique de Hardy-Weinberg prévoit la stabilité des fréquences relatives des allèles dans une population.

Mais, dans les populations réelles, différents facteurs empêchent d'atteindre cet équilibre théorique : l'existence de mutations, le caractère favorable ou défavorable de celles-ci, la taille limitée d'une population (effets de la dérive génétique), les migrations et les préférences sexuelles. Les populations sont soumises à la sélection naturelle et à la dérive génétique.

À cause de l'instabilité de l'environnement biotique et abiotique, une différenciation génétique se produit obligatoirement au cours du temps. Cette différenciation peut conduire à limiter les échanges réguliers de gènes entre différentes populations. Toutes les espèces apparaissent donc comme des ensembles hétérogènes de populations, évoluant continuellement dans le temps.

### Objectifs et compétences associées :

Il s'agit avant tout de mobiliser les acquis des élèves sur les mécanismes de l'évolution et de comprendre, en s'appuyant sur des exemples variés, que ces mécanismes concernent toutes les populations vivantes.

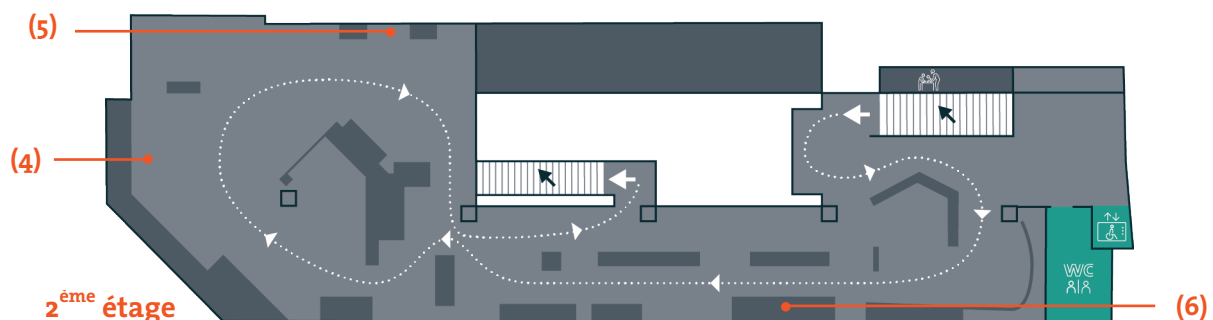
### Précisions :

Les conditions d'applications du modèle de Hardy-Weinberg sont mobilisées en lien avec l'enseignement scientifique. Une espèce peut être considérée comme une population d'individus suffisamment isolée génétiquement des autres populations.

### Niveaux/sections du MOBE concernés :

2<sup>ème</sup> étage

Sections « Un réseau vivant », « À l'origine de la biodiversité » et « Se reproduire »



### (4) Diversité des populations

- Biodiversité intraspécifique = biodiversité génétique
- Dérive génétique

### Activités possibles :

- Comprendre et identifier les facteurs éloignant de l'équilibre théorique de Hardy-Weinberg, notamment l'appariement non-aléatoire, la sélection, la population finie (dérive).

**(5) Tri sélectif**

- *Sélection naturelle et spéciation*
- *Calcul du pourcentage de divergence génétique*
- *phylogénie*

**Activités possibles :**

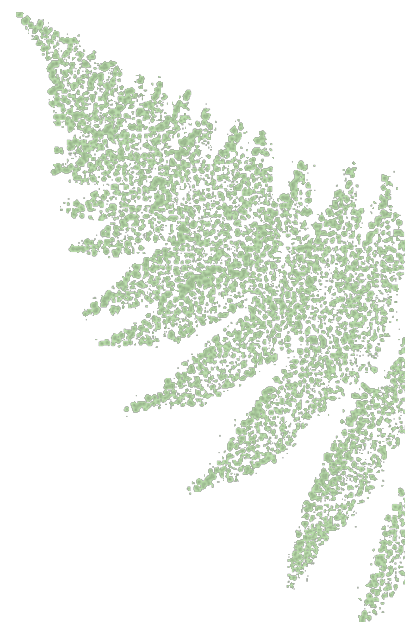
- *Extraire, organiser et exploiter des informations sur l'évolution de fréquences alléliques dans des populations.*

**(6) Choisir un partenaire**

- *Sélection sexuelle et dimorphisme*
- *Compétition entre mâles*
- *Dimorphismes non liés à la sélection sexuelle*

**Activités possibles :**

- *Identifier le dimorphisme sexuel et déterminer ses causes en comprenant quel type de sélection sexuelle est opéré.*



## Génétique et évolution : D'autres mécanismes contribuent à la diversité du vivant

### Connaissances associées :

La diversification phénotypique des êtres vivants n'est pas uniquement due à la diversification génétique. D'autres mécanismes interviennent :

- associations non héréditaires (pathogènes ou symbiotes ; cas du microbiote acquis) ;
- recrutement de composants inertes du milieu qui modulent le phénotype (constructions, parures..).

Chez certains animaux, les comportements acquis peuvent être transmis d'une génération à l'autre et constituer une source de diversité : ainsi du chant des oiseaux, de l'utilisation d'outils dans des populations animales, de la culture notamment dans les sociétés humaines. Ces traits sont transmis entre contemporains et de génération en génération, et subissent une évolution (apparition de nouveaux traits, qui peuvent être sélectionnés, contre-sélectionnés ou perdus par hasard).

### Objectifs et compétences associées :

Il s'agit de comprendre, en s'appuyant sur des exemples variés dans le monde vivant, que la diversification des êtres vivants n'est pas toujours liée à une diversification génétique ou à une transmission d'ADN.

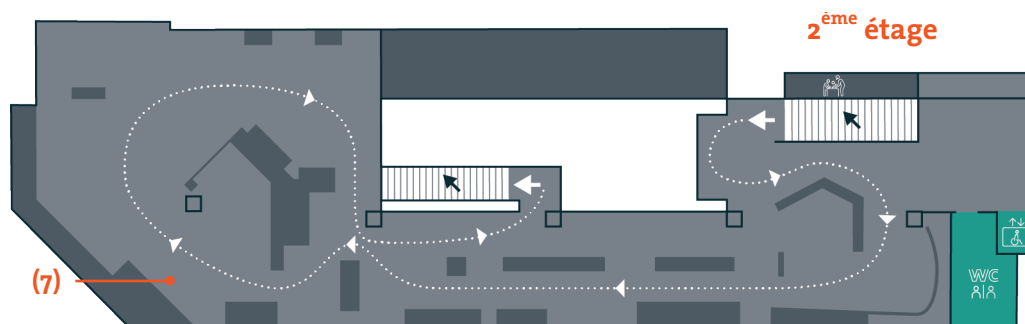
### Précisions :

Un traitement exhaustif des mécanismes possibles n'est pas attendu.

### Niveaux/sections du MOBE concernés :

2<sup>ème</sup> étage

Section « Jamais seuls »



### (7) Unis pour la vie

- *Symbiose mutualiste. Exemple de l'arbre et des champignons*
- *Microbiote de l'homme*

### Activités possibles :

- *Étudier un exemple de diversification du vivant sans modification du génome.*



## THEME 2 : ENJEUX PLANÉTAIRES CONTEMPORAINS

### Rappel du programme :

L'objectif de cette partie est d'étudier l'organisation fonctionnelle des plantes, leurs interactions avec le milieu et la manière dont elles se reproduisent par voie sexuée et/ou asexuée en assurant à cette occasion leur dissémination. L'étude de la morphogenèse des plantes (on se limite aux Angiospermes) montre l'existence d'un contrôle hormonal et d'une influence environnementale. On étudie ensuite comment les plantes produisent leur matière organique et une diversité de métabolites nécessaires à leurs fonctions biologiques.

Dans un second temps, cette partie s'intéresse aux plantes cultivées, un enjeu majeur pour l'humanité qui utilise les plantes comme base de son alimentation et dans des domaines variés. Sans chercher l'exhaustivité, il s'agit de comprendre comment l'humanité agit sur le génome et le phénotype des plantes cultivées, et d'appréhender les conséquences de ces actions sur la biodiversité végétale ainsi que sur l'évolution des populations humaines.

## De la plante sauvage à la plante domestiquée : La domestication

### Connaissances associées :

Les pratiques culturelles (par exemple pour la production de graines) constituent un enjeu majeur pour nourrir l'humanité.

La sélection (empirique ou programmée) exercée par l'être humain sur les plantes cultivées au cours des siècles a retenu des caractéristiques différentes de celles qui étaient favorables à leurs ancêtres sauvages. Cette sélection s'est opérée au cours de l'établissement d'une relation mutualiste entre plantes et êtres humains.

Aujourd'hui, de nombreuses techniques favorisent la création de plus en plus rapide de nouvelles variétés végétales (par hybridation, par utilisation des biotechnologies...). La production de semences commerciales est devenue une activité spécialisée.

Une espèce cultivée présente souvent de nombreuses variétés (forme de biodiversité). Cette diversité résulte de mutations dans des gènes particuliers. L'étude des génomes montre un appauvrissement global de la diversité allélique lors de la domestication. La perte de certaines caractéristiques des plantes sauvages (comme des défenses chimiques ou des capacités de dissémination) et l'extension de leur culture favorisent le développement des maladies infectieuses végétales. Ces fragilités doivent être compensées par des pratiques culturelles spécifiques. L'exploitation des ressources génétiques (historiques ou sauvages si elles existent) permet d'envisager de nouvelles méthodes de cultures (réduction de l'usage des intrants, limitation des ravageurs par lutte biologique).

La domestication des plantes, menée dans différentes régions du monde, a eu des conséquences importantes dans l'histoire des populations humaines. Elle a contribué à la sélection de caractères génétiques humains spécifiques.



### Objectifs et compétences associées :

Les élèves comprennent comment l'humanité a domestiqué des espèces végétales variées afin d'optimiser leurs caractéristiques (rendement, facilité de récolte...) au détriment de leur diversité génétique initiale et de leur capacité à se reproduire sans l'intervention humaine.

De manière réciproque, les élèves comprennent que la domestication végétale a aussi eu une influence sur l'humanité en étudiant un exemple où l'évolution culturelle du régime alimentaire a entraîné une évolution biologique de populations humaines.

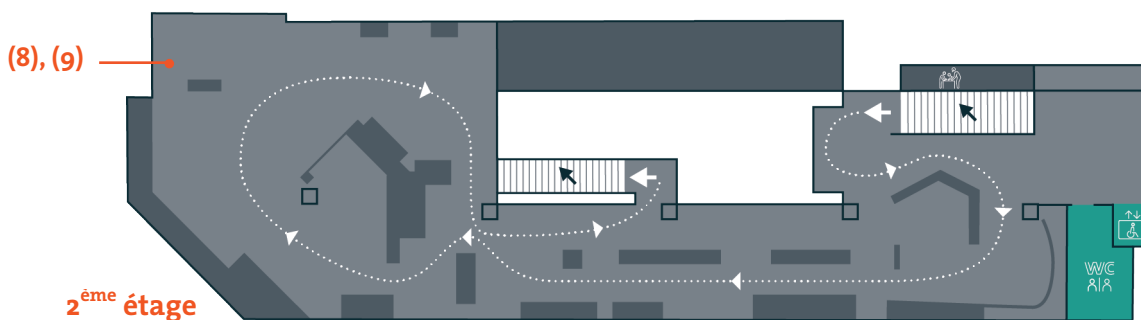
### Précisions :

Il s'agit de distinguer différentes modalités d'action humaine sur le génome des plantes cultivées. Des plantes alimentaires sont étudiées comme exemples, sans visée d'exhaustivité.

### Niveaux/sections du MOBE concernés :

2<sup>ème</sup> étage

Section « Qu'est-ce qu'une espèce ? »



### **Panneaux utilisables au 2<sup>ème</sup> étage :**

#### **(8) Qu'est-ce qu'une espèce ?**

- Définition de la notion d'espèce et ses limites
- Hybridation avec l'exemple chez les plantes

#### **(9) Domestication**

- Sélection artificielle et domestication
- Races et variétés

### **Activités possibles :**

- *Comparer une plante cultivée et des populations naturelles voisines présentant un phénotype sauvage.*
- *Identifier la diversité biologique de certaines plantes cultivées (tomate, chou, pomme de terre par exemple). Identifier des caractères favorisés par la domestication (taille, rendement de croissance, nombre des graines, précocité, déhiscence, couleur...).*
- *Recenser, extraire et organiser des informations sur des exemples d'utilisation de biotechnologies pour créer de nouvelles variétés : transgénèse, édition génomique...*





## THEME 3 : UNE HISTOIRE DU VIVANT

### La biodiversité et son évolution

#### Connaissances associées :

Évaluer la biodiversité à différentes échelles spatiales et temporelles représente un enjeu majeur pour comprendre sa dynamique et les conséquences des actions humaines. Les populations évoluent au cours du temps.

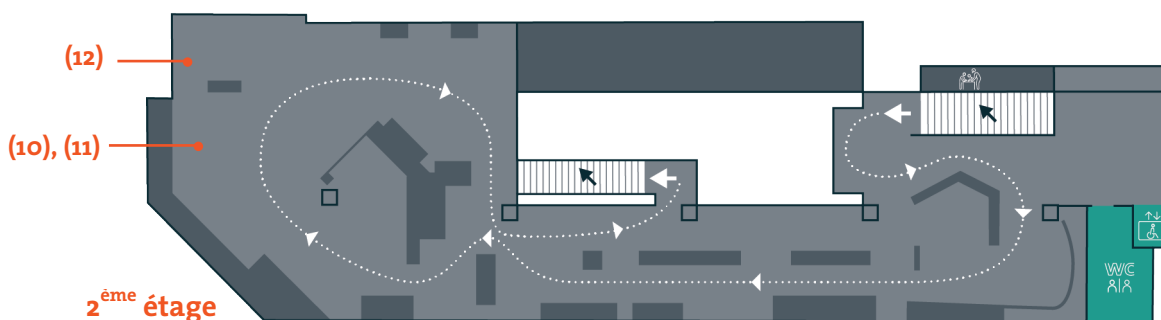
Il existe sur Terre un grand nombre d'espèces dont seule une faible proportion est effectivement connue. La biodiversité se mesure par des techniques d'échantillonnage (spécimens ou ADN) qui permettent d'estimer le nombre d'espèces (richesse spécifique) dans différents milieux. Les composantes de la biodiversité peuvent aussi être décrites par l'abondance (nombre d'individus) d'une population, d'une espèce ou d'un plus grand taxon.

Il existe plusieurs méthodes permettant d'estimer un effectif à partir d'échantillons. La méthode de « capture-marquage-recapture » repose sur des calculs effectués sur un échantillon.

#### Niveaux/sections du MOBE concernés :

##### 2<sup>ème</sup> étage

##### Section « Un réseau vivant »



#### Panneaux utilisables au 2<sup>ème</sup> étage :

##### (10) Un réseau vivant

- Savoir représenter un réseau d'interactions biotiques afin de mettre en évidence sa structure (liens) et sa richesse.
- Description brève des différents niveaux de biodiversité
- Notion de réseau dynamique
- Iconographie présentant les différents niveaux

#### Activités possibles :

- *Etude de différents écosystèmes (possibilité de se rendre au 3<sup>ème</sup> étage pour étudier les caractéristiques des écosystèmes de la région).*



### (11) Diversité des espèces

- Définition de la richesse spécifique
- Notion de répartition inégale avec iconographie : carte montrant variation de la diversité des espèces en fonction de la latitude
- Exploiter des données obtenues au cours d'une sortie de terrain ou d'explorations scientifiques (historiques et/ou actuelles) pour estimer la biodiversité (richesse spécifique et/ou abondance relative de chaque taxon).

#### Activités possibles :

- *Comparaison de la diversité spécifique de deux écosystèmes différents au 3<sup>ème</sup> étage.*
- *Réaliser une estimation chiffrée de la biodiversité actuelle pour différents groupes d'êtres vivants.*

### (12) Diversité des populations + (13) Ouvrez l'œil !

- Notion de diversité génétique

#### Activités possibles :

- *Observation et comparaison d'individus différents appartenant à la même espèce.*

## La biodiversité et son évolution

### Connaissances associées :

La paléanthropologie construit un récit scientifique de nos origines à partir des archives fossiles. La phylogénie permet d'étudier les relations de parenté entre les espèces actuelles et fossiles d'Homínides.

L'espèce humaine actuelle (*Homo sapiens*) fait partie du groupe des primates et est plus particulièrement apparentée aux grands singes avec lesquels elle partage des caractères morpho-anatomiques et des similitudes génétiques.

Aussi, elle partage le plus récent ancêtre commun.

Des arguments scientifiques issus de l'analyse comparée de fossiles permettent de reconstituer l'histoire de nos origines.

L'étude de fossiles datés de 3 à 7 millions d'années montre des innovations caractéristiques de la lignée humaine (bipédie prolongée, forme de la mandibule).

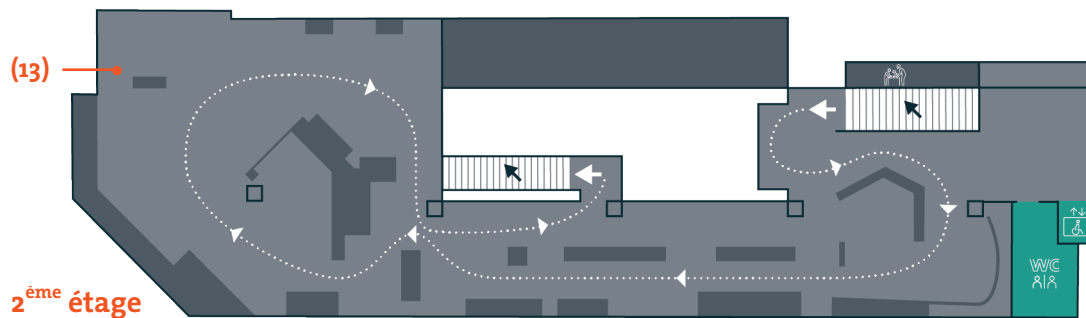
Le genre *Homo* regroupe l'espèce humaine actuelle et des espèces fossiles qui se caractérisent notamment par le développement de la capacité crânienne. Plusieurs espèces humaines ont cohabité sur Terre.



Niveaux/sections du MOBE concernés :

2<sup>ème</sup> étage

Section « Qu'est-ce qu'une espèce ? »



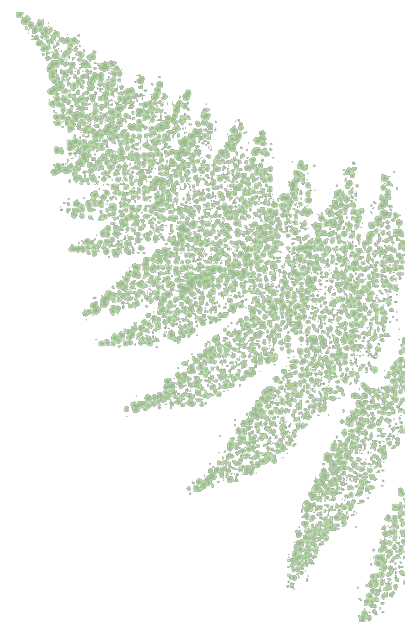
**Panneaux utilisables au 2<sup>ème</sup> étage :**

**(13) Ouvrez l'œil ! + Une seule espèce humaine + Pourquoi classer ?**

- Variabilité intraspécifique
- Dimorphisme sexuel
- Études de crâne (humains et canidés)

**Activités possibles :**

- *Analyser des matrices de comparaison de caractères morpho-anatomiques résultant d'innovations évolutives afin d'établir des liens de parenté et de construire un arbre phylogénétique.*
- *Positionner quelques espèces fossiles dans un arbre phylogénétique, à partir de l'étude de caractères.*
- *Analyser des arguments scientifiques qui ont permis de préciser la parenté de Homo sapiens avec les autres Homo, et notamment la parenté éventuelle avec les Néandertaliens ou les Dénisoviens*



## ANNEXES

### 2<sup>ème</sup> étage



Choisir un partenaire : sélection sexuelle



Les niveaux de biodiversité : écosystème, espèce, population







**Notions d'espèce : définition, diversité intraspécifique, domestication**



**Mécanismes de l'évolution : brassage génétique, sélection naturelle, spéciation**

