

T1-A Génétique et évolution

La reproduction sexuée forme des génomes individuels et contribue à la diversification du vivant, aux côtés d'autres processus génétiques et non génétiques. L'hérédité n'est pas exclusivement liée à l'ADN.

T1-A-1 L'origine du génotype des individus

T1-A-1a La conservation des génomes : stabilité génétique et évolution clonale

La succession de mitoses produit un **clone cellulaire**, 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. **(Belin pp 32-35)**

T1-A-1b Le brassage des génomes à chaque génération : la reproduction sexuée des eucaryotes

La **fécondation entre gamètes haploïdes** rassemble, dans une même cellule diploïde (œuf=zygote), 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. (Belin 2020 pp 38-39)**

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.

T1-A-1c Comprendre les résultats de la reproduction sexuée : principes de base de la génétique (Belin pp 36-37, définitions et lois de Mendel)

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. (2 max en TSVT)

Dans le cas de l'espèce humaine **(Belin 2020 pp 40-41)**, 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 (arbres généalogiques)**.

Le développement des techniques de séquençage de l'ADN et les progrès de la bio-informatique 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 (**recherche de corrélations allèle / caractère, l'allèle n'est pas nécessairement génique peut être un marqueur nucléotidique dans une portion non-codante**).

T1-A-1d Les accidents génétiques de la méiose (Belin 2020 pp 42-43)

Des **anomalies peuvent survenir au cours de la méiose** :

crossing-over inégal ; migrations anormales de chromatides au cours des divisions de méiose...

Ces accidents, souvent létaux, engendrent parfois une **diversification importante des génomes** et jouent un **rôle essentiel dans l'évolution biologique (familles multigéniques, barrières entre populations...)**.

Notions fondamentales : clone ; brassage génétique (combinaison d'allèles) inter- et intrachromosomique (crossing-over) lors de la méiose ; diversité des gamètes ; stabilité des caryotypes ; distinction reproduction et sexualité ; diversification génomique

- **Comprendre que la reproduction sexuée garantit l'émergence de nouveaux génomes chez les êtres vivants, en tolérant des erreurs (qui deviennent des innovations) au sein d'espèces vivantes de plus en plus complexes à l'échelle des temps géologiques ;**

- **Acquérir** les principes de bases de l'analyse génétique sur des exemples simples.

Précisions : on s'appuie sur l'exemple de l'être humain ou sur ceux d'organismes eucaryotes modèles en génétique parmi les animaux, les plantes ou les ascomycètes (!!!). Limité à deux paires d'allèles.

T1-A2 La complexification des génomes : transferts horizontaux et endosymbioses

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).

Applications bio-technologiques : la transgénèse (OGM) dans l'exemple de l'insuline.

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.

Notions fondamentales : transferts génétiques horizontaux versus verticaux, endosymbiose, hérédité cytoplasmique, phylogénies, **applications biotechnologiques.**

Objectifs : Des mécanismes non liés à la reproduction sexuée enrichissent les génomes de tous les êtres vivants. Des mécanismes semblables trouvent des applications biotechnologiques.

Précisions : on se limite aux eubactéries. L'exemple de la transformation bactérienne est privilégié pour illustrer les transferts horizontaux ; l'existence d'autres mécanismes peut être évoquée.

Les mécanismes au niveau cytologique et moléculaire ne sont pas développés

T1-A3 L'inéluctable évolution des génomes au sein des populations (hors programme d'écrit en 2021)

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.

Notions fondamentales : mutation, sélection, dérive, évolution.

Objectifs : 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.**

Liens : SVT – classe de seconde : biodiversité ; enseignement scientifique: loi de Hardy-Weinberg.

T1-A4 D'autres mécanismes contribuent à la diversité du vivant – Grand Oral

La diversification phénotypique des êtres vivants n'est pas uniquement due à la diversification génétique.

D'autres mécanismes de diversification phénotypique:

- **associations non héréditaires** (pathogènes ou symbiotes ; **cas du microbiote acquis**) ;
- **recrutement de composants inertes** du milieu qui modulent le phénotype (constructions, parures...).
- **comportements acquis** qui peuvent être transmis d'une génération à l'autre et constituer une source de diversité : **chant des oiseaux, utilisation d'outils** dans des populations animales, **culture notamment dans les sociétés humaines.** Ces traits (caractères) sont transmis entre contemporains et de génération en génération. Ces traits **subissent une évolution** (apparition de nouveaux traits, qui peuvent être sélectionnés, contre-sélectionnés ou perdus par hasard).

Notions fondamentales : hérédité non fondée sur l'ADN, transmission et évolution culturelles.

Objectifs : Comprendre, à partir d'exemples variés, que la diversification des êtres vivants n'est pas toujours liée à une diversification génétique ou à une transmission d'ADN.

Bilans, mots clefs et schémas (le minimum) :

Belin 2020 pp 48-49

Belin 2020 pp 66-67

Belin 2020 pp 90-91

Belin 2020 pp 110-111