

Chapitre 2 - Les mécanismes de la diversification du vivant

Dans le chapitre précédent, nous avons vu comment la méiose permet la diversification au sein d'une espèce. Mais le monde vivant présente aussi une très grande diversité d'espèces différentes.

Quels sont les mécanismes conduisant à la diversification du monde vivant ?

TP 5 : La diversification du vivant

Objectif : montrer comment des mécanismes génétiques ou non permettent la diversification du monde vivant

Matériel :

- Microscope
- Lichen
- Anagène

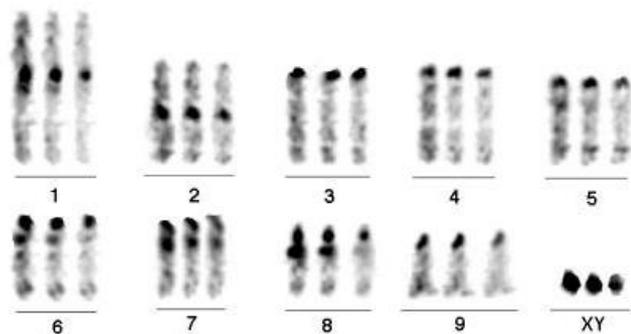
Capacités et attitudes :

- Recenser, extraire et organiser des informations
- Comparer des gènes du développement pour en identifier les homologies de séquences.
- Interpréter un changement évolutif en termes de modification du développement
- Étudier les modalités d'une modification du génome
- Étudier un exemple de diversification du vivant sans modification du génome
- Manipuler et expérimenter (Utiliser un microscope, Anagène)
- Communiquer à l'aide d'un mode de représentation (écrit)

I- Des mécanismes génétiques à l'origine de la diversification du vivant.

1- La polypléidisation

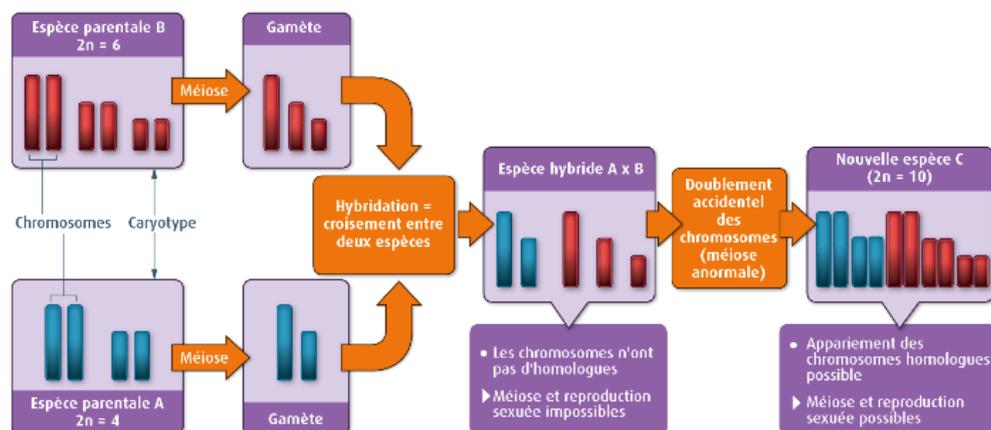
Dans la nature, on constate parfois que certains êtres vivants présentent des anomalies de pléidie sur l'ensemble du caryotype (voir caryotype de certains insectes, végétaux tels que la Rose, la Menthe, le Blé ...). Ce phénomène est assez courant et plus de 70% des Angiospermes (plantes à fleurs) seraient issus d'au moins un événement de polypléidisation.



Caryotype méiotique du Coléoptère *Adesmia montana* (Ténébrionide).

[Source : <http://www.mnhn.fr/oseb/Insularite-et-radiations>]

Souvent, ces individus polypléides proviennent d'une hybridation entre individus d'espèces proches. Néanmoins, ces hybrides sont stériles car les chromosomes ne peuvent pas s'apparier et la méiose ne peut aboutir. Cependant, dans certains cas, une méiose anormale peut conduire à un doublement du nombre de chromosomes. La cellule possède alors deux fois plus de chromosomes. C'est la polypléidisation. Les individus obtenus sont dit polypléides et sont alors fertiles. Ils permettent la formation d'une nouvelle espèce végétale qui si elle est adaptée pourra se maintenir.



2 Les hybridations chez les végétaux. Chez les végétaux, le pollen d'une espèce est fréquemment déposé sur le pistil d'une fleur d'une autre espèce. On observe ainsi occasionnellement l'apparition de plantes hybrides qui, le plus souvent, sont stériles et se maintiennent par reproduction asexuée. Parfois cependant, chez quelques individus hybrides, une méiose anormale provoque un doublement du nombre de chromosomes dans les cellules mères des gamètes: on parle de polypléidisation. Méiose et reproduction sexuée deviennent alors possibles et l'hybride a donné naissance à une nouvelle espèce.

Remarque : Si les espèces « parentales » sont suffisamment éloignées, le nouveau caryotype s'apparente à celui d'un individu diploïde $2n$ (associations des chromosomes des 2 espèces). On notera cependant que ce caryotype est issu de polypléidisation en utilisant le terme X ($2n = 4x = 10$).

2- Gènes du développement et diversification du vivant

Chez de nombreux êtres vivants, certains gènes contrôlent la mise en place du plan d'organisation, ce sont les gènes du développement. La mutation de certains de ces gènes conduit à l'apparition de structures en remplacement d'autres (ex : le mutant Antennapedia de Drosophile). Ces gènes présentent les caractéristiques suivantes :

- Leurs séquences sont très conservées (50 % entre les gènes de drosophile et de souris)
- La disposition des gènes sur les chromosomes est similaire chez les êtres vivants
- La régionalisation des gènes sur le chromosome est associée à une régionalisation de l'expression dans le temps et dans l'espace.

Malgré tout, ces gènes présentent des territoires, des chronologies et des intensités d'expression variables d'une espèce à l'autre. Ces variations se traduisent par une modification du plan d'organisation au cours du développement embryonnaire.

Ex : le gène HoxD13 de la souris et du poisson zèbre.

Ex2 : les gènes HoxC et l'absence de patte des serpents

3- Transfert de gènes et diversification du vivant

De nombreux êtres vivants possèdent la capacité d'échanger du matériel génétique avec d'autres êtres vivants. C'est notamment le cas de certains virus (rétrovirus tel que le VIH) qui sont capables d'intégrer une partie de leur génome dans celui de l'espèce qu'ils infectent.

On appelle ce phénomène, le transfert horizontal de gènes. Ces évènements sont rares mais peuvent conduire à l'acquisition de nouveaux caractères qui si ils sont avantageux conduisent à la sélection de l'individu modifié. On pense que le génome humain contient entre 5 et 8% de gènes d'origine virale.

Ex : la syncytine

Ex 2 : les transferts de gènes de résistance entre bactéries

Ex 3 : les transferts de gènes par Agrobacterium sur des plantes (OGM)

II- Mécanismes non génétiques à l'origine de la diversification du vivant.

1- Les symbioses et la diversification du vivant

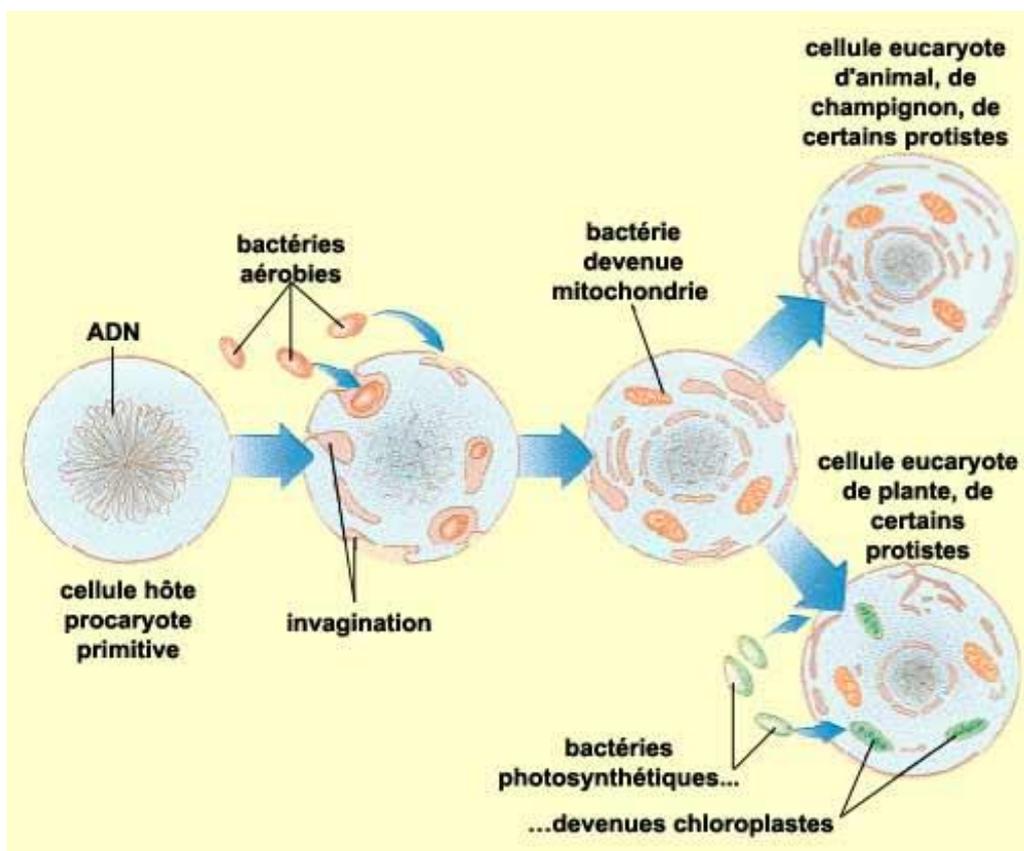
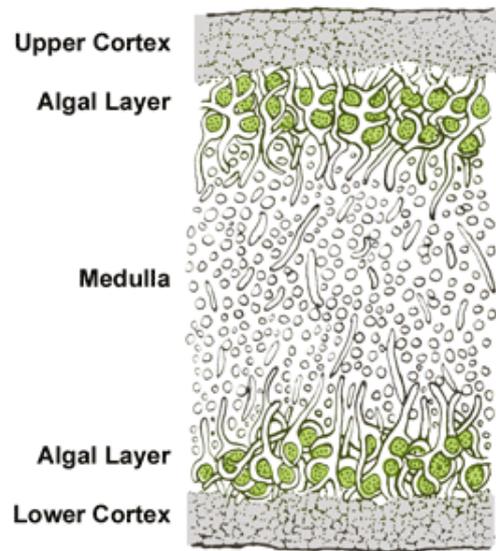
Des individus appartenant à des espèces différentes peuvent parfois vivre en association étroite. C'est la symbiose. Dans ce cas, les deux espèces tirent un bénéfice de l'association. La symbiose peut être à l'origine de nouvelles capacités pour une espèce et peut même être à l'origine d'une nouvelle espèce.

Ex1 : les lichens

Ex2 : les mycorhizes sont des associations entre des champignons et les racines des plantes. La plupart des plantes « sauvages » possèdent des mycorhizes.

Ex 3 : Les cellules eucaryotes : des symbioses ?

On pense que l'association d'une cyanobactérie photosynthétique avec une cellule eucaryote aurait conduit à l'apparition de la cellule végétale. C'est la théorie endosymbiotique qui aurait conduit à une très grande diversification du vivant. Les symbiotes sont devenus des organites et un nouveau type de cellule est apparu.



2- L'acquisition de comportements nouveaux et la diversification du vivant

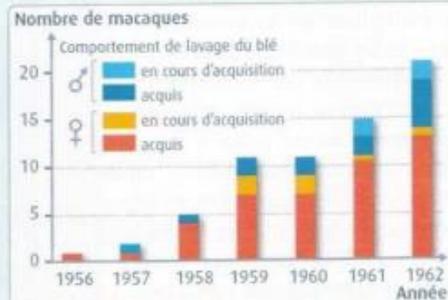
Chez les vertébrés, des comportements nouveaux se transmettent de génération en génération au sein d'une population par voie non génétique. Ceci peut conduire à la séparation de certains groupes au sein de l'espèce, voire à la formation d'une nouvelle espèce. Exemples :

- l'acquisition des chants d'oiseaux (et lien avec la reproduction)
- L'acquisition de techniques particulières (utilisation d'outils, récolte des fruits/graines, lavage des aliments, ou même dans l'espèce humaine apprentissage de l'écriture avec une préférence pour la main droite)

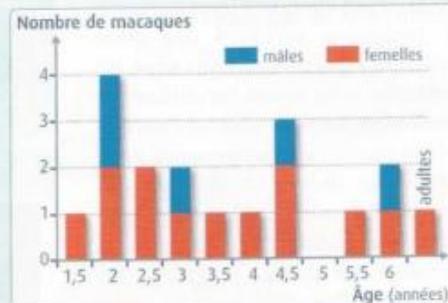
Au Japon, sur l'îlot de Koshima, une petite troupe de macaques japonais de 49 individus a été étudiée par des chercheurs dans les années 1950-1960. Ces derniers jetaient régulièrement des grains de blé sur la plage, que les macaques récoltaient un à un pour les manger. En 1956, une jeune femelle de 4 ans eut l'idée de prendre des poignées de sable et de grains mélangés, puis de les jeter dans l'eau de mer. Le sable tomba au fond de l'eau et les grains flotèrent : ces derniers étaient ainsi plus faciles à récolter. La pratique du lavage des grains blés s'est peu à peu répandue dans la population. Les chercheurs ont étudié les modalités de la transmission de ce nouveau comportement, observé dans aucune autre population de macaques japonais.



Récolte des grains (gauche) et lavage du blé (droite).



Nombre d'individus ayant appris le comportement de lavage du blé entre 1956 et 1962.



Âge d'acquisition du comportement de lavage du blé.

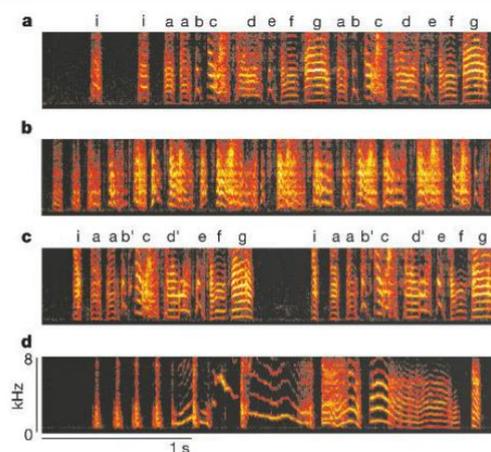
1 L'étude de la transmission d'un nouveau comportement dans une population de macaques japonais.



Le chant du Diamant mandarin est caractérisé par des séries de sons rapidement répétés, chaque série étant séparée de la suivante par un bref silence. Chaque série de sons forme un motif caractérisé par sa durée d'une part, le nombre et la fréquence des sons qui le constituent d'autre part. Un même motif peut se trouver répété dans une « phrase ».

Par exemple, l'enregistrement (a) ci-contre est constitué de 17 séries (en orange) séparées par de très courts silences (en noir). Les séries identiques sont identifiées par la même lettre. Les quatre enregistrements ci-contre ont été obtenus dans les conditions suivantes :

- a : Chant d'un Diamant mandarin adulte au moment où il a été capturé.
- b : Chant d'un Diamant mandarin élevé en présence de l'adulte (a), enregistré au plus jeune âge.



- c : Chant du même Diamant mandarin (b), enregistré à l'âge adulte.
- d : Chant d'un Diamant mandarin adulte, élevé isolément de ses congénères.

