

# Innovation génétique & Évolution



FORMATION  
CONTINUE

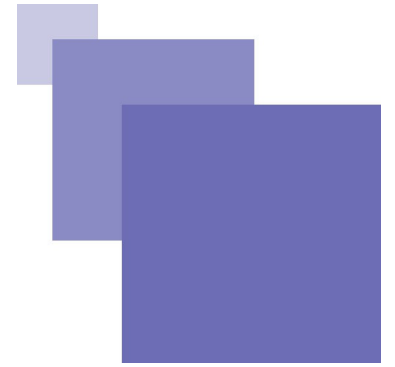
**MME ELISABETH PLANCHET**  
SUN - E-PÉDAGOGIE (MÉDIATISATION)

# Table des matières



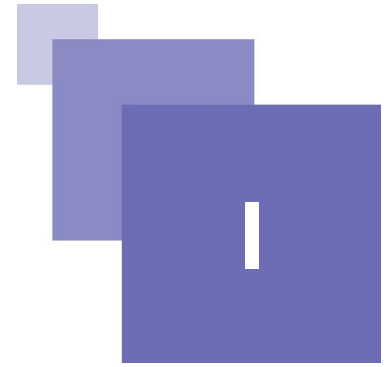
<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>I - I - Enrichissement du génome via les innovations génétiques</b>	<b>7</b>
A. A. Mécanismes de l'enrichissement du génome.....	7
B. B. Notions de famille multigénique.....	8
<b>II - II - Innovations génétiques &amp; Évolution des espèces</b>	<b>11</b>
A. A. L'avantage sélectif et la sélection naturelle.....	11
B. B. Avantage ou désavantage sélectif : une notion relative.....	13
C. C. La dérive génétique, le jeu du hasard.....	15
D. D. La spéciation, apparition d'une nouvelle espèce.....	16
E. E. Mutations, Chronologie du développement & Evolution.....	17
<b>III - III - Parenté entre êtres vivants &amp; Evolution biologique</b>	<b>21</b>
A. A. Des liens de parenté établis au sein des Vertébrés.....	21
B. B. Établissement de phylogénies.....	24
1. 1. La représentation des relations de parenté.....	25
2. 2. Caractéristiques d'une phylogénie.....	26
C. C. La lignée humaine.....	27
1. 1. Place de l'Homme dans le règne animal.....	28
2. 2. Caractéristiques du dernier ancêtre commun à l'Homme et aux Chimpanzés.....	30
3. 3. Les états dérivés propres à l'Homme.....	30

# Introduction



Une modification du génotype, qui peut affecter le phénotype de manière héréditaire, est à la base de la modification des espèces. Lorsque la somme des mutations a des conséquences sensibles sur les caractères définissant une espèce, on parle alors d'**innovation génétique**. C'est l'accumulation des mutations au cours du temps qui est responsable de la diversité des phénotypes aujourd'hui constatée dans le monde vivant et qui peut amener les génomes à fortement diverger au cours de l'évolution. Ces innovations génétiques sont à l'origine de la diversité et de la complexité des génomes.

# I - Enrichissement du génome via les innovations génétiques



A. Mécanismes de l'enrichissement du génome	7
B. Notions de famille multigénique	8

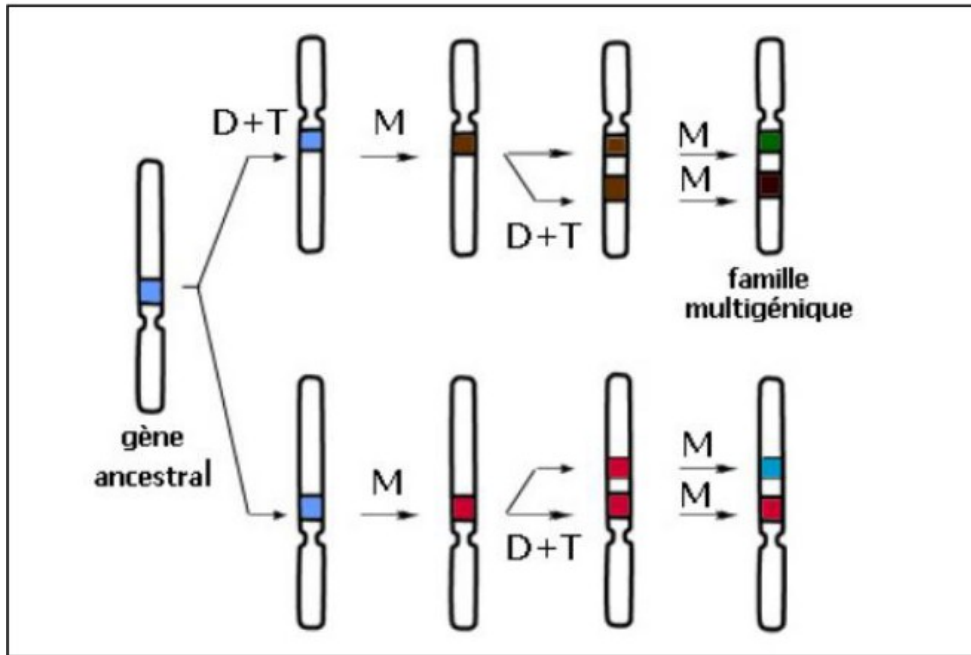
## A. A. Mécanismes de l'enrichissement du génome



Les mutations ponctuelles ne sont pas les seules modifications spontanées des séquences d'ADN. Il peut se produire aussi des **mutations étendues** impliquant des séquences plus ou moins longues en nucléotides.

Dans certaines conditions, la séquence entière d'un gène peut se recopier à l'identique (de une à plusieurs fois) et s'insérer juste devant ou derrière le gène initial, provoquant un **dédoublement** de la séquence d'origine : on parle dans un tel cas de **duplication** du gène pour signifier que l'organisme hérite d'un deuxième exemplaire d'un gène situé à un autre locus.

De telles séquences ainsi dupliquées peuvent aussi **se déplacer** dans le génome (insertion sur un autre chromosome), provoquant des mutations dites par **transposition**. Ces nouvelles copies du gène obtenues pourront ensuite subir des **mutations ponctuelles** de façon indépendante et coder pour des protéines qui pourront être pourvues de **nouvelles fonctions**. La duplication/transposition génique permet ainsi d'enrichir le génome par apparition de nouveaux gènes et représente donc un mécanisme essentiel de la complexification du génome.



Exemples de mécanisme de duplication-transposition/mutation d'un gène.  
 D = duplication ; T = Transposition d'un duplicata ; M=mutation ponctuelle

## B. B. Notions de famille multigénique



L'étude du génome d'une espèce révèle des similitudes de séquence entre gènes mais codant pour des protéines différentes : ce sont des **familles de gènes**, dite **famille multigénique**. Ces ressemblances s'expliquent par des mutations qui ont affecté des copies d'un même gène, gène dit **ancestral**.

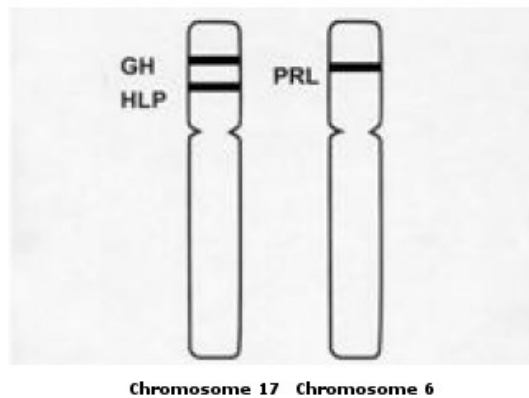
La plupart des mutations sont plus ou moins nuisibles au bon fonctionnement de l'organisme. Cependant, au fur et à mesure de l'accumulation de ces mutations, de **nouvelles fonctions** peuvent voir le jour parmi les protéines codées par certains membres d'une famille de gènes. C'est ce qui permet l'évolution des organismes au cours du temps. Le nombre de familles de gènes dans un génome tel que celui de l'Homme n'est pas encore connu mais il apparaît aujourd'hui que la grande part de la diversité du génome humain résulte de duplications.

C'est le cas par exemple de trois hormones chez l'Homme dont les fonctions sont différentes mais dont on a pu constater que les gènes correspondants étaient très étroitement apparentés. Ces trois gènes auraient divergé par accumulation de mutations sur des copies obtenues par duplication et transposition d'un seul gène ancestral. Ce mécanisme de duplication/transposition -mutation indépendante peut se reproduire plusieurs fois, produisant finalement les différents gènes d'une famille multigénique.

	GH		HLP		PRL	
<b>Nom Complet</b>	Hormone croissance	de	Hormone lactogène placentaire		Prolactine	
<b>Rôle dans l'espèce humaine</b>	Stimule la croissance cellulaire et	le	Stimule le développement des glandes		Stimule la production de lait après	

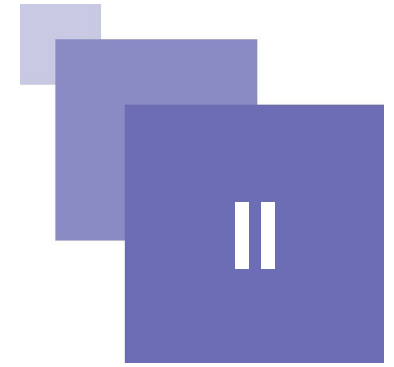
	<b>GH</b>	<b>HLP</b>	<b>PRL</b>
	développement	mammaires pendant la grossesse	l'accouchement
<b>Fabriquée par</b>	Hypophyse	Placenta	Hypophyse
<b>Distribution chez les vertébrés</b>	Tous les vertébrés possèdent une hormone de croissance	Présente uniquement chez les mammifères placentaires	Présente chez tous les vertébrés mais avec des rôles variés
<b>Codée par</b>	Un gène situé sur le chromosome 17	Deux gènes (HPL1 et HPL2) situés sur le chromosome 17 Les 2 protéines fabriquées ont la même fonction	Un gène situé sur le chromosome 6

**Localisation chromosomique des 3 gènes**



*Fonctions différentes de trois hormones appartenant à une même famille de gènes, et leurs localisations chromosomiques.*

# II - Innovations génétiques & Évolution des espèces



A. L'avantage sélectif et la sélection naturelle	11
B. Avantage ou désavantage sélectif : une notion relative	13
C. La dérive génétique, le jeu du hasard	15
D. La spéciation, apparition d'une nouvelle espèce	16
E. Mutations, Chronologie du développement & Evolution	17

Les innovations génétiques apparaissent chez les individus, et la reproduction sexuée assure leur transmission de génération en génération au sein des populations.

- **Comment cette transmission peut-elle être responsable de l'évolution des espèces ?**

## A. A. L'avantage sélectif et la sélection naturelle



Parmi les innovations génétiques, beaucoup sont **défavorables** : leurs conséquences phénotypiques présentent un handicap pour l'individu qui en hérite. Les mutations défavorables ont naturellement tendance à être éliminées (les individus qui en héritent survivent plus difficilement et se reproduisent moins).

Inversement, certaines innovations peuvent au contraire se révéler **avantageuses** : selon l'environnement, les individus qui les portent ont une plus grande probabilité de parvenir à la maturité sexuelle et de se reproduire. Ces individus qui portent ces mutations leur conférant un **avantage sélectif** ont ainsi tendance à se **répandre dans la population** (= ensemble d'individus de la même espèce, habitant un même espace). C'est ce qu'on appelle la **sélection naturelle**. Une innovation génétique est donc soumise au crible de l'environnement.

Cette théorie de la sélection naturelle avait été proposée par **Darwin** dans son livre intitulé « Origine des espèces » concernant les mécanismes de l'évolution. Elle repose sur une idée phare selon laquelle certains individus sont sélectionnés à chaque génération par le milieu qui les environne. Cette théorie, toujours actuelle,

permet notamment d'expliquer la finesse des adaptations que présentent beaucoup d'organismes dans leur milieu naturel.



### Exemple : Le mélanisme industriel

L'évolution des Phalènes sombres est l'aboutissement d'un double mécanisme.

- un mécanisme **aléatoire** de mutations de gènes responsables de la couleur : il a permis l'apparition d'individus sombres.
- un mécanisme **orienté**, la sélection naturelle, qui a favorisé, au cours des générations successives, la transmission des allèles à l'origine de la couleur sombre et permis ainsi une adaptation au milieu de vie.

Papillons	Clairs	Sombres
<b>Région industrielle de Birmingham</b>		
nombre de papillons lâchés	64	154
nombre de papillons recapturés	16	82
<b>Région rurale de Dorset</b>		
nombre de papillons lâchés	393	406
nombre de papillons recapturés	54	19

#### Evolutions des populations de la phalène du bouleau

Un ensemble d'expériences a permis d'identifier des facteurs susceptibles d'expliquer l'évolution des populations de phalènes, papillons de nuit se reposant le jour sur les troncs des bouleaux.

Des formes claires et sombres sont lâchées dans deux régions, une région industrielle où la pollution noircit troncs et murs (du fait des dépôts polluants) et une région rurale où prédominent des arbres aux troncs clairs.

Plus la teinte des papillons contraste avec celle de leurs supports (troncs) et mieux ils sont repérés par les oiseaux insectivores et vice-versa. Le noircissement des arbres en région industrielle a entraîné le camouflage des papillons sombres et rendu plus visible ceux de la variété claire. L'industrialisation a entraîné l'évolution de la population de Phalènes de la variété claire vers la variété sombre. Sous l'action du milieu, les allèles des gènes à l'origine de la couleur sombre ont été préférentiellement transmis aux générations successives. Le résultat est un changement dans la population de Phalènes représentant une adaptation aux changements du milieu.

*Évolution des populations de la phalène du bouleau*

## B. B. Avantage ou désavantage sélectif : une notion relative



Les mutations favorables ont une grande probabilité de se répandre dans la population, du fait de l'avantage sélectif qu'elles confèrent aux individus qui les portent. Cependant, la notion d'avantage se réfère toujours à un contexte environnemental précis. Un allèle qui présente un avantage, à un certain moment et dans un milieu donné, peut se révéler désavantageux dans d'autres circonstances, et vice-versa. Ainsi, la fréquence des allèles n'est donc pas la même dans les populations vivant dans des environnements différents, et elle est susceptible d'évoluer.





### Exemple : Corrélation entre paludisme et fréquence de l'allèle HbS

Dans les populations où sévit le paludisme, les individus homozygotes pour l'allèle HbS (responsable de la drépanocytose) meurent jeunes suite à une anémie. Les homozygotes pour l'allèle HbA sont sensibles au paludisme et risquent d'en mourir. En revanche, les individus hétérozygotes présentent une légère anémie (sans risque vital) et résistent au paludisme. On explique ce succès grâce au fait que l'allèle HbS confère aux hétérozygotes une meilleure résistance au paludisme.

L'allèle HbS est donc soumis à des contraintes sélectives opposées. L'avantage sélectif des hétérozygotes dans les milieux où sévit le paludisme maintient dans ces régions un niveau relativement élevé la fréquence allélique HbS, du fait qu'ils ont plus de chance que les homozygotes d'atteindre l'âge adulte et de se reproduire. En transmettant leur patrimoine génétique à leurs descendants, ils favorisent la propagation de l'allèle HbS dans la population, c'est ce qu'on appelle le **polymorphisme équilibré**. Les conditions du milieu et le jeu de la sélection naturelle contribuent donc à conserver ces allèles au sein des populations.

**NB** : Le paludisme est une maladie à l'issue souvent fatale, causée par un parasite qui se développe dans le sang et infecte les globules rouges. Cette maladie est l'un des principaux fléaux mondiaux, tuant chaque année entre 1,5 et 2,5 millions de personnes (dont un million d'enfants de moins de 5 ans).

## C. C. La dérive génétique, le jeu du hasard



La sélection naturelle apparaît comme un moteur de l'évolution des génomes grâce notamment aux mutations conférant un avantage sélectif aux individus qui en bénéficient. Ceci ne prouve cependant pas qu'un tel mécanisme soit responsable de l'ensemble des mutations accumulées au cours du temps. Il existe aussi une variabilité génétique sans avantage sélectif particulier, la **dérive génétique**.

La **dérive génétique** est une modification aléatoire de la fréquence d'un allèle dans une population. Cette modification n'est pas due à la sélection naturelle mais seulement à l'effet du hasard.

Cette dérive génétique peut s'expliquer par le fait que la proportion des allèles pour un gène varie à chaque génération, selon évidemment l'efficacité de la reproduction des individus qui les portent. Chacun de ces allèles a autant de chance qu'un autre d'être transmis à la génération suivante. Pourtant, par le jeu du hasard, la distribution des allèles à chaque génération peut varier.

## D. D. La spéciation, apparition d'une nouvelle espèce



Une **espèce** est définie comme étant une population d'individus isolés génétiquement des autres populations qui dure un temps défini. Si l'ensemble des individus d'une même espèce disparaît, on parle d'**extinction**. Il se peut que deux populations d'une même espèce s'individualise, alors une espèce supplémentaire apparaît, c'est la **spéciation**. Cet événement est dû à l'apparition d'un **isolement reproductif** entre deux populations géographiquement isolées ou non.

## E. E. Mutations, Chronologie du développement & Evolution



Le développement embryonnaire permet de former un organisme pluricellulaire organisé et fonctionnel à partir d'une cellule-œuf unique. Le contrôle du développement est contrôlé par des gènes du développement dit **homéotiques**. Une mutation ponctuelle affectant ces gènes homéotiques peut ainsi modifier le plan d'organisation d'une espèce et engendrer une modification importante de la durée ou de la vitesse du développement. Cette modification peut ainsi entraîner un impact évolutif considérable. Cette modification de la chronologie du développement est appelée **hétérochronie**.

Les gènes de l'Homme et du chimpanzé sont identiques à 98.5%. Pourtant, même si ces deux espèces sont proches, la morphologie et les aptitudes de l'Homme et du chimpanzé sont nettement différentes. Ces différences sont la conséquence de mutations d'un faible nombre de gènes du développement entraînant l'apparition de caractères fondamentaux de l'espèce.



### Exemple : Développement comparé des crânes du Chimpanzé et de l'Homme

La durée du développement embryonnaire du système nerveux central chez l'homme est plus longue, ce qui se traduit par une multiplication du nombre de neurones.

La phase juvénile chez le chimpanzé est plus rapide, entraînant par conséquent un déplacement du trou occipital vers l'arrière, déplacement responsable de la quadrupédie.

Chez l'homme, le prolongement de cette phase juvénile bloque le trou occipital à la base du crâne et empêche l'apparition des caractères typiques du

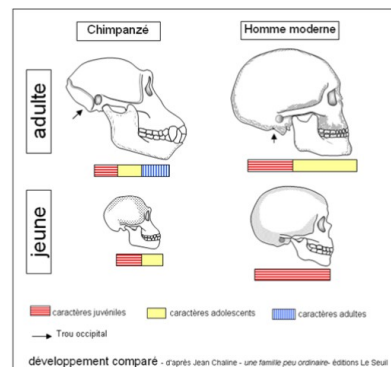
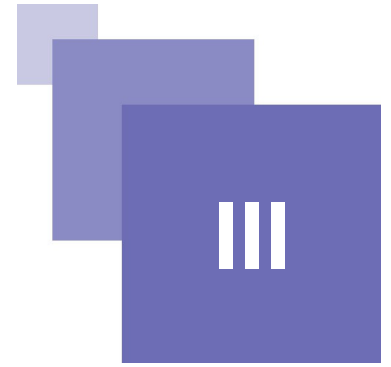


Image 1 Développement comparé des crânes du chimpanzé et de l'Homme

# III - Parenté entre êtres vivants & Evolution biologique



A. Des liens de parenté établis au sein des Vertébrés	21
B. Établissement de phylogénies	24
C. La lignée humaine	27

L'évolution biologique correspond à l'ensemble des transformations qui affectent le monde vivant et déterminent sa diversification. La **grande diversité** apparente entre les êtres vivants (environ 2 à 10 millions d'espèces différentes sur la Terre) qui s'est réalisée au cours de temps géologiques ne peut s'expliquer que par l'**évolution**.

Cette évolution des êtres vivants fait intervenir de multiples facteurs à la fois biologiques et géologiques. La théorie de l'évolution, proposée par le naturaliste Charles Darwin (1809-1882) dans son « Origine des Espèces », suppose que les espèces se modifient au cours du temps indépendamment les unes des autres et en accord avec les modifications du milieu. Ceci permet de concilier que malgré cette diversité, **tous les êtres vivants ont une origine commune** (universalité de la structure cellulaire et universalité du support de l'information génétique (ADN) et des modalités de l'expression des gènes *via* le code génétique), et ils sont donc tous **parents**.

## A. A. Des liens de parenté établis au sein des Vertébrés



L'unité structurale et fonctionnelle retrouvée entre les êtres vivants à toutes les échelles (de la molécule à l'organisme) est due à la constance de certains caractères hérités d'un ancêtre commun, dont l'âge est estimé approximativement à 3.5 milliards d'années. En plus de cette unité structurale, l'unité du plan

d'organisation des Vertébrés (caractérisés par l'existence d'un squelette interne formant un crâne et des vertèbres) suggère une parenté plus étroite entre ces organismes qu'avec d'autres êtres vivants.

La recherche des liens de parenté se fonde sur la comparaison de caractères hérités d'un ancêtre commun. Ainsi, l'**homologie** définit la ressemblance héritée d'un ancêtre commun. Chez cet ancêtre, une transformation évolutive s'est produite modifiant ainsi un caractère qui existait déjà. Entre deux espèces, on considère que plus le caractère en question est transformé et plus loin remonte leur parenté dans l'histoire.

- L'état **ancestral** (ou **primitif**) d'un caractère est l'état sous lequel se trouvait le caractère chez l'ancêtre commun aux deux organismes que l'on compare. La difficulté pour le retrouver est que l'ancêtre en question n'est jamais accessible à l'étude (il est mort depuis très longtemps!) : c'est donc en comparant des organismes dont on sait a priori qu'ils sont de lointains parents que l'on décrète l'existence des états ancestraux de caractères.
- L'état **dérivé** (ou **évolué**) d'un caractère est l'**état modifié** d'un caractère ancestral : il marque une étape chronologique dans l'évolution de l'organisme. Seul le partage d'états dérivés des caractères témoigne d'une étroite parenté. Par exemple chez les oiseaux, la plume est un état dérivé du caractère phanère, l'écaille un état ancestral.

Des liens de parenté entre organismes peuvent être ainsi établis à partir de la comparaison de caractères homologues à différentes échelles d'observation qui sont :

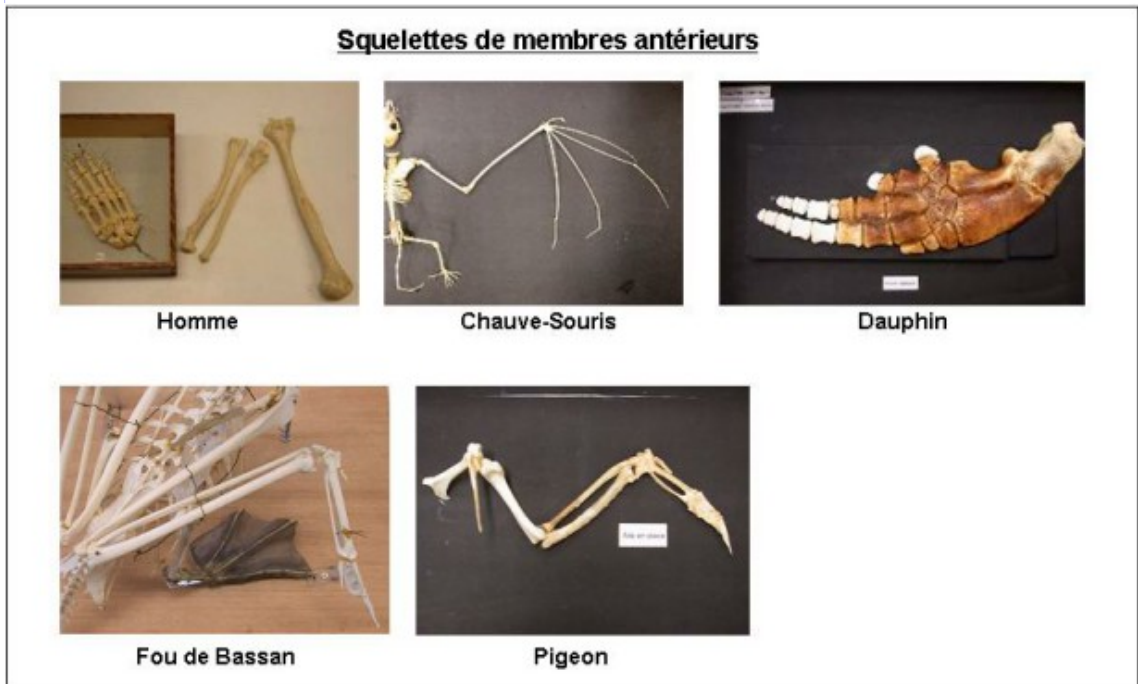
- **Morphologiques / Anatomiques** : aspect de la peau (plumes, écailles, poils), plan d'organisation d'un membre...



### Exemple

Le membre antérieur de l'Homme possède trois grandes parties (main, avant bras et bras) : l'avant bras est constitué de deux os (cubitus et radius), le bras d'un seul os (humérus). Malgré des formes et des fonctions différentes chez ces différents vertébrés, le membre antérieur est construit de la même manière et placé de la même façon dans l'organisme. Un tel caractère est qualifié d'homologue chez ces animaux. Ils possèdent un ancêtre commun chez lequel existait un membre antérieur construit sur le même plan.

Le membre antérieur du Dauphin, de la Chauve-Souris et de l'Homme possèdent 5 doigts tandis que le Fou de Bassan n'en possède que 3. La possession de 5 doigts est très répandue chez les vertébrés, c'est un état ancestral du caractère « nombre de doigts ». La perte de 2 doigts au cours de l'évolution est un état dérivé de caractère qui est partagé par tous les oiseaux, ce qui est le cas du pigeon et du Fou de Bassan.



*Recherche des états ancestraux et dérivés chez le membre antérieur de 5 vertébrés tétrapodes (présence de doigts)*



- **Embryonnaires** : présence ou non d'un amnios (= enveloppe se formant au début du développement embryonnaire et délimitant un sac rempli de liquide dans lequel se développe l'embryon puis le fœtus).

Poisson (roussette)	Amphibien (salamandre)	Reptile (tortue)	Oiseau (poule)	Homme	
					<b>plusieurs jours</b>
					<b>plusieurs semaines</b>

*Embryons de Vertébrés*

- **Moléculaires** : La comparaison des séquences nucléotidiques des ADN et des ARN, et/ou protéiques permet de conforter ou de remettre en cause des relations de parenté établies à partir de données de nature différente (anatomique, morphologique...), mais aussi de préciser des parentés entre des organismes éloignés, ou au contraire très proches. Les différences entre les molécules de deux espèces sont d'autant moins nombreuses que leur degré de parenté est élevé.

N° d'ordre de l'AA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Vertébré</b>																									
<b>Homme</b>	G	L	S	D	G	E	W	Q	L	V	L	N	V	W	G	K	V	E	A	D	I	P	G	H	G
<b>Manchot</b>	G	L	N	D	Q	E	W	Q	Q	V	L	T	M	W	G	K	V	E	S	D	L	A	G	H	G
<b>Chimpanzé</b>	G	L	S	D	G	E	W	Q	L	V	L	N	V	W	G	K	V	E	A	D	I	P	G	H	G
<b>Tortue</b>	G	L	S	D	D	E	W	N	H	V	L	G	I	W	A	K	V	E	P	D	L	T	A	H	G
<b>Kangourou</b>	G	L	S	D	G	E	W	Q	L	V	L	N	I	W	G	K	V	E	T	D	I	G	G	H	G

Séquence partielle de la myoglobine chez 5 Vertébrés (25 premiers acides aminés sur les 153)

## B. B. Établissement de phylogénies



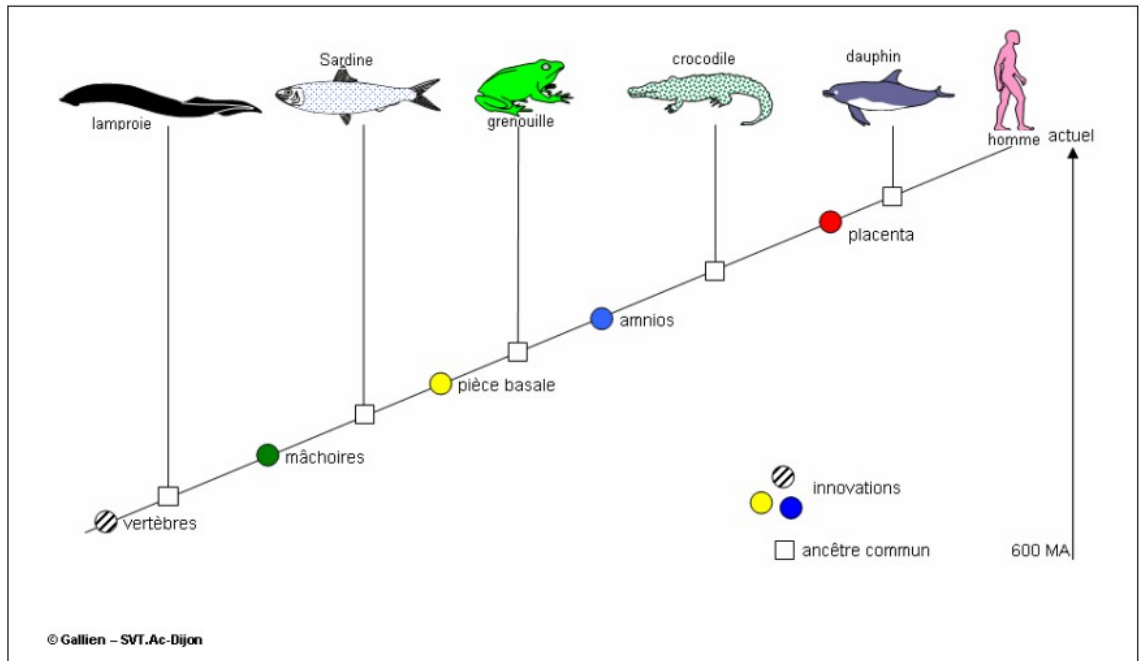
La **phylogénèse** a pour but de reconstruire l'histoire évolutive des être vivants. Dans le cadre de la théorie de l'évolution, tous les êtres vivants sont parents et il s'agit de retrouver leurs liens de parenté, à la manière d'un généalogiste, mais sur une échelle de temps beaucoup plus grande. Pour cela, on ne dispose que de l'étude et de la comparaison des caractères homologues, qu'ils héritent de leurs ancêtres selon les règles de la génétique.

### 1. 1. La représentation des relations de parenté



Une **phylogénie** traduit l'évolution des êtres vivants au cours du temps et regroupe les êtres vivants sur la base de leur parenté : les organismes les plus proches parents sont ceux qui partagent le plus grand nombre d'états dérivés de caractères, donc d'**innovations évolutives**.

Les relations de parenté peuvent être représentées sous une forme d'un **arbre phylogénétique** dans lequel les **ancêtres communs hypothétiques** sont représentés par des « nœuds ». Ainsi, chaque nœud de l'arbre est un ancêtre virtuel chez lequel est apparue une **innovation évolutive** (à la suite de mutations) qui a été ensuite transmise à l'ensemble des descendants. Cette innovation est à l'origine d'une nouvelle branche.

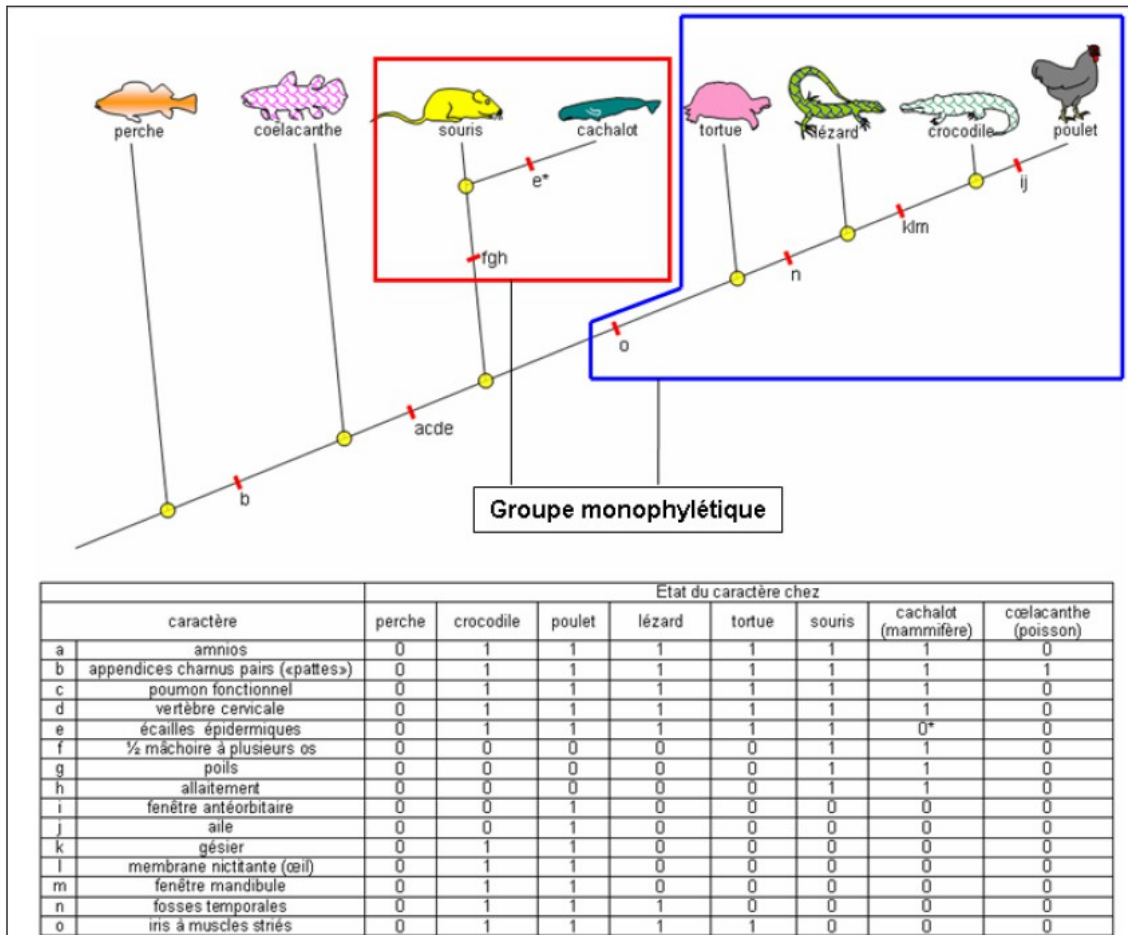


Exemple d'arbre phylogénétique de quelques vertébrés pour 5 caractères

## 2. 2. Caractéristiques d'une phylogénie



L'établissement des relations de parenté entre les organismes est issu de résultats d'observations relevés dans un tableau taxons/caractères, où est précisé, pour chaque caractère et pour chaque organisme l'état du caractère observé. Ainsi, tous les descendants d'un ancêtre « virtuel » constituent un groupe **monophylétique** (ou **clade**), s'ils partagent une même innovation évolutive héritée d'un même ancêtre commun exclusif.



Établissement de groupes monophylétiques au sein d'un arbre phylogénétique

## C. C. La lignée humaine



L'établissement de phylogénies à partir de données anatomiques, morphologiques ou moléculaires a permis de préciser que les plus proches parents de l'Homme, dans la nature actuelle, sont les Grands Singes africains (Gorilles, Bonobos, Chimpanzés). Tous les 4 appartiennent au groupe des **Hominidés** et partagent de nombreuses nouveautés évolutives, apparues successivement au cours de l'histoire de la vie.

### 1. 1. Place de l'Homme dans le règne animal

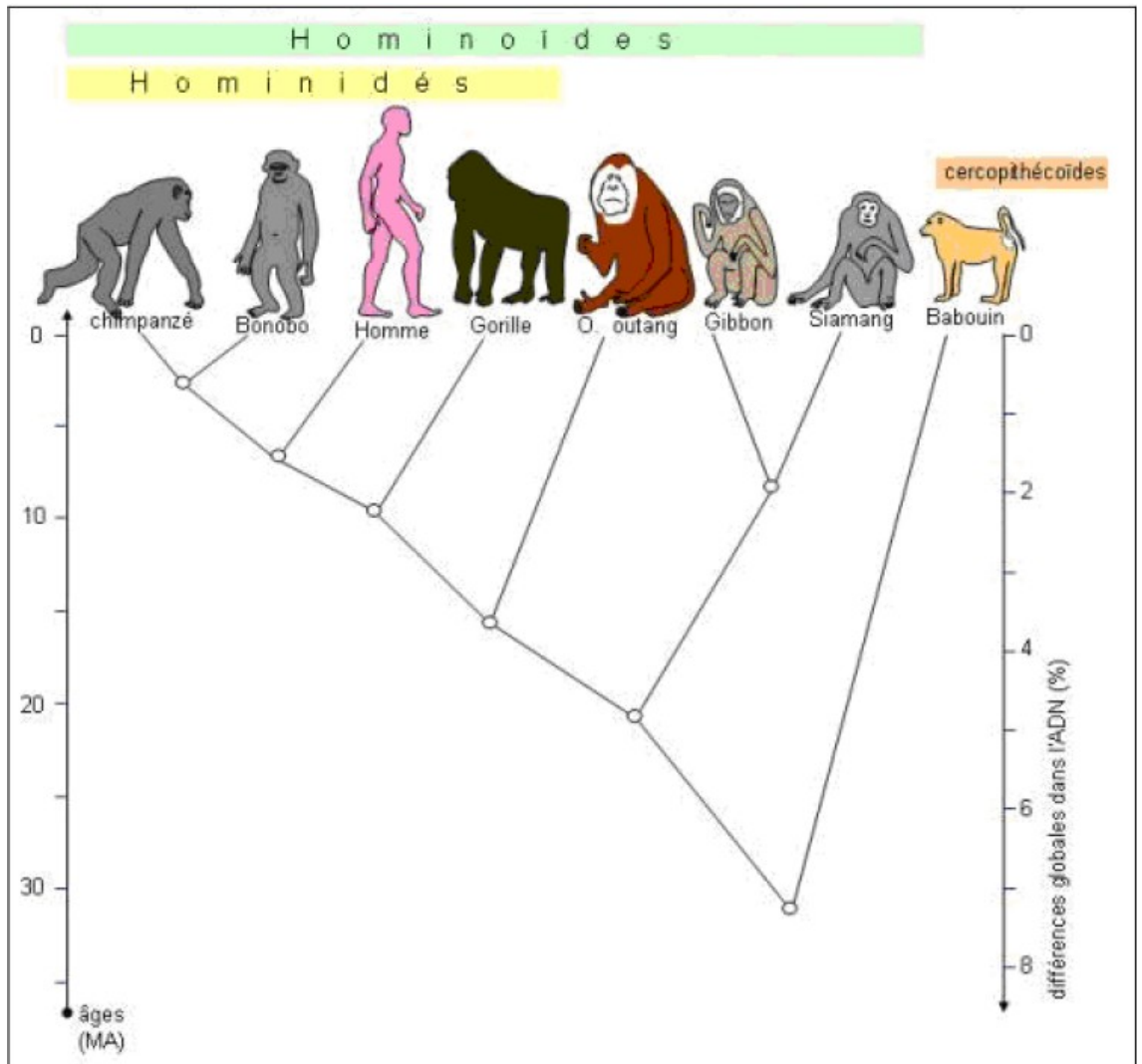


L'Homme partage de nombreux caractères dérivés avec d'autres êtres vivants. C'est un :

- **Eucaryote** : ses cellules sont compartimentées et ses chromosomes sont contenus dans un noyau
- **Vertébré** : son système nerveux central est dorsal et en partie protégé par des vertèbres
- **Tétrapode** : il possède 4 membres articulés se terminant par des doigts



- **Amniote** : l'embryon se développe dans une cavité amniotique
- **Mammifère** : sa peau est en partie couverte de poils et les petits sont allaités
- **Primate** : il possède des mains au pouce opposable et ses doigts possèdent des ongles plats, excellente perception du relief et des couleurs...
- **Hominoïde** : absence de queue, nez avec des narines ouvertes...
- **Hominidé** : marche bipède mais non permanente (sauf pour l'homme), cerveau développé (capacités cognitives)...



Arbre phylogénétique des Hominoïdes - Comparaison ADN

## 2. 2. Caractéristiques du dernier ancêtre commun à l'Homme et aux Chimpanzés



L'ancêtre commun de l'Homme et du Chimpanzé est plus récent que celui partagé avec le Gorille. On s'intéressera donc uniquement à l'ancêtre commun de l'Homme et du Chimpanzé. La divergence à partir de l'ancêtre commun entre la lignée des chimpanzés et la lignée humaine est estimée entre **6 ou 7 millions d'années**. Des innovations évolutives sont apparues aussi bien dans la lignée de l'Homme que dans celles des Chimpanzés.

L'ancêtre commun devait donc posséder tous les caractères aujourd'hui communs à ces 2 organismes, tant sur le plan morphologique et anatomique, que comportemental.

- Au niveau **anatomique** et **morphologique** : il devrait s'agir d'un animal de taille moyenne (environ 1m pour 30 - 40kg), ayant des capacités locomotrices (grimpe marche quadrupède et bipède) et présentant une capacité crânienne assez importante par rapport aux autres Primates.
- Au niveau **comportemental** : usage des **outils rudimentaires**, vie probablement en **communauté** (vie sociale) dans un milieu essentiellement **arboricole**.

### 3. 3. Les états dérivés propres à l'Homme



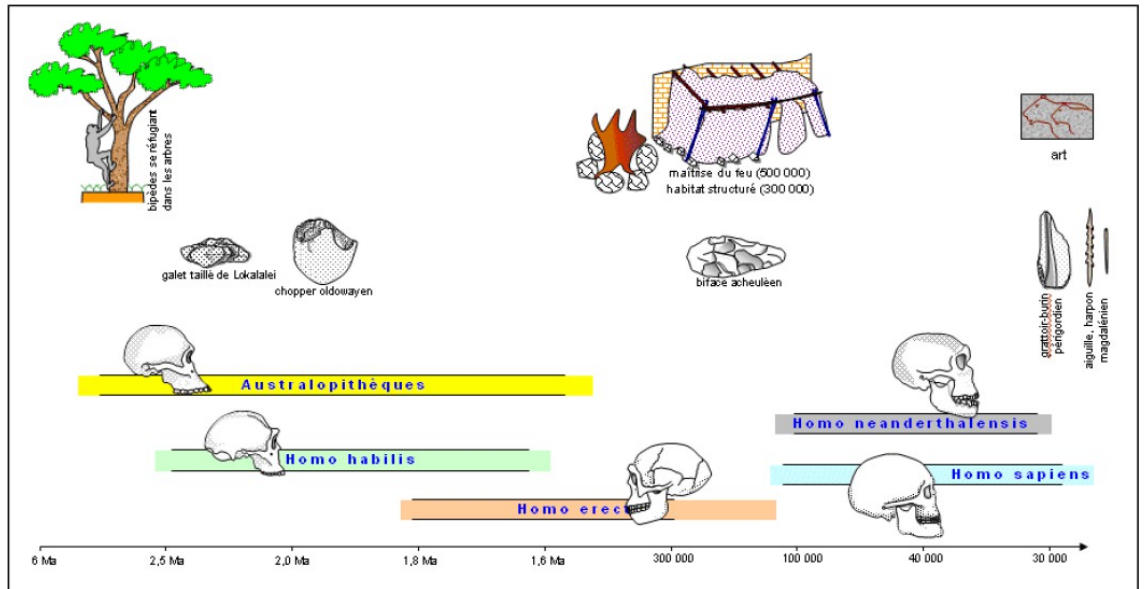
Les critères qui définissent l'appartenance à la lignée humaine (= les **Homininés**) sont les caractères liés :

- à une bipédie permanente (forme de la colonne vertébrale, bassin et fémur...)
- au développement du volume crânien
- à la régression de la face (arcade dentaire...)
- aux traces fossiles d'une activité culturelle (traces artistiques, religieuses...)

Plusieurs espèces d'Homininés ont vécu entre 6 millions d'années et 100 000 ans. Les espèces fossiles de la lignée humaine sont réparties en **deux genres** :

- Les **Australopithèques** possèdent des caractères dérivés de la lignée humaine en rapport avec la bipédie permanente. Ils ont été retrouvés en Afrique où ils ont vécu entre 4 millions d'années et 1 million d'années.
- Le genre **Homo**, très diversifié, est caractérisé par une augmentation progressive de la capacité crânienne, possibilité de marcher sur de longues distances et de courir.
  - L'espèce la plus ancienne est **Homo habilis**, datée de 2.5 millions d'années.
  - **Homo erectus** forme un groupe diversifié. Le représentant le plus ancien est africain, daté à 1.6 Ma.
  - **Homo neanderthalensis** serait issu d'une population d'Homo erectus ayant colonisé l'Europe
  - L'Homme moderne, **Homo sapiens**, est la seule espèce encore présente du genre Homo. Ainsi, tous les humains qui peuplent actuellement la terre font partie d'une même espèce et sont les seuls représentants actuels de la lignée humaine qui a dû apparaître en Afrique ou au Proche-orient il y a environ 100 000 à 200 000 ans et aurait colonisé tous les continents en remplaçant *Homo erectus*, et en Europe *Homo neanderthalensis*.

### III - Parenté entre êtres vivants & Evolution biologique



Évolution du mode de vie, des techniques et de la culture de la lignée humaine