



pour la classe de

**Biologie**

**10<sup>e</sup>**

**et éducation  
à la santé**

Galina Petkova, Tatyana Koleva





# МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

## НАЦИОНАЛНА ПРОГРАМА

„Разработване на учебни помагала и на методически ръководства, оценяване и одобряване на проекти на учебни помагала за подпомагане на обучението, организирано в чужбина, на проекти на учебници и на проекти на учебни комплекти“

## МОДУЛ

„Разработване на учебни помагала за обучение по общообразователни предмети на чужд език“

# 10. Биология и здравно образование клас на френски език

### Учебно помагало

Разработено от авторски екип  
към Профилирана езикова гимназия  
„Екзарх Йосиф I“, гр. Ловеч

АЗ·БУКИ

Национално издателство за образование и наука

**Биология и здравно образование за 10. клас на френски език**

Учебно помагало, разработено от авторски екип

към Профилирана езикова гимназия „Екзарх Йосиф I“, гр. Ловеч, 2020 г.

**Автори на текста:** Галина Цанкова Петкова и Татяна Симеонова Колева, 2020 г.

**Преводач:** Десислава Петрова Трифонова, 2020 г.

**Автор на графичния дизайн:** Диана Вескова Желязкова, 2020 г.

**Автор на корицата:** Диана Вескова Желязкова, 2020 г.

**Национално издателство за образование и наука „Аз-буки“**

1113 София, бул. „Цариградско шосе“ 125, бл. 5,

тел. 02/4250470; e-mail: [azbuki@mon.bg](mailto:azbuki@mon.bg); web: [www.azbuki.bg](http://www.azbuki.bg); [www.azbuki.eu](http://www.azbuki.eu)

**Графично оформление тяло и корица:** Гергана Евгениева Попиванова

Българска. Първо издание, 2020 г.

Формат: 210x280 мм; 100 страници

e-ISBN: 978-619-7065-42-8

# Sommaire

<b>1. Organisme multicellulaire</b> .....	5
1.1. Hérité et variabilité .....	5
1.1.1. Développement de la génétique en tant que science. Sujet, tâches et notions de base .....	6
1.1.2. Régularités fondamentales de l'hérité. Croisement monohybride.....	9
1.1.3. Croisement dihybride et croisement de contrôle. Lois de Mendel.....	11
1.1.4. Interaction génique. Interactions alléliques.....	14
1.1.5. Interactions non alléliques.....	17
1.1.6. Détermination du sexe.....	21
1.1.7. Variabilité. Variabilité phénotypique (modifications).....	23
1.1.8. Variabilité génotypique.....	25
1.1.9. Méthodes de diagnostic génétique .....	28
1.1.10. Anomalies génétiques et maladies chez l'homme. Anomalies et maladies chromosomiques. ....	30
1.1.11. Anomalies monogéniques, maladies et prédispositions chez l'homme.....	32
1.2. Reproduction, croissance et développement individuel.....	34
1.2.1. Nature et formes de reproduction chez les animaux .....	34
1.2.2. Gamétogenèse et fécondation.....	36
1.2.3. Développement individuel .....	38
1.2.4. Espérance de vie, vieillissement et mort .....	41
<b>2. Biosphère</b> .....	42
2.1. Population, biocénose, écosystème .....	42
2.1.1. L'écologie en tant que science. Nature et hiérarchie de la matière vivante.....	43
2.1.2. Population et espèce .....	44
2.1.3. Composition et structure de la population.....	46
2.1.4. Propriétés des populations.....	47
2.1.5. Biocénose - nature et composition .....	49
2.1.6. Structure de la biocénose. Niche écologique.....	50
2.1.7. Ecosystème - structure et fonctionnement.....	53
2.1.8. Evolution des écosystèmes.....	54
2.1.9. Biosphère. Cycles biogéochimiques et flux d'énergie .....	56



2.2. Facteurs environnementaux .....	59
2.2.1. Facteurs écologiques du milieu de vie .....	59
2.2.2. Facteurs abiotiques - lumière, température, air .....	61
2.2.3. Eau - facteur écologique et milieu de vie .....	63
2.2.4. Sol - facteur écologique et milieu de vie .....	65
2.2.5. Facteurs biotiques. Relations intraspécifiques et interspécifiques.....	66
2.2.6. Impact anthropique. Développement durable .....	69
<b>3. Évolution biologique .....</b>	<b>71</b>
3.1. Origine et développement de la matière vivante.....	71
3.1.1. Origine et évolution de la vie sur Terre .....	72
3.1.2. Développement des idées évolutionnistes avant Darwin .....	74
3.1.3. Théorie de Darwin sur l'évolution des organismes .....	76
3.1.4. Lutte pour l'existence.....	77
3.1.5. Sélection naturelle. Espèce et spéciation selon Darwin .....	78
3.1.6. Théorie moderne de l'évolution. Microévolution .....	80
3.1.7. Conceptions modernes de la spéciation.....	82
3.1.8 Critères d'espèce .....	83
3.1.9. Macroévolution .....	85
3.1.10. Principales directions et voies d'évolution.....	87
3.2. Origine et évolution de l'homme .....	89
3.2.1. Place de l'homme dans le monde vivant.	
Preuves de l'anthropogenèse. Facteurs d'anthropogenèse. ....	89
3.2.2. Histoire évolutive de l'homme .....	91
3.2.3. Races humaines .....	94
3.3. Preuves de l'évolution biologique.....	96
3.3.1. Preuves de l'anatomie comparée, physiologie comparée,	
embryologie comparée et moléculaires de l'évolution biologique .....	96
3.3.2. Preuves paléontologiques de l'évolution.....	99

# 1. Organisme multicellulaire

## 1.1. Hérité et variabilité



<https://www.chinadaily.com.cn/a/201903/23/WS5c958f7da3104842260b221a.html>





## 1.1.1. Développement de la génétique en tant que science. Sujet, tâches et notions de base



hérédité, variabilité, croisement / hybridation, gène, allèle, allélisme multiple

La génétique est une science qui étudie les propriétés principales des organismes vivants, l'**hérédité** et la **variabilité**. Sa date de naissance est considérée comme 1900 et son fondateur - Gregor Mendel.

Le processus de l'hérédité des caractères dans les générations est appelé **transmission**, qui se réalise par **croisement** d'individus parentaux (une **hybridation**).

La plupart des espèces sont diploïdes, ainsi chaque gène possède deux formes variées dites **allèles** (deux alternatives d'un gène). En présence de plus de deux allèles, le phénomène est appelé *allélisme multiple*.

Les allèles sont dominants ou récessifs et sont désignés par des lettres latines - le dominant par une majuscule (par ex. A) et le récessif - par la même lettre en minuscule (a). Les allèles dominants de la plupart des caractères apparaissent phénotypiquement à l'état homozygote (AA) et hétérozygote (Aa), tandis que les allèles récessifs n'apparaissent qu'à l'état homozygote (aa).

Les individus homozygotes (AA, aa) sont appelés formes pures héréditaires (lignées pures). Lors du croisement ils forment un seul type de gamètes contenant un allèle dominant (A) ou un allèle récessif (a). Les individus hétérozygotes (Aa) forment 2 types de gamètes - l'un qui contient l'allèle dominant (A) et l'autre - l'allèle récessif (a).



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Gregor\\_Mendel#/media/](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gregor_Mendel#/media/Fichier:Gregor_Mendel.png)

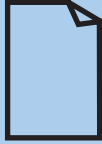
[Fichier:Gregor\\_Mendel.png](#)



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Écrivez sur des cartes séparées les notions génétiques de base et leurs définitions. Divisez-les en deux piles. Chacun de vous pioche une carte et essaie de deviner la notion par sa définition ou d'énoncer la définition si la carte tirée contient une définition.

2. Faites une présentation PowerPoint (ou une affiche) sur la vie et l'œuvre de Gregor Mendel.



## Notions clés de génétique

**Hérédité** : propriété des organismes à transmettre leurs caractères génétiques à la descendance

**Variabilité** : propriété des organismes d'acquérir de nouveaux caractères

**Gène** : unité d'information génétique constituée par une séquence d'ADN et responsable de la réalisation d'un caractère

**Allèle** : version d'un gène ; tout gène peut avoir plusieurs allèles, qui déterminent l'apparition de caractères héréditaires différents

**Allèle dominant** : allèle qui définit un caractère dominant, c.à.d. l'un des deux traits alternatifs qui se produit dans les deux états homozygote et hétérozygote

**Allèle récessif** : allèle qui identifie un caractère récessif, c.à.d. l'un des deux traits alternatifs qui ne se manifeste qu'à l'état homozygote

**Génotype** : Ensemble des caractères génétiques d'un être vivant (ou couples d'allèles chez un diploïde), qui se traduisent ou non dans son phénotype

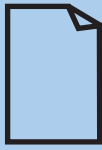
**Couple (paire) d'allèles** : les deux allèles du même gène qui occupent le même locus sur les deux chromosomes homologues

**Phénotype** : aspect apparent d'un caractère héréditaire ; expression visible des gènes

**Homozygote** : cellule ou individu qui porte, sur les deux chromosomes homologues, deux allèles identiques du même gène étudié

**Individu de lignée pure** : individu homozygote qui fournit un seul type de gamètes. La descendance qui en résultera est composée d'individus tous identiques entre eux et identiques à leurs parents de point de vue génotype et de point de vue phénotype





## Notions clés de génétique

**Hétérozygote** : cellule ou individu qui porte, sur les deux chromosomes homologues, deux allèles différents du même gène étudié

**Hybridation / Hybridisme** : croisement entre deux variétés, deux races d'une même espèce ou entre deux espèces différentes

**Hybride**: descendant issu du croisement de deux parents de même espèce et différant par un ou plusieurs caractères héréditaires (gènes)

**Croisement monohybride / Monohybridisme** : croisement entre deux lignées différant par un seul caractère héréditaire

**Croisement dihybride / Dihybridisme** : croisement entre deux lignées différant par deux caractères héréditaires

**Croisement de contrôle** : croisement qui a pour but de révéler le génotype d'un organisme qui présente un phénotype dominant

**Interaction génique** : interaction des gènes dans un génotype

**Paire homologue de chromosomes** : paire de chromosomes dont un chromosome provient du maternel, l'autre de l'individu paternel

**Chromosomes sexuels** : paire de chromosomes qui déterminent le sexe d'un individu (XX, XY ou WZ, WW)

**Autosomes**: tous les chromosomes sauf les chromosomes sexuels

**Gène lié au sexe** : gène situé sur un des chromosomes sexuels

**Gène autosomique** : tout gène situé sur l'autosome

**Modification** : changement du phénotype de l'individu afin de s'adapter aux changements des conditions environnementales

**Mutation** : changement dans un gène, dans la structure des chromosomes ou dans le nombre de chromosomes qui peut être transmis dans les générations

**Génome** : totalité de tous les gènes dans l'ensemble chromosomique haploïde d'un individu



Pour plus de lexique de biologie suivez le [lien](#)



## 1.1.2. Régularités fondamentales de l'hérédité. Croisement monohybride



caractères alternatifs, ségrégation des caractères

Gregor Mendel croise des lignées pures de petits pois qui diffèrent par une paire de caractères alternatifs (tige haute-basse, pétale pourpre-blanc, graine jaune-vert, graines lisses-ridées, etc.). Lors de ses expériences il découvre qu'il existe une régularité de transmission des caractères - les individus de la génération montrent toujours qu'un seul des deux caractères alternatifs des parents (le dominant).

Graine		Fleur	Cosse		Tige	
Forme	Cotylédons	Couleur	Forme	Couleur	Emplacement	Taille
Gris & lisse	Jaune	Blanc	Plein	Jaune	Cosse axiale Fleur tout du long	Long (~3m)
Blanc & Ridé	Vert	Violet	Étroit	Vert	Cosse terminales Fleurs en haut	Court (~30 cm)
1	2	3	4	5	6	7

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Lois\\_de\\_Mendel#/media/Fichier:Mendel\\_seven\\_characters\\_fr.svg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lois_de_Mendel#/media/Fichier:Mendel_seven_characters_fr.svg)

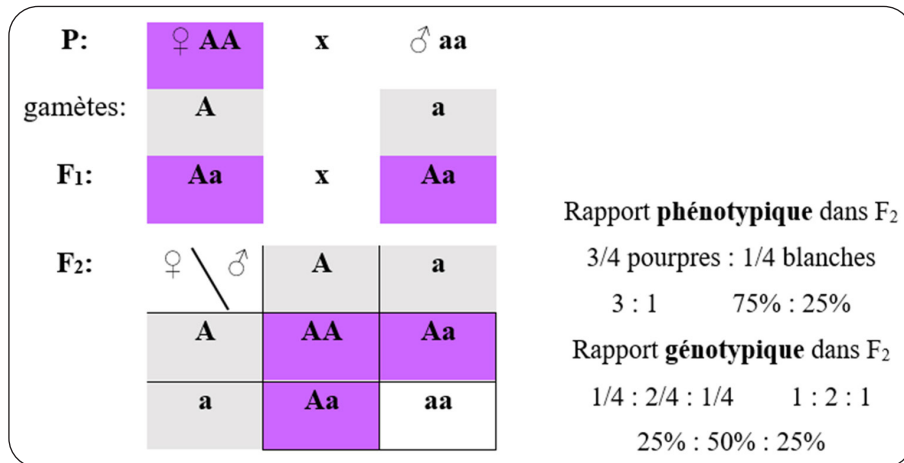
Afin de présenter et d'expliquer les croisements génétiques et les résultats obtenus, Mendel introduit des désignations spécifiques. Avec la lettre latine **P** il marque les formes parentales, avec le signe **x** - l'action de croisement, avec la lettre latine **F** - la génération obtenue (la séquence des générations - avec index  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ), les formes parentales sont désignées avec les symboles biologiques pour l'individu féminin (♀) et masculin (♂).

Dans une de ses expériences, Mendel croise des lignées pures de petits pois à fleurs pourpres et d'autres à fleurs blanches. Dans la première génération ( $F_1$ ), tous les individus sont à fleurs pourpres - c'est le caractère dominant. Mendel laisse les hybrides de  $F_1$  de s'autoféconder pour vérifier si l'autre trait avait disparu. Dans la deuxième génération ( $F_2$ ), les deux caractères sont réapparus. Par conséquent, Mendel considère que le deuxième caractère n'a pas disparu, mais il était temporairement caché - c'est le caractère récessif. Dans  $F_2$   $\frac{3}{4}$  des individus sont de phénotype dominant et  $\frac{1}{4}$  - du récessif. Mendel appelle ce phénomène la **ségrégation phénotypique des caractères** en proportions de l'ordre de 3:1 ou 75% : 25%.



Pour mieux illustrer toutes les possibilités en  $F_2$  on utilise un diagramme appelé *échiquier de Punnett*.

Les individus parentaux sont des lignées pures (de couleur pourpre et blanche) et Mendel les a marqués  $AA$  et  $aa$ . Ils sont homozygotes, ne formant qu'un seul type de gamète ( $A$  ou  $a$ ).



Mendel trouve d'autres régularités liées à la transmission des caractères. Après une autofécondation  $\frac{1}{3}$  des hybrides de  $F_2$  de couleur pourpre transmettent l'allèle dominant à tous les individus de  $F_3$ , c.-à-d. que les individus de  $F_2$  sont homozygotes. De même pour les hybrides de couleur blanche de  $F_2$ . Le reste des plantes à fleurs pourpres ( $F_2$ ) ont transmis à la génération suivante ( $F_3$ ) à la fois le caractère dominant et le récessif. Mendel en a conclu que ces individus sont hétérozygotes. Le rapport génotypique dans  $F_2$  est 1  $AA$  : 2  $Aa$  : 1  $aa$  ou 25% : 50% : 25%.

Pour en savoir plus regardez les vidéos : [vidéo1](#)

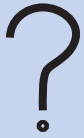


[vidéo2](#)



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Chez les cobayes, la couleur noire du museau ( $R$ ) domine sur la rouge ( $r$ ). Dans une ferme, les éleveurs élevaient et croisaient uniquement des cochons à museau noir. Lors d'un des croisements les individus obtenus étaient à museau rouge. Comment expliqueriez-vous ce résultat?



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

2. Les cheveux raides chez les humains sont le caractère dominant, tandis que les cheveux bouclés - le caractère récessif. Quelle est la probabilité en % des parents aux cheveux lisses de donner naissance à un enfant aux cheveux bouclés. Quel devrait être le génotype des parents?

3. Plus de 57 maladies et anomalies héréditaires dominantes et récessives sont connues chez les chiens. Souvent, des parents en bonne santé donnent naissance à des chiots malades. Par quel allèle se transmettent ces maladies?

4. Chez l'homme, l'allèle des yeux bruns domine sur l'allèle des yeux bleus. Faites un sondage sur la transmission de ce caractère auprès de votre famille. Faites un schéma de l'hérédité de la couleur de vos yeux.



## 1.1.3. Croisement dihybride et croisement de contrôle. Lois de Mendel



### croisement de contrôle

P: **AABB** x **aabb**  
 gamètes: **AB** x **ab**  
 F<sub>1</sub>: **AaBb** x **AaBb**  
 F<sub>2</sub>:

♀ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	AaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Rapport phénotypique

9/16 : 3/16 : 3/16 : 1/16  $\Rightarrow$  (3 : 1) x (3 : 1)

Mendel croise des pois à graines jaunes et lisses avec des pois à graines vertes et ridées. Dans F<sub>1</sub>, tous les individus ont des graines jaunes et lisses (les traits dominants). Dans F<sub>2</sub> il obtient les résultats suivants: 9/16 des graines - jaunes et lisses, 3/16 - jaunes et ridées, 3/16 - vertes et lisses et 1/16 - vertes et ridées. Pour expliquer ces résultats, Mendel désigne la couleur jaune **A** et la couleur verte **a**, la surface lisse **B** et la surface ridée **b**.



Le nombre de types de gamètes chez les individus du génotype hétérozygote peut être calculé par la formule  $2^n$ , où  $n$  indique le nombre de paires de chromosomes.

Les formes parentales (doubles homozygotes, lignées pures) forment un type de gamètes - AB ou ab (*en règle générale, un allèle de chaque paire se trouve dans les gamètes*). Les individus de  $F_1$  sont doubles hétérozygotes et forment 4 types de gamètes - AB, Ab, aB, ab. Lors de leur combinaison dans  $F_2$  sont obtenus les résultats suivants: 9/16 des graines jaunes et lisses, 3/16 jaunes et ridées, 3/16 vertes et lisses, 1/16 vertes et ridées.

Le rapport phénotypique est 9:3:3:1. La distribution du caractère de la couleur, ainsi que celle du caractère de la surface des graines séparément est dans le ratio 3:1, ce qui indique que le croisement dihybride peut être représentée comme deux croisement monohybrides indépendants -  $(3:1) \times (3:1) = 9:3:3:1$ .



Pour en savoir plus regardez la [vidéo](#)

De ses expériences des croisements mono- et dihybride, Mendel tire des conclusions (il découvre les principes de l'hérédité), qui sont aujourd'hui connues comme **lois de Mendel**.



**Première loi (Loi d'uniformité des hybrides):** Lorsqu'on croise des individus homozygotes (des lignées pures) qui diffèrent par un ou plusieurs caractères, les hybrides de la première génération ( $F_1$ ) sont uniformes (identiques) tant pour le phénotype que pour le génotype et tous les individus ne manifestent que le caractère dominant.



**Deuxième loi (Loi de la disjonction des allèles / "de ségrégation des caractères dans la génération  $F_2$ "):**  Les hybrides de la deuxième génération ( $F_2$ ) possèdent les deux versions du caractère (le caractère récessif est également présent). Le rapport phénotypique est 3:1 pour chaque paire d'allèles.



**Troisième loi (Loi de l'indépendance de la transmission des caractères):** Les allèles se partagent dans des gamètes différents et se combinent ensuite dans les génotypes indépendamment. On obtient ainsi des combinaisons de caractères qui n'existent pas chez les organismes parentaux. Cette loi n'est valable que si les gènes responsables se situent sur différents chromosomes (non homologues).



Pour en savoir plus regardez la [vidéo](#)

Lorsqu'un individu présente un phénotype dominant, il est difficile de relever son génotype - il peut être homozygote ou hétérozygote. Dans ce cas on effectue un **croisement de contrôle** - croisement de l'organisme au phénotype dominant dont le génotype est inconnu avec un organisme exprimant un phénotype récessif (un homozygote récessif).

<b>I. P:</b> ♀ <b>AA</b> x ♂ <b>aa</b>	<b>II. P:</b> ♀ <b>Aa</b> x ♂ <b>aa</b>
gamètes: <b>A</b>	gamètes: <b>A a</b> <b>a</b>
<b>F<sub>1</sub>:</b> <b>Aa</b>	<b>F<sub>1</sub>:</b> <b>Aa</b> : <b>aa</b>
100%	Rapport phénotypique 50% : 50%    1 : 1

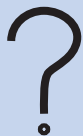


Pour en savoir plus regardez la [vidéo](#)

Le croisement de contrôle peut également être appliqué pour relever le génotype d'un dihybride.

On détermine le génotype de l'individu analysé en fonction des résultats du croisement:

Si tous les individus de la génération ont les mêmes phénotype et génotype - le parent analysé est un homozygote ou un double homozygote. Si dans la génération il existe plusieurs possibilités (rapport phénotypique et génotypique 1:1 ou 1:1:1:1) le parent analysé est un hétérozygote ou un double hétérozygote.



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Utilisez la deuxième loi de Mendel et calculez le rapport génotypique des caractères dans  $F_2$  lors du croisement dihybride.
2. Faites les deux croisements de contrôle d'un dihybride. Notez le ratio phénotypique et génotypique.
3. Chez les bovins, l'allèle de la présence de cornes (T) domine sur l'allèle de l'absence de cornes (t) et l'allèle de couleur noire (F) domine sur l'allèle de couleur rouge (f). Les éleveurs voulaient obtenir une nouvelle race de bovins avec des cornes et de couleur rouge. Quel doit être le génotype des parents pour obtenir la nouvelle race?



### 1.1.4. Interaction génique. Interactions alléliques



#### interaction allélique

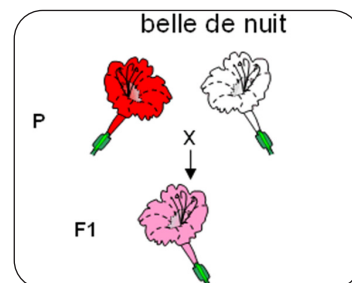
Les résultats des expériences de Mendel des croisements mono- et dihybride montrent que les gènes (les allèles) interagissent. Il existe deux types d'interactions.

**Des interactions alléliques** se produisent entre les allèles d'un seul gène. Plusieurs modes d'interactions alléliques sont connus.

**1. Dominance complète** - elle s'explique par l'expérience de Mendel du croisement monohybride. Tous les individus de  $F_1$  présentent le caractère dominant.

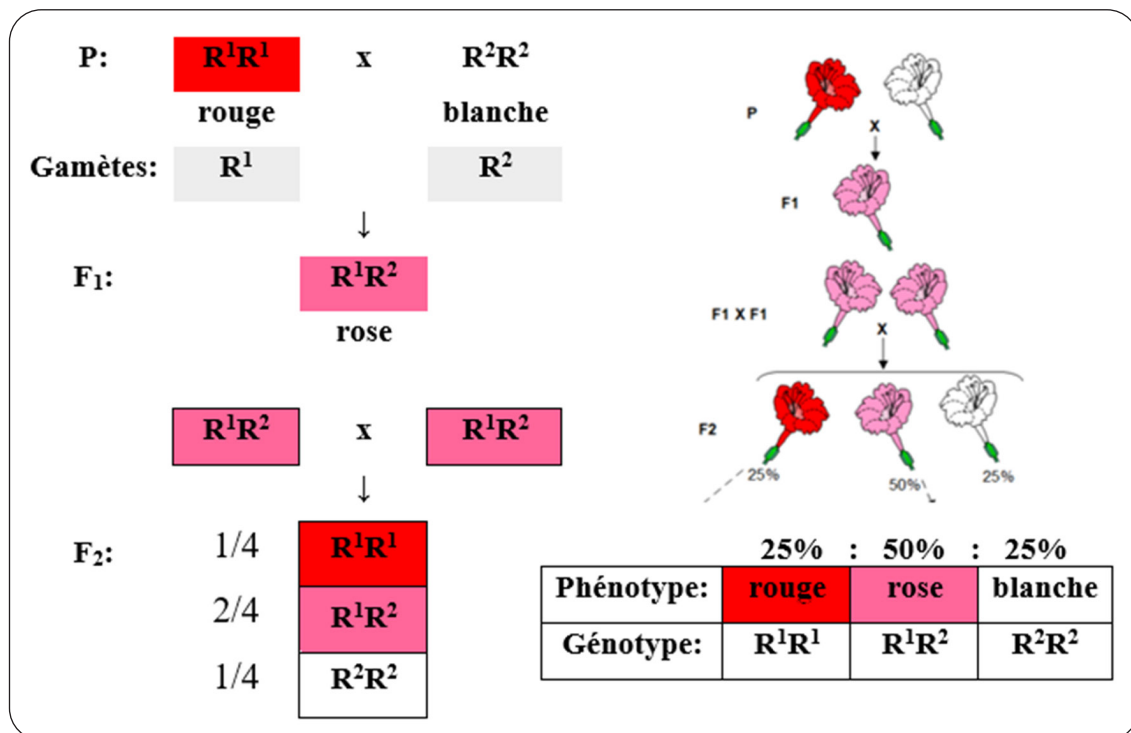
**2. Dominance incomplète (intermédiaire)** - il existe des cas où les caractères ne sont ni dominants, ni récessifs. Chez les individus hétérozygotes se produit un mélange qui mène à une expression intermédiaire.

Lors du croisement de plantes du Muflier à fleurs rouges et blanches, on obtient une génération ( $F_1$ ) à fleurs roses. Dans  $F_2$ , suite de l'autofécondation, on obtient plusieurs possibilités - 25% des fleurs sont rouges, 50% - roses et 25% - blanches, ou un rapport de 1:2:1 par phénotype. Lors d'une autofécondation, les fleurs rouges ne donnent que des



rouges en F<sub>3</sub>, les fleurs blanches - que des blanches. Des fleurs rouges, roses et blanches en ratio 1:2:1 sont issues de l'autofécondation des fleurs roses de F<sub>2</sub>. Ces résultats montrent que les individus à fleurs rouges et ceux à fleurs blanches sont homozygotes. Chez les hétérozygotes, aucun des deux allèles ne domine et les fleurs deviennent roses (le caractère intermédiaire). Dans ce cas les rapports phénotypique et génotypique sont identiques - 1:2:1.

Puisqu'il n'y a pas d'allèle complètement dominant ou récessif, on désigne les deux allèles par la même lettre et un index supérieur - par ex. R<sup>1</sup> et R<sup>2</sup> (ou R et R').



**3. La codominance** est une interaction dans laquelle les deux allèles différents d'un gène (à l'état hétérozygote), participent en commun à l'expression du caractère.

Cette interaction est un exemple du phénomène *allélisme multiple*.

Par exemple, le gène responsable des groupes sanguins chez l'homme possède 3 allèles - I<sup>0</sup>, I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup>. Chaque individu ne peut porter à la fois que deux de ces allèles. Il y a 6 combinaisons possibles. Les allèles I<sup>A</sup> et I<sup>B</sup> ne présentent pas de dominance l'un par rapport à l'autre mais tous les deux dominant sur I<sup>0</sup> (I<sup>A</sup> = I<sup>B</sup> > I<sup>0</sup>). L'interaction des allèles I<sup>A</sup> et I<sup>B</sup> mène à la formation d'un nouveau phénotype - le groupe sanguin AB, c.-à-d. I<sup>A</sup> et I<sup>B</sup> sont codominants.

Groupe sanguin (Phénotype)	0	A	B	AB
Génotype possible	I <sup>0</sup> I <sup>0</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> , I <sup>A</sup> I <sup>0</sup>	I <sup>B</sup> I <sup>B</sup> , I <sup>B</sup> I <sup>0</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>



**4. Hérité mixte** - chaque organisme reçoit des caractères des deux formes parentales. Par exemple, lors du croisement de coqs et de poules noirs et blancs, les individus de la génération ont des plumes noires et blanches avec des taches noires et blanches dessus.

**5. Interaction létale** - interaction d'allèles homozygotes dominants ou récessifs qui entraîne la mort de l'individu au cours du développement embryonnaire.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Dans une serre n'ont été cultivées que des tulipes rouges. Un printemps, les jardiniers ont acheté et planté des bulbes de tulipes blanches, mais ne les ont pas isolés les uns des autres. Suite de la fécondation croisée, outre des tulipes rouges et blanches, dans les générations suivantes ont été obtenues aussi des tulipes roses. Comment expliqueriez-vous ce fait?

2. Une femme du groupe sanguin A (homozygote) a épousé un homme du groupe sanguin B. La mère de l'homme était du groupe sanguin O.

A) Quelle est la probabilité (en %) que la mère donne naissance à un enfant du groupe sanguin de l'un des deux parents?

B) Quelle est la probabilité (en %) que l'enfant ait le même groupe sanguin que sa grand-mère?

3. Notez dans le tableau les groupes sanguins impossibles des enfants dans les familles respectives.

Groupes sanguins des parents	Groupes sanguins IMPOSSIBLES des enfants
A x AB	
O x B	
A x B	
O x AB	
AB x AB	

4. Chez les souris, les individus hétérozygotes (Yy) ont la fourrure jaune. Les homozygotes récessifs (yy) sont gris. L'homozygote dominant est létal. Quelle génération sera obtenue en croisant des souris jaunes?



## 1.1.5. Interactions non alléliques



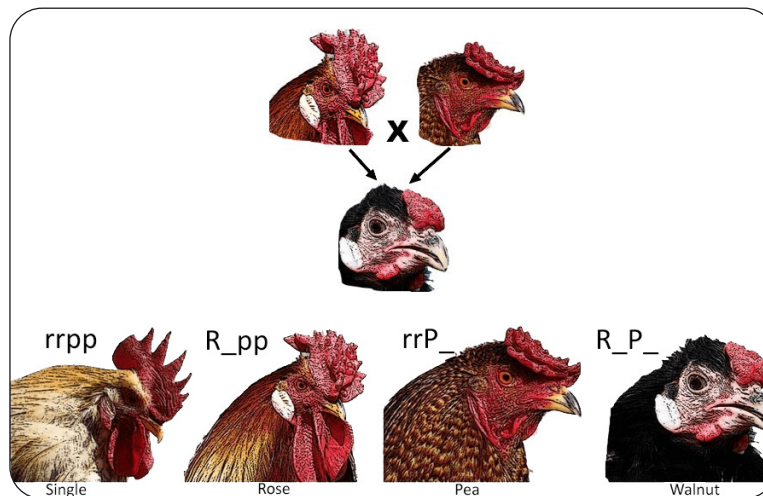
### interaction non allélique

Les interactions non alléliques sont des interactions entre les allèles de différents gènes, lorsqu'un gène agit sur l'expression d'autres gènes et complète, supprime ou modifie leurs actions.

**1. Interaction complémentaire** - lorsque les allèles (plus souvent les dominants) de deux ou plusieurs gènes interdépendants se retrouvent dans un même génotype, complètent leur action et un nouveau phénotype est obtenu. Il existe quelques modes d'interaction complémentaire:

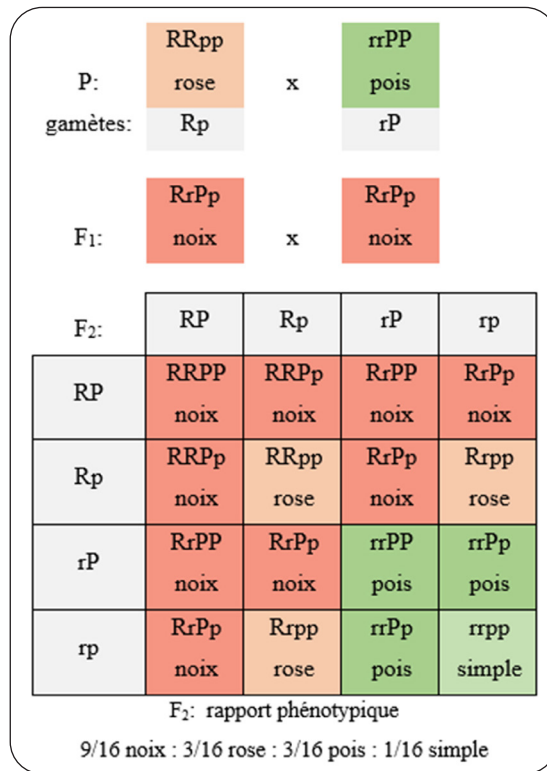
#### A. Lorsque les deux gènes ont leur propre expression phénotypique:

En croisant des lignées pures de poules et de coqs à crête de forme en rose et de forme en pois, on obtient une progéniture dans laquelle tous les individus ont un nouveau phénotype - crête de forme en noix. Dans  $F_2$  les oiseaux apparus présentent les 4 phénotypes: 9/16 - crête en noix, 3/16 - crête en rose, 3/16 - crête en pois et 1/16 - crête simple  $\Rightarrow$  le rapport de phénotype 9:3:3:1.



[https://www.biologycorner.com/worksheets/genetics\\_chicken.html](https://www.biologycorner.com/worksheets/genetics_chicken.html)

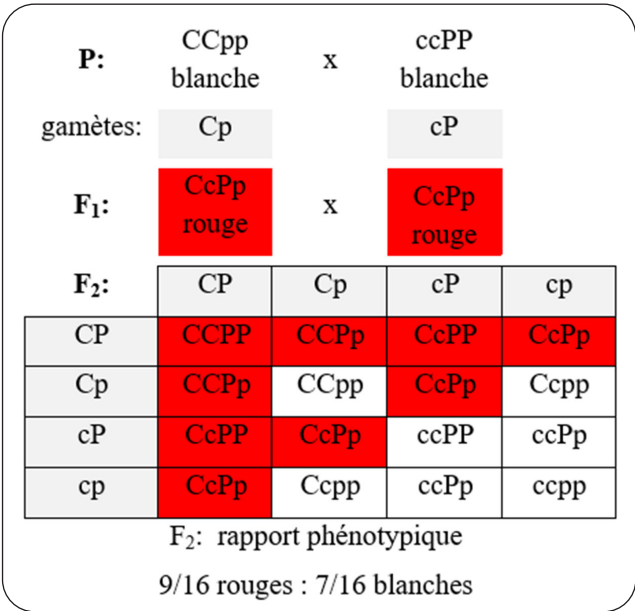
Ces résultats montrent que le caractère de la forme de la crête est déterminé par deux gènes (R et P). Les allèles dominants du gène R, homo- ou hétérozygote ( $R\_pp$ ), déterminent la crête en rose. Les allèles dominants du gène P, homo- ou hétérozygote ( $rrP\_$ ), déterminent la crête en pois. Lorsque les deux allèles dominants sont dans un même génotype, homo- ou hétérozygote ( $R\_P\_$ ), ils se complètent et provoquent l'apparition du nouveau phénotype - la crête en noix. Les allèles homozygotes récessifs des deux gènes ( $rrpp$ ) déterminent la crête simple.



**B. Lorsque les deux gènes séparément n'ont pas leur propre expression phénotypique:**

En croisant des lignées pures de deux sortes de Lathyrus à fleurs blanches, dans F<sub>1</sub> on obtient des individus à fleurs rouge. Suite de l'autofécondation, on obtient dans F<sub>2</sub> 9/16 à fleurs rouges et 7/16 à fleurs blanches - le rapport phénotypiques est 9:7.

Ces résultats s'expliquent par le fait que l'allèle dominant d'un gène (C) contrôle le début de la synthèse du pigment rouge mais ne peut pas la compléter. L'allèle dominant de l'autre gène (P) contrôle l'achèvement de cette synthèse mais ne peut pas la démarrer. Lorsque les deux allèles se trouvent dans des génotypes distincts, le couleur des individus des deux sortes sont blanches. Lorsque les allèles se retrouvent dans un même génotype homo- ou hétérozygote (C\_P\_), ils se complètent et tous les individus sont à fleurs rouges.



**2. Interaction épistatique (suppressive)** - lorsque les allèles de deux gènes différents se trouvent dans un même génotype, l'allèle d'un des gènes (généralement dominant) élimine l'expression de l'allèle de l'autre gène (dominant ou récessif). Les gènes supprimeurs sont appelés épistatiques (ou inhibiteurs), et sont désignés par la lettre S ou par la lettre I.

P:	IICC blanche	x	iiCC blanche	
gamètes:	IC		ic	
F <sub>1</sub> :	IiCc blanche	x	IiCc blanche	
F <sub>2</sub> :	IC	Ic	iC	ic
IC	IICC	IICc	IiCC	IiCc
Ic	IICc	Iicc	IiCc	Iicc
iC	IiCC	IiCc	iiCC	iiCc
ic	IiCc	Iicc	iiCc	iiCC

F<sub>2</sub>: rapport phénotypique  
13/16 blanches : 3/16 grises

1. *Epistasie dominante*: Lors du croisement des poules et des coqs de « leghorn blanc » et « viandote blanc » (deux races différentes), tous les oiseaux de F<sub>1</sub> ont des plumes blanches. Dans F<sub>2</sub>, 13/16 des oiseaux sont à plumes blanches et 3/16 à plumes foncées ⇒ le rapport obtenu est 13:3.

Les résultats peuvent être expliqués par le fait que dans le génotype d'une des formes parentales et dans le génotype des hybrides de F<sub>1</sub> il y a l'allèle dominant du gène (C), contrôlant la coloration des plumes. Il ne s'exprime pas phénotypiquement, car son action est éliminée par l'allèle dominant de

l'autre gène - l'inhibiteur (I). Les allèles récessifs (cc) déterminent également le plumage blanc. L'allèle récessif (i) n'a pas d'effet suppressif et donc les individus qui le contiennent dans leur génotype à l'état homozygote (ii) ont un plumage coloré - l'allèle dominant (C) s'exprime.

Si l'allèle récessif (c) possède sa propre expression phénotypique, le rapport phénotypique change à 12:3:1.

2. *Épistasie récessive*: L'allèle récessif du gène inhibiteur (ii) supprime les expressions de l'allèle dominant (C) et récessif (c) de l'autre gène. C'est le cas lorsque les deux allèles du gène C identifient séparément un caractère et dans F<sub>2</sub> les proportions sont de l'ordre de 9:3:4.

**3. Interaction polygénique** - lorsque les allèles de deux ou plusieurs gènes déterminent un caractère. Il existe deux types de polygénie:

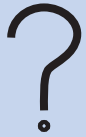
- *Cumulative* - le degré de manifestation du caractère dépend du nombre d'allèles dominants dans le génotype de l'individu. De cette manière sont hérités des caractères quantitatifs (couleur, taille, poids, rendement laitier, production d'œufs)

- *Non cumulative* - pour la présence du caractère il suffit d'avoir un seul allèle dominant dans le génotype. C'est le mode de transmission des caractères qualitatifs (forme, présence ou absence d'un trait donné).

**4. Interaction modificatrice** - interaction du gène principal qui détermine la présence d'un caractère et de gènes modificateurs (intensificateurs ou inhibiteurs), qui modifient l'expression du caractère.

**5. Pléiotropie** - lorsqu'un gène peut déterminer plusieurs phénotypes différents.





## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Chez les perroquets sauvages, la couleur des plumes est déterminée par deux paires de gènes non alléliques. Les deux gènes dominants déterminent séparément les plumes jaunes ou grises et leur combinaison dans le génotype commun - la couleur des plumes vertes. Les formes homozygotes récessives ont un plumage blanc.

A) Lors du croisement de perroquets verts sont obtenus des descendants verts, jaunes, gris et blancs. Identifiez les génotypes des parents et de la progéniture.

B) Le zoo a envoyé une demande de perroquets blancs, mais dans la ferme il n'y avait que des perroquets verts et gris sexuellement matures. Que devraient être les individus par génotype pour donner une progéniture (même peu nombreuse) des perroquets blancs?

2. Deux variétés de tomates de forme ronde du fruit ont été croisées. Dans la première génération, une nouvelle variété a été obtenue - d'une forme allongée. Après l'autofécondation des hybrides  $F_1$ , sont obtenues des tomates de forme allongée (9 parties) et de forme ronde (7 parties). Faites une légende des symboles nécessaires, faites le croisement et expliquez les résultats obtenus.

3. La couleur rouge des pétales de certaines plantes est déterminée par l'allèle dominant (C). L'allèle dominant de l'autre gène (R) détermine la couleur jaune. Le gène (R) est épistatique à (C), donc (C) ne s'exprime pas en présence de (R). Les allèles récessifs des deux gènes à l'état homozygote déterminent la couleur blanche des pétales. Faites une légende des symboles requis. Quelle progéniture sera obtenue en croisant les génotypes suivants:

A) CcRr x ccRr

B) CcRr x ccrr

C) Ccrr x ccrr

4. Chez l'homme, les enfants issus d'un mariage entre un homme et une femme de race européenne et noire, sont des métis – la couleur de leur peau est d'une nuance intermédiaire. Par quel type d'interaction génétique expliquerez-vous ce fait?



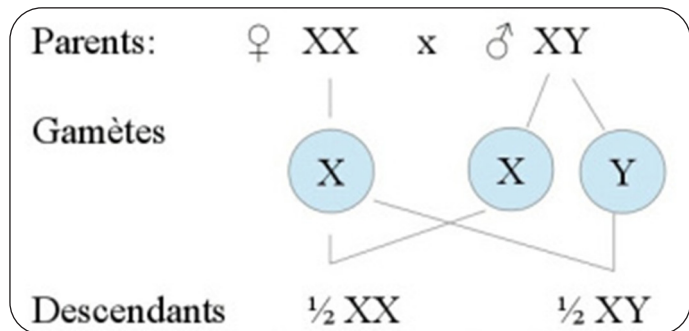
## 1.1.6. Détermination du sexe



sexe, chromosomes sexuels, caractères liés au sexe

Le **sexe** est un ensemble de caractères nécessaires à la reproduction des individus de chaque espèce. Le mécanisme génétique par lequel on relève le sexe d'un individu est appelé *détermination du sexe*.

Gregor Mendel était le premier à suggérer que le sexe se transmet selon les mêmes lois que les autres caractères héréditaires. Dans la plupart des espèces à sexe différent, le rapport entre les deux sexes est 1:1 (rapport typique du croisement de contrôle d'un individu hétérozygote de phénotype dominant et d'un individu de phénotype récessif). Cela signifie qu'un des sexes est de génotype hétérozygote - on l'appelle hétérogamétique (il possède deux chromosomes sexuels différents et forme deux types de gamètes) et l'autre de génotype homozygote, appelé homogamétique (il forme un seul type de gamètes). Dans la plupart des espèces, la femelle est homogamétique (XX) et le mâle est hétérogamétique (XY). La détermination du sexe se fait par le mécanisme chromosomique de la détermination du sexe (système XY).



Chez l'homme, le sexe est déterminé par le même mécanisme. Chez lui, comme dans la plupart des espèces animales, la détermination du sexe a lieu au moment de la fécondation (syngamie).

Chez les papillons, les reptiles et les oiseaux, le mâle est homogamétique et la femelle est hétérogamétique. Dans ce cas les chromosomes sexuels sont désignés par W (X) et Z (Y).

Il existe des gènes localisés sur les chromosomes sexuels (X ou Y). Les caractères qu'ils déterminent sont appelés **caractères liés au sexe** et se transmettent dans les générations en fonction du sexe de l'individu. Certaines maladies dominantes et récessives chez l'homme sont héritées selon ce principe.

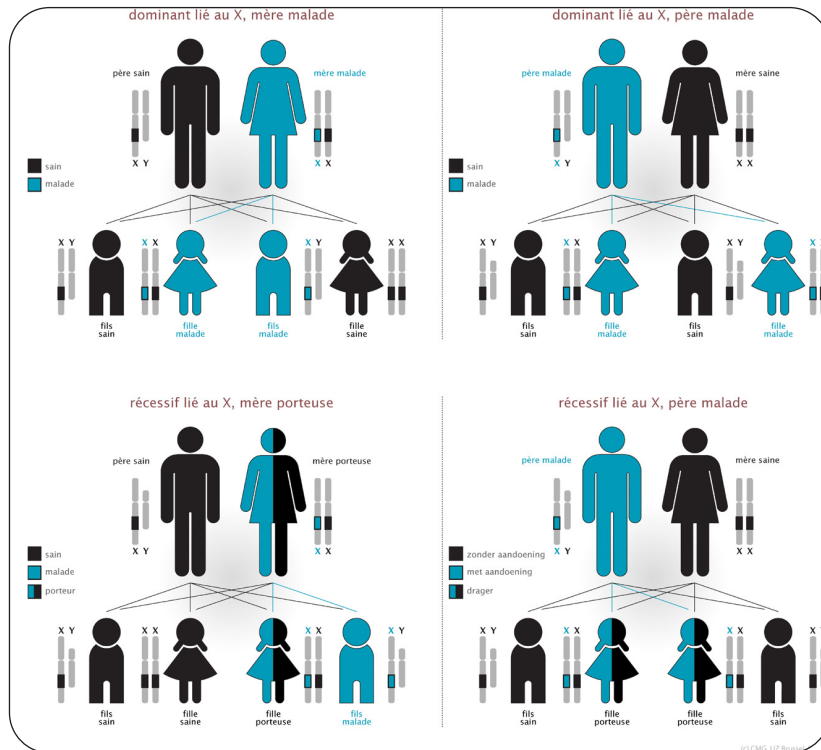
Des maladies récessives héréditaires chez l'homme qui se transmettent par le **chromosome X** sont l'hémophilie et le daltonisme. Les caractères liés au **chromosome Y** sont transmis du père aux fils.

Pour en savoir plus regardez les vidéos : [vidéo1](#)

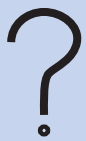


[video2](#)





<http://www.brusselgenetics.be/les-maladies-liees-au-sexe?doscroll=true#L4-5343>



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Trouvez des exemples d'espèces qui ont une détermination du sexe progamique (avant la fécondation) et épigamique (après la fécondation).
2. Faites un schéma du mécanisme de la détermination du sexe chez les humains.
3. Faites un schéma du mécanisme de détermination du sexe des espèces chez lesquelles le mâle est homogamétique et la femelle est hétérogamétique.



## 1.1.7. Variabilité. Variabilité phénotypique (modifications)



modification, adaptation, norme de réaction

L'hérédité et la variabilité sont les propriétés principales des organismes. Chaque progéniture reçoit les caractères de ses parents (l'hérédité). Les organismes ont également la propriété d'acquérir ses propres caractères (la variabilité). Certains d'eux sont conservés et transmis à la progéniture, car le génotype est affecté. D'autres sont causés par des conditions environnementales spécifiques et ne sont pas héréditaires, car seul le phénotype est affecté.

Les changements qui n'affectent que le phénotype des individus sous l'influence des conditions environnementales sont appelés *modifications* et la variabilité - **phénotypique**.

Par exemple, la primevère de Chine est un hybride qui fleurit en rouge ou en blanc selon la température et l'humidité. À 20°C et une faible humidité, elle fleurit en rouge, tandis qu'à plus de 20°C et une humidité élevée - en blanc. Si des graines de plantes à fleurs rouges sont semées et que les plantes résultantes sont cultivées à haute température et à forte humidité, les fleurs seront blanches et vice versa.

Les lapins de l'Himalaya ont une fourrure blanche, mais le museau, les pattes, les oreilles et la queue sont noirs. La température normale à laquelle ils sont élevés est de 20 à 22°C. Si les lapins nouveau-nés sont élevés à une température de 10°C, tout leur pelage sera noir et à température de 30°C - blanc.



<https://www.planeteanimal.com/lapins/lapin-californien.html>

La variabilité phénotypique a quelques caractéristiques principales:

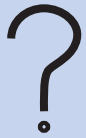
1. Elle est massive - les modifications s'expriment de la même manière chez tous les individus d'une même espèce habitants dans les mêmes conditions environnementales.

2. Elle est réversible - lorsque les facteurs environnementaux qui ont provoqué la modification sont supprimés, le changement du phénotype disparaît progressivement.



3. Elle assure l'adaptation des organismes aux changements des conditions environnementales.
4. Elle n'affecte que le phénotype et n'est jamais transmise de génération en génération.
5. Les modifications dépendent de la force et de la durée d'influence du facteur (une proportionnalité directe).

L'apparition d'une telle variabilité prouve que les caractères ne sont pas tout à fait hérités eux-mêmes de générations, mais c'est la possibilité de s'exprimer dans certaines limites qui est transmise. Ces limites sont appelés **norme de réaction**. La capacité d'un génotype unique à exprimer plusieurs phénotypes selon les différentes situations environnementales est appelée plasticité phénotypique. Les caractères quantitatifs varient dans de plus larges limites (les organismes ont une norme de réaction plus large face aux changements environnementaux).



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Donnez des exemples de chacune des caractéristiques de la variabilité phénotypique.
2. Chez l'homme, le bronzage est un exemple typique de modification. Quelle est la raison de ce fait? Par quelles des caractéristiques de la variabilité phénotypique il pourrait être expliqué?
3. À haute altitude, le nombre de globules rouges chez l'homme change. En quoi consiste ce changement et quelle en est la raison? Cet exemple pourrait-il être considéré comme une modification?
4. Le caméléon est connu pour sa capacité étonnante à changer la couleur de son corps. Cette capacité est due aux pigments des cellules situées dans différentes couches de la peau. Quelle est la norme de réaction du caméléon?



## 1.1.8. Variabilité génotypique



variabilité recombinante, variabilité mutationnelle (mutation), mutant, mutations géniques, mutations chromosomiques (aberrations), mutations génomiques, génome

La variabilité génotypique est une modification de l'information génétique des individus. Elle se transmet à travers les générations. Selon la façon dont elle se produit on distingue deux types de variabilité:

**1. Recombinante** - lors de la méiose et de la fécondation les gènes se retrouvent dans de génotypes différents. Cela mène à des interactions alléliques et non alléliques (dominance incomplète, codominance, interaction des gènes complémentaires) et à l'apparition de nouveaux caractères.

**2. Mutationnelle** - sous l'influence de divers facteurs physiques ou chimiques se produisent des changements accidentels qualitatifs du génotype. Ils sont appelés **mutations** et l'organisme présentant de caractères dû à une mutation génétique - un **mutant**.

Les mutations sont aléatoires, irréversibles et entraînent des changements permanents du génotype. Les mutations nuisibles sont les plus courantes, tandis que les mutations bénéfiques sont les moins courantes. Il existe également des mutations neutres. Elles constituent une *réserve génétique* et peuvent être utiles lors de changements des conditions environnementales. La plupart des mutations qui se produisent sont récessives.

Critères	Type de mutations	Caractéristique
1. selon le type du caractère affecté	morphologiques	affectent le phénotype
	physiologiques	affectent les processus biologiques
	biochimiques	affectent les processus de synthèse dans les cellules
2. selon le type des cellules affectées	génératives	affectent les cellules germinales
	somatiques	affectent les cellules somatiques
3. selon leur effet	létales	provoquent la mort au cours du développement embryonnaire
	sublétales (semi-létales)	provoquent la mort avant l'âge de la maturité sexuelle

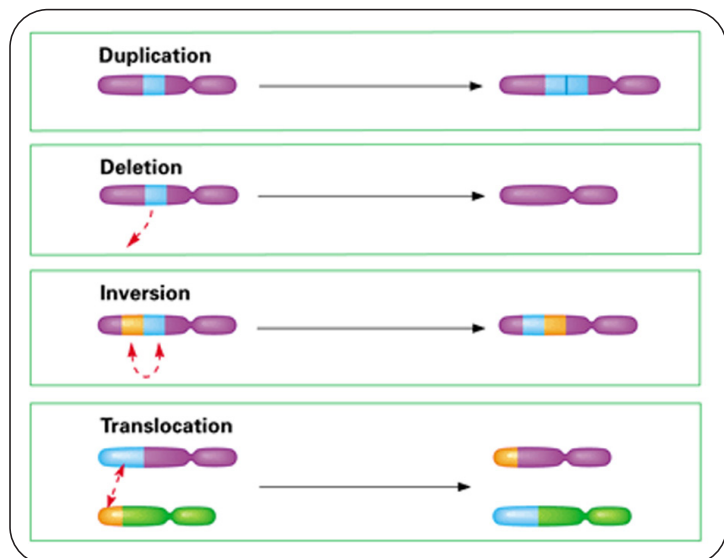
En fonction de la quantité de gènes affectés, les mutations sont *géniques*, *chromosomiques* et *génomiques*.

**Les mutations géniques** se caractérisent par un changement de la structure d'un seul gène. La séquence nucléotidique de l'ADN est affectée par la perte, le remplacement ou l'ajout d'un ou plusieurs nucléotides. Un ou plusieurs nouveaux allèles en résultent. Le plus souvent ils sont récessifs, c'est pourquoi ils restent cachés dans les génotypes en états hétérozygotes des organismes diploïdes. Chez les bactéries qui sont haploïdes, chaque mutation est phénotypiquement présente. Les mutations géniques ont une grande importance pour l'évolution car elles créent une réserve génétique dans les populations.

**Les modifications chromosomiques** (aberrations chromosomiques) sont dues à un changement de la structure des chromosomes qui peut être observé au microscope. Il existe deux groupes:

*Mutations intrachromosomiques* qui affectent la structure d'un chromosome ou chromosomes d'une paire homologue. Lors de ces anomalies une partie du chromosome (un fragment) peut se perdre, se dupliquer, ou s'inverser. Il en résulte respectivement une délétion, une duplication, une inversion.

*Mutations interchromosomique* qui affectent la structure de deux chromosomes non homologues - ils échangent des fragments (translocations).



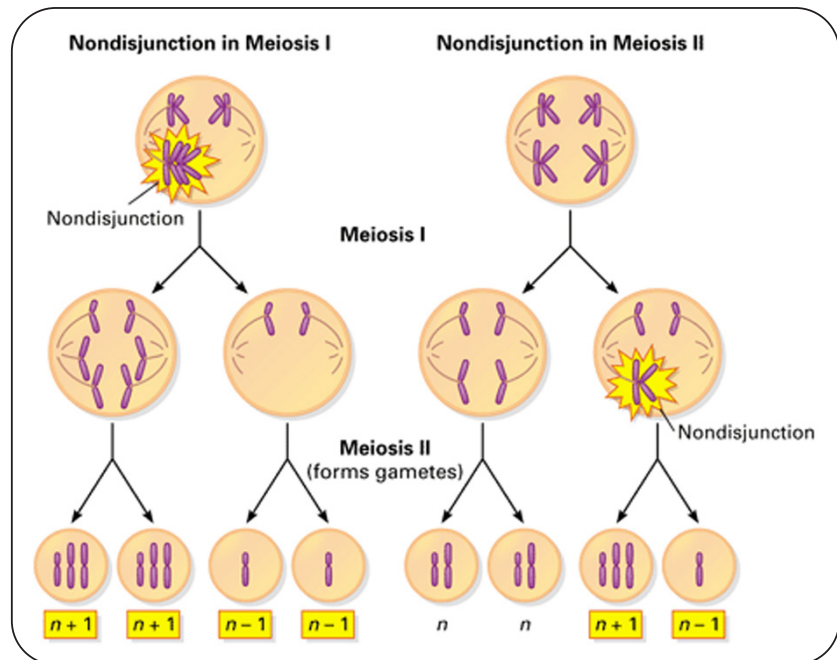
<https://bodell.mtchs.org/OnlineBio/BIOCD/text/chapter12/concept12.2.html>

**Les mutations génomiques** sont des changements affectant le nombre des chromosomes dans le caryotype (la polyploïdie). L'ensemble de gènes dans le caryotype haploïde est appelé un **génome**.

L'augmentation du nombre de chromosomes avec un ou plusieurs ensembles haploïdes est appelée *eupolyploïdie* (*euploïdie*). Si cela se produit pendant la mitose, des cellules somatiques d'un ensemble chromosomique  $4n$  seront produites, ou pendant la méiose - des gamètes diploïdes ( $2n$ ). L'euploïdie a un effet positif sur les plantes en augmentant leur vitalité et leur résistance aux conditions défavorables, en augmentant la quantité et la qualité des fruits, etc. Chez les animaux, l'euploïdie est rare et mène à l'infertilité.

Le changement du nombre de chromosomes à l'ensemble diploïde en ajoutant ou en supprimant des chromosomes distincts est appelée *aneuploïdie*. En conséquence, lors de la méiose,

à cause de la non-disjonction d'un des chromosomes, sont obtenus des gamètes dont l'ensemble de chromosomes est de  $(n + 1)$  ou  $(n - 1)$ . Lorsque de tels gamètes fusionnent avec un gamète normal  $(n)$ , un zygote de caryotype  $(2n + 1)$  est obtenu - c'est une *trisomie* ou de caryotype  $(2n - 1)$  - une *monosomie*. L'aneuploïdie est responsable d'un certain nombre de défauts génétiques graves qui sont à l'origine des maladies chromosomiques chez l'homme.



<https://bodell.mtchs.org/OnlineBio/BIOCD/text/chapter12/concept12.2.html>



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Comparez les notions de génotype et de génome.
2. Pour quels types de mutations chromosomiques est caractéristique un écart du nombre de gènes (l'équilibre génétique)?
3. L'euploïdie est utilisée dans la sélection réalisée par l'homme. Les tétraploïdes sont des individus formés par la fusion de deux  $(2n)$  gamètes (résultant de l'euploïdie). Par exemple le nombre chromosomique haploïde d'une des variétés de blé est 14. Combien de chromosomes aurait un tétraploïde  $(4n)$ ?





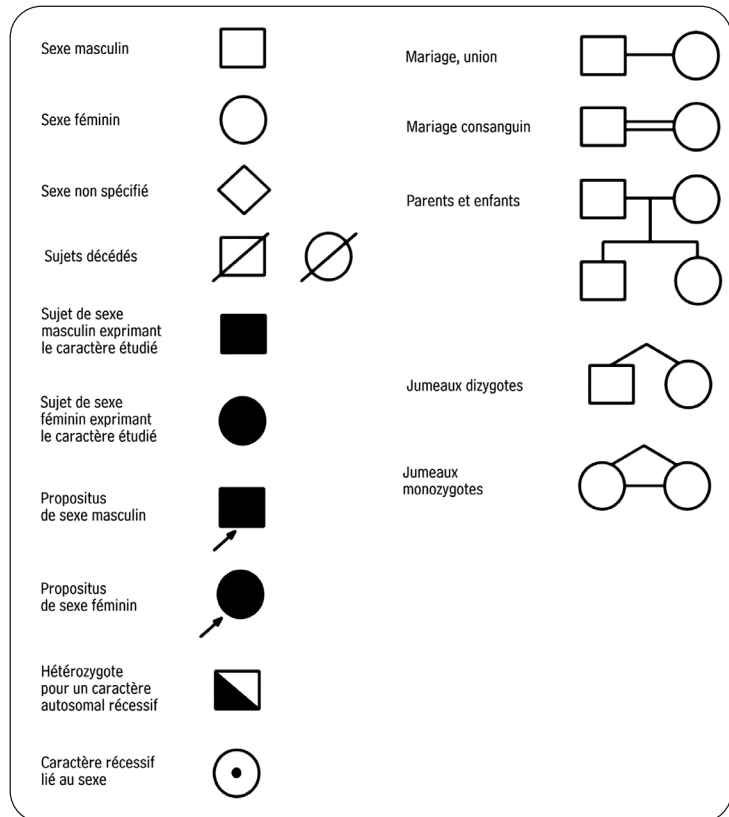
## 1.1.9. Méthodes de diagnostic génétique



méthode généalogique, méthode des jumeaux, méthode cytogénétique, consultations médico-génétiques, diagnostic prénatal, échographie, amniocentèse

Les principales méthodes de diagnostic en génétique humaine et médicale sont:

**Méthode généalogique** - elle étudie le génogramme (un pédigrée, un arbre généalogique). C'est une représentation graphique des membres d'une famille sur un même schéma (le plus souvent deux ou trois générations), indiquant les liens qui les unissent et des informations biomédicales. On utilise des symboles uniformes. Par cette méthode on peut établir la dominance ou la récessivité des allèles et leur localisation (sur les autosomes ou liés aux chromosomes sexuels).

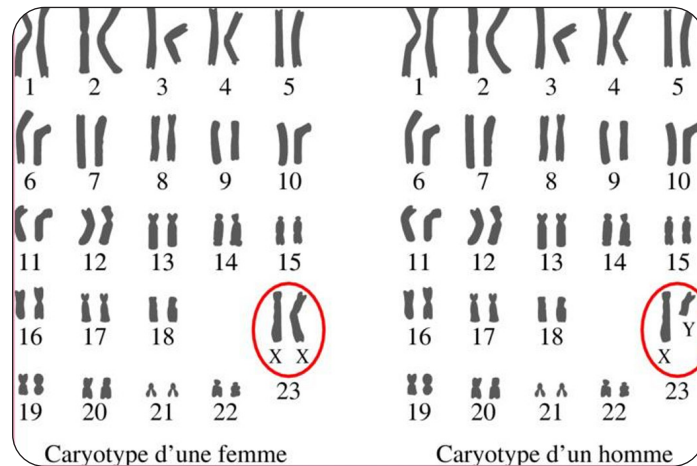


<https://monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=55898&demande=desc#>

**Méthode des jumeaux** - elle clarifie le rôle de l'hérédité et de l'environnement pour la formation d'un caractère. On étudie sa présence chez des jumeaux monozygotes et dizygotes en déterminant le degré de coïncidence du caractère suivi ou d'une maladie entre eux.

**Méthode cytogénétique** - on l'utilise pour détecter la présence de certaines maladies héréditaires par des techniques de coloration des chromosomes et leur disposition en paires de chromosomes homologues. Un tel arrangement s'appelle un *caryogramme*.

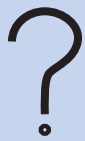
Le caryotype humain contient 46 chromosomes - 22 paires d'autosomes et 1 paire de chromosomes sexuels (XX ou XY).



<https://www.facebook.com/SVTUNISIE/photos/en-quoi-l%C3%A9tablissement-du-caryotype-dun-individu-apporte-t-il-des-renseignements/504459166241446/>

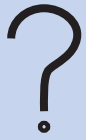
**La consultation médico-génétique** est l'un des moyens les plus efficaces pour détecter, prévenir, diagnostiquer, prédire et traiter les anomalies et les maladies héréditaires.

*Le diagnostic prénatal* s'effectue pendant la première moitié de la grossesse. Différentes méthodes sont utilisées - échographie, amniocentèse et autres. L'amniocentèse est une procédure d'extrait des cellules fœtales d'habitude entre la 15ème et la 20ème semaine du développement du fœtus. Ces cellules sont soumises à des analyses afin de dépister d'éventuelles maladies chromosomiques.



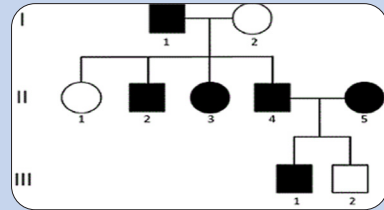
### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Utilisez les symboles appropriés et faites un pédigrée d'un caractère ou d'une maladie de votre choix, présent/e chez un membre de votre famille.
2. Les maladies d'une importance sociale majeure sont caractéristiques du mode de vie moderne. Ils font partie des principales causes de décès parmi la population. Quels facteurs du mode de vie moderne conduisent à de telles maladies? Quels organes et systèmes peuvent être affectés? Donnez des exemples.
3. Deux filles aux cheveux bouclés foncés et aux yeux bleus sont nées dans une famille. Dans une autre famille sont nés une fille et un garçon du groupe sanguin B. Du quel type de jumeaux s'agit-il dans les deux familles? Justifiez votre réponse.
4. Les chercheurs ont étudié les génomes de 19 paires de jumeaux monozygotes. Ils ont trouvé des différences dans de petites zones d'ADN dans leurs cellules somatiques. Comment ces différences génétiques pourront affecter la prédisposition aux maladies génétiques chez les jumeaux?



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

5. Le pédigrée montre la transmission d'un caractère héréditaire chez l'homme. Déterminez si le caractère illustré est récessif ou dominant. Formulez un problème correspondant à ce schéma.



6. Des paires de jumeaux monozygotes et dizygotes sont mis dans les mêmes conditions environnementales. Au fil du temps sont détectées des différences phénotypiques dans les paires. Quelle est la raison des différences chez les jumeaux monozygotes et chez les dizygotes?

7. Trouvez des faits intéressants sur des jumeaux monozygotes et les présentez devant la classe.



### 1.1.10. Anomalies génétiques et maladies chez l'homme. Anomalies et maladies chromosomiques



génétique médicale, anomalie, syndrome

**La génétique médicale** étudie l'hérédité pathologique et les causes des maladies génétiques chez l'homme.

Les anomalies et les maladies génétiques se divisent en deux grands groupes - chromosomiques et monogéniques. Elles sont appelées *syndromes* - un ensemble des signes et des symptômes qui caractérisent une maladie et qui se produisent simultanément.

Les anomalies et les maladies chromosomiques sont dues à des mutations chromosomiques et génomiques. Beaucoup d'entre elles mènent à la mort lors de la période embryonnaire (effet létal).

Les trisomies (un chromosome de plus dans le caryotype) sont plus courantes. Les monosomies (un chromosome de moins dans le caryotype) sont rares mais causent des dommages plus graves.

Les anomalies génétiques peuvent affecter les autosomes ou les chromosomes sexuels. La plupart des syndromes ont un effet sublétal (la mort survient avant l'âge de la maturité sexuelle).

Il existe plus de 6000 maladies génétiques héréditaires chez l'homme. Les plus connues sont:

### **Syndromes dus à une modification des autosomes:**

- *Le syndrome de Lejeune ou la maladie du "cri du chat"* est dû à une délétion du bras court du chromosome 5.

- *Le syndrome de Prader-Willi* est dû à une délétion du bras long du chromosome 15.

### **Syndromes dus à une modification du nombre d'autosomes (aneuploïdie):**

- *Le syndrome de Down* est dû à la trisomie 21 (de la 21ème paire de chromosomes). Le caryotype chez les filles est  $47\text{ XX} + 21$  et chez les garçons -  $47\text{ XY} + 21$ .

- *Le syndrome de Patau* est dû à la trisomie 13. Le caryotype chez les filles est  $47\text{ XX} + 13$  et chez les garçons -  $47\text{ XY} + 13$ .

- *Le syndrome d'Edwards* est dû à la trisomie 18. Le caryotype chez les filles est  $47\text{ XX} + 18$  et chez les garçons -  $47\text{ XY} + 18$ .

### **Syndromes dus à une aneuploïdie des chromosomes sexuels:**

#### *1. Aneuploïdie du chromosome X*

- *Le syndrome de Klinefelter* n'est présent que chez les hommes. Le caryotype est  $47\text{ XXY}$ .

- *Le syndrome de Turner* est la seule monosomie viable. Elle n'affecte que les femmes. Le caryotype est  $45\text{ XO}$ . Ce syndrome prouve que les deux chromosomes X sont importants pour le développement normal de l'organisme féminin.

- *Le syndrome de triple X* - le caryotype des individus est  $47\text{ XXX}$ .

#### *2. Aneuploïdie (trisomie) du chromosome Y*

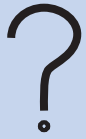
- *Le syndrome de double Y* - le caryotype des individus est  $47\text{ XYY}$ .



### **TESTEZ VOS CONNAISSANCES:**

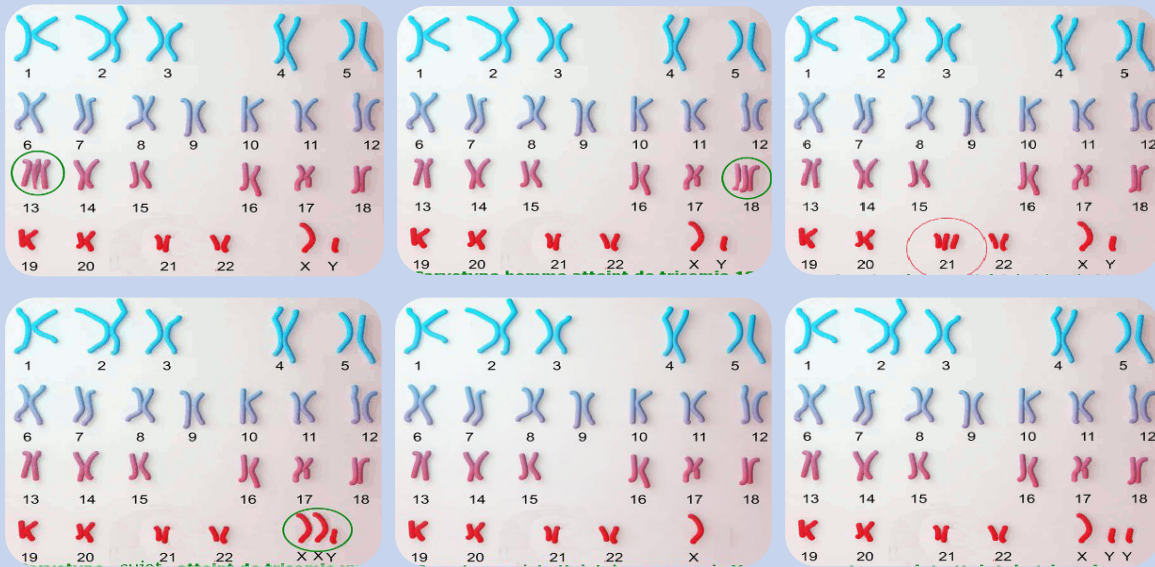
1. Quelles personnes sont soumises à une consultation médicale et génétique obligatoire?

2. Faites une présentation ou des affiches sur les syndromes humains - décrivez leurs symptômes et leur fréquence.



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

3. Reconnaissez les syndromes présentés sur les caryogrammes.



<https://www.camerecole.org/component/content/article/54-svy-terminale-c-d-et-e/844-les-previsions-en-genetique-humaine-fin.html?Itemid=101>



### 1.1.11. Anomalies monogéniques, maladies et prédispositions chez l'homme



monogéniques, prédisposition, gènes codants / régulateurs, hémoglobinopathies, enzymopathies, défaut pharmacogénétique

**Les anomalies et les maladies monogéniques** sont dues à des mutations géniques. On les appelle aussi maladies moléculaires.

Les gènes responsables de la synthèse des protéines cellulaires sont appelés **gènes codants**. Lors de la mutation d'un tel gène, la protéine respective est synthétisée, mais avec une structure, des propriétés et une activité modifiées.

Les gènes qui régulent les gènes codants sont appelés **gènes régulateurs**. Lors de la mutation d'un tel gène, la protéine correspondante n'est pas synthétisée.

**Les hémoglobinopathies** (hémoglobinoses et thalassémies) sont dues à des mutations des gènes codants ou régulateurs responsables de la synthèse de l'hémoglobine. Par exemple:

- la *drépanocytose* (ou anémie falciforme) est due à une mutation affectant le gène codant l'hémoglobine. Une hémoglobine S anormale est synthétisée, les érythrocytes obtiennent une forme de faucille et ont une courte durée de vie;

- l'*anémie de Cooley* est due à une mutation du gène régulateur d'hémoglobine. Il n'y a pas de synthèse d'hémoglobine normale, c'est la raison pour laquelle les érythrocytes sont de taille inégale et pauvres en hémoglobine.

**Les enzymopathies** sont des anomalies causées par des mutations des gènes codants la synthèse des enzymes qui catalysent le métabolisme cellulaire. La mutation d'un tel gène entraîne la synthèse d'une enzyme à structure et fonction modifiées et elle ne peut pas interagir avec le substrat correspondant. L'*albinisme* est un exemple d'enzymopathie.

**Les défauts pharmacogénétiques** sont dus à des troubles génétiques des enzymes participantes au métabolisme. Ils causent des modifications de l'action de nombreux médicaments (par ex. analgésiques, antibiotiques), dont certains provoquent des réactions allergiques. Les défauts pharmacogénétiques sont des *prédispositions* (à une maladie) et non des maladies.



#### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Faites une présentation ou une affiche sur les hémoglobinopathies et les enzymopathies.
2. L'albinisme est dû à une mutation structurale de l'enzyme qui catalyse la dernière réaction du processus de synthèse du pigment. Cela mène à un manque de produit final. Quel est ce produit (pigment)? Quelle partie de la structure de l'enzyme a changé de sorte qu'elle ne puisse pas remplir sa fonction? Rappelez-vous le mode d'action des enzymes et présentez-le schématiquement.
3. Pourquoi les défauts pharmacogénétiques sont des prédispositions et non des maladies?



## 1.2. Reproduction, croissance et développement individuel



### 1.2.1. Nature et formes de reproduction chez les animaux



reproduction, reproduction asexuée / sexuée, bourgeonnement, embryogenèse somatique, parthénogenèse, hermaphrodisme, espèces gonochoriques, dimorphisme sexuel, alternance de générations

**La reproduction** est le processus par lequel les organismes produisent de nouveaux organismes semblables à eux-mêmes. Elle assure l'existence des espèces et de la vie sur la Terre.

Il existe deux formes principales de reproduction: asexuée et sexuée.

Lors de **la reproduction asexuée** l'individu provient d'une ou de plusieurs cellules somatiques de l'organisme parent et il lui est complètement identique sur le plan génétique (un clone). La reproduction asexuée se déroule de plusieurs manières.

**Le bourgeonnement** - le bourgeon formé sur le corps du « parent » grandit, se sépare et commence une vie indépendante. De cette façon se multiplient l'hydre verte (d'eau douce), les méduses, les coraux, les ténias, etc.

**L'embryogenèse somatique** - fragmentation d'un individu en plusieurs parties et de chacune d'elles se forme un nouvel organisme. C'est typique pour certaines espèces d'étoiles de mer.

**La parthénogenèse** est un type particulier de reproduction. Il est caractéristique des invertébrés et des membres individuels de toutes les classes de vertébrés à l'exception des mammifères. La progéniture se développe à partir des ovules non fécondés (le cas des faux-bourçons dans les colonies d'abeilles). Le nouvel individu porte les traits héréditaires d'un des parents.

Lors de **la reproduction sexuée** le nouvel organisme se développe à partir d'un zygote, obtenu par la fusion de deux cellules spécialisées - les gamètes (les spermatozoïdes et les ovules). Elle crée une diversité génétique sur la Terre car le nouvel organisme combine les traits des deux formes parentales.

Les gamètes se forment dans des organes génitaux spécialisés - les gonades (les testicules et les ovaires).

Lorsque les testicules et les ovaires se développent dans un même individu, les espèces sont appelées hermaphrodites et le phénomène porte le nom d'**hermaphrodisme** (par ex. les escargots).

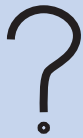
Il s'agit d'**espèces gonochoriques (à sexes séparés)** lorsque les gonades se développent dans des individus distincts. Dans la plupart des cas, outre les caractères sexuels primaires, les

mâles et les femelles diffèrent par des caractéristiques morphologiques - par ex. la taille, la couleur, la pilosité, etc. Ce phénomène est nommé **dimorphisme sexuel**.

La reproduction asexuée se déroule plus rapidement et par des mécanismes plus simples. Elle possède des avantages dans des conditions environnementales constantes.

La reproduction sexuée est plus répandue dans la nature qui génère de diversité. C'est une condition préalable pour faciliter l'adaptation aux conditions environnementales qui changent et pour l'évolution des organismes.

De nombreux animaux qui se multiplient de manière asexuée peuvent également se reproduire sexuellement. La parthénogenèse peut alterner avec la reproduction sexuée. Ce phénomène s'appelle "**alternance de générations**" et combine les avantages des deux formes de reproduction.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Remplissez les termes manquants dans le texte :

Grâce au processus de la ....., la vie sur Terre est conservée. Il a deux formes principales. Lors de la ....., le nouvel individu est identique au parent. La ..... est au fond de la biodiversité dans la nature. Le processus de la formation d'une génération d'œufs non fécondés s'appelle la .....

2. La Grande Barrière de Corail est le plus grand système de récifs coralliens et d'îles visibles à l'œil nu depuis l'Espace. C'est la plus grande structure, unique sur la Terre, créée par des organismes vivants. Chez les coraux, qui se reproduisent par bourgeonnement, les nouveaux individus ne se séparent pas du corps de l'organisme parental. Quel est le nom de la structure formée?

3. Le dimorphisme sexuel est très répandu chez les oiseaux. Donnez des exemples et décrivez les caractéristiques des individus mâles et femelles des différentes espèces d'oiseaux.

4. L'insecte phylloxéra est un ravageur de la vigne. Elle se caractérise par le phénomène "alternance de générations". Trouvez l'information nécessaire et expliquez les particularités de la propagation du phylloxéra.



## 1.2.2. Gamétogenèse et fécondation



gamétogenèse, spermatogenèse / ovogenèse, fécondation, réaction acrosomale

La reproduction sexuée se réalise par deux processus:

1) la **gamétogenèse** - la formation de cellules sexuelles fonctionnelles (les gamètes) avec un caryotype haploïde (n) - la **spermatogenèse** (la formation de spermatozoïdes) et l'**ovogenèse** (la formation d'ovules);

2) la **fécondation** - la fusion des gamètes.

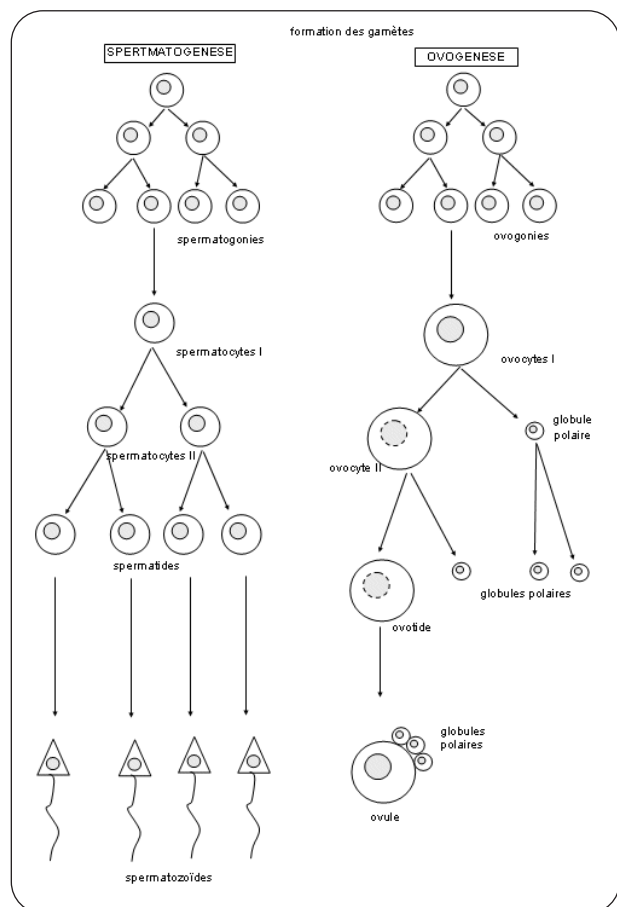
La spermatogenèse et l'ovogenèse se produisent de la même manière à travers trois phases:

1. Phase de multiplication - lors de cette phase se déroulent quelques mitoses successives et le nombre des cellules germinales primaires diploïdes (2n) augmente.

2. Phase d'accroissement - certaines de ces cellules cessent de se diviser et augmentent leur volume. La croissance considérable du volume des cellules est plus évidente lors de l'ovogenèse en raison du stockage des nutriments de réserve pour nourrir le futur embryon.

3. Phase de maturation - comprend le processus de la méiose, pendant lequel l'ensemble chromosomique est réduit et les cellules deviennent haploïdes (n). Lors de la spermatogenèse, suite des deux divisions méiotiques à partir d'une cellule diploïde sont obtenues 4 cellules haploïdes. Lors de l'ovogenèse d'une cellule diploïde 4 cellules haploïdes en résultent dont 1 ovule et trois globules polaires. Les globules polaires ne participent pas aux processus sexuels, ils dégèrent. Leur rôle est de séparer les chromosomes en excès pendant la méiose.

La spermatogenèse se poursuit d'une phase de différenciation - de formation de la forme spécifique du spermatozoïde - une tête qui abrite le noyau et l'acrosome, une partie intermédiaire



[http://svt.ac-dijon.fr/schemasvt/IMG/gamet\\_formation.gif](http://svt.ac-dijon.fr/schemasvt/IMG/gamet_formation.gif)

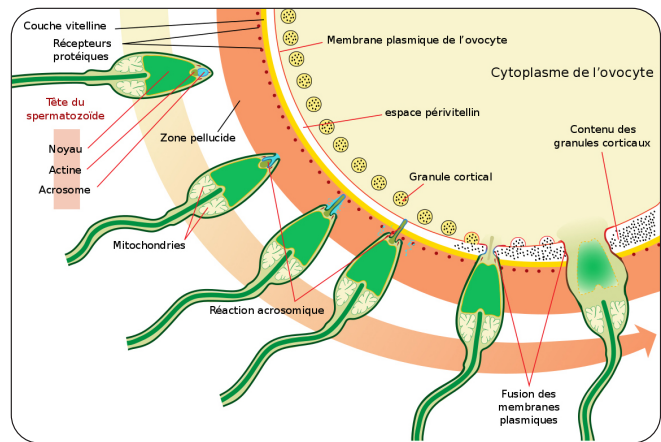
qui contient de nombreuses mitochondries et une queue (flagelle) qui sert au mouvement.

Dans l'espèce humaine, la spermatogenèse est un processus continu - elle commence au début de la puberté et diminue progressivement avec l'âge. L'ovogenèse est un processus interrompu - elle commence au cours du développement embryonnaire, s'interrompt à la naissance jusqu'à la puberté et s'arrête complètement avec le début de la ménopause.

**La fécondation** est le processus de la fusion des noyaux des deux gamètes. Un zygote (embryon unicellulaire) est formé et l'ensemble chromosomique diploïde est restauré. La fécondation peut être externe ou interne:

La fécondation externe a lieu dans un milieu aquatique et est typique des animaux aquatiques et des amphibiens. Pour augmenter la possibilité de fécondation, les gamètes mâles et femelles doivent être pondus à proximité, en même temps et en quantité suffisante.

La fécondation interne est caractéristique pour les animaux terrestres et des mammifères aquatiques secondaires (le dauphin, la baleine). L'introduction du sperme dans le tractus génital féminin se fait par un organe copulateur. Lorsqu'ils atteignent l'ovule, les spermatozoïdes dégagent des enzymes acrosomiques, qu'ils utilisent pour passer à travers ses membranes (une réaction acrosomale). Une fois le spermatozoïde pénétré dans le cytoplasme de l'ovule, celui-ci forme une membrane fertilisante pour empêcher la pénétration d'autres spermatozoïdes. Les noyaux des deux cellules fusionnent pour former le noyau diploïde de la cellule œuf (le zygote). Si plusieurs spermatozoïdes pénètrent dans l'ovule, le noyau d'un seul participe à la fusion, les autres sont détruits.



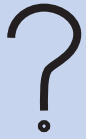
[https://fr.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9condation\\_humaine#/media/Fichier:Acrosome\\_reaction\\_diagram\\_fr.svg](https://fr.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9condation_humaine#/media/Fichier:Acrosome_reaction_diagram_fr.svg)



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Comment les facteurs environnementaux peuvent affecter la réalisation de la fécondation externe?
2. Quel est le rôle des enzymes dans la réaction acrosomale?
3. Remplissez les termes manquants dans le texte:

Le processus de la formation des gamètes matures est appelé ..... . La formation des spermatozoïdes est appelée ..... et s'effectue dans les ....., tandis que celle



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

des ovules est appelée ..... et se déroule dans les .....  
 Le processus de fusion des deux gamètes s'appelle la ..... lors  
 de laquelle se forme un .....

4. Indiquez les différences entre les processus de la spermatogenèse et l'ovogenèse.

5. Le tableau ci-dessous contient des informations relatives à la spermatogenèse chez un homme en bonne santé. Remplissez les blancs:

Séquence des phases	Caryotype des cellules à la fin de la phase	Nombre de chromosomes	Type de division cellulaire
1.	2n (diploïde)		
2. accroissement			-----
3. maturation			
4.		23	-----

6. Dans quel organe de l'organisme féminin (chez l'homme) s'effectue la fécondation interne?



### 1.2.3. Développement individuel

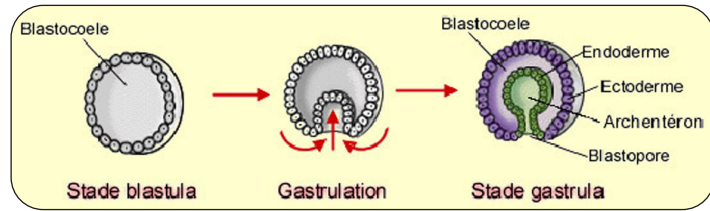
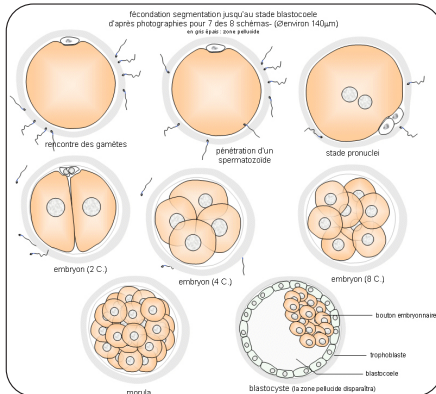


développement individuel, période embryonnaire / post-embryonnaire, développement direct / indirect, métamorphose

Chez les espèces à reproduction sexuée chaque organisme provient d'un zygote. Le développement individuel (l'ontogenèse) englobe tous les processus de la formation de la cellule œuf jusqu'à la mort de l'organisme. Il s'effectue en deux périodes - embryonnaire et post-embryonnaire.

**La période embryonnaire** commence par la formation du zygote et se termine par la naissance ou l'éclosion de l'œuf. L'embryon grandit et se développe aux dépens des nutriments de réserve dans l'œuf ou dans le corps de la mère. La période embryonnaire se déroule en trois étapes successives:

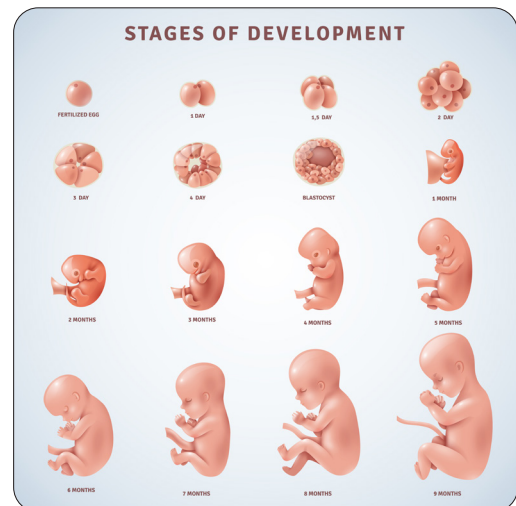
**1. La segmentation (fragmentation)** - lors de plusieurs mitoses rapides successives est obtenu un embryon multicellulaire monocouche (*blastula*). Sa taille ne dépasse pas celle du zygote (l'augmentation du nombre de cellules entraîne une diminution de leurs tailles).



- 1) [http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gif/fecond\\_premstad.gif](http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gif/fecond_premstad.gif)
- 2) [https://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_09/i\\_09\\_cr/i\\_09\\_cr\\_dev/i\\_09\\_cr\\_dev.html](https://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_09/i_09_cr/i_09_cr_dev/i_09_cr_dev.html)

**2. La gastrulation** - cette étape se caractérise par la croissance et la division des cellules, ainsi que par la formation de couches germinales (feuilles embryonnaires) - l'ectoderme, le mésoderme, l'endoderme. Initialement se forme une *gastrula* à deux couches - une couche ecto- et une couche endodermique (par ex. chez les coraux, les méduses et les hydres). Chez la plupart des autres animaux elle comporte les trois couches.

**3. Organogenèse** - la période englobe une reproduction, une différenciation et une spécialisation des cellules des trois couches; des tissus et des organes se forment. Chez les animaux à trois couches, les mêmes organes sont formés à partir de la même couche germinale.



[https://fr.freepik.com/vecteurs-libre/stades-du-developpement-embryonnaire-humain\\_4279318.htm](https://fr.freepik.com/vecteurs-libre/stades-du-developpement-embryonnaire-humain_4279318.htm)

**La période post-embryonnaire** commence par l'éclosion de l'œuf ou la naissance et se termine par la mort de l'individu. Le nouvel organisme vit de façon autonome et se nourrit aux dépens des nutriments de l'environnement. Pendant cette période, les processus de croissance et de développement sont très marqués. **La croissance** peut être illimitée et se poursuit jusqu'à la mort de l'organisme (poissons, reptiles). Chez les oiseaux et les mammifères (humains), la croissance se termine à un certain âge. **Le développement** est spécifique à chaque espèce et est régulé par les hormones des glandes endocrines. Le développement peut être direct ou indirect.



En ce qui concerne le développement direct (chez la plupart des vertébrés), les nouveau-nés et les individus nouvellement éclos ressemblent aux adultes. Des changements se produisent dans la taille, les proportions du corps et le système reproducteur.

Au cours du développement indirect (chez certaines espèces des invertébrés et les amphibiens), une larve éclot de l'œuf. Sa transformation en individu adulte (imago) est appelée métamorphose (des transformations morphologiques et physiologiques). La métamorphose complète comprend quelques phases - la larve se transforme en chrysalide (pupe) d'où l'imago émerge. Lorsque la larve devient directement un imago on parle de métamorphose incomplète.

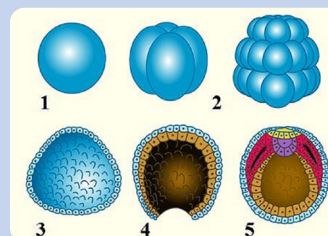
Grâce à la métamorphose, l'espèce exploite davantage les ressources de l'environnement (la nourriture, l'habitat, etc.)



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quelle est la raison pour laquelle la blastula ne dépasse pas la taille du zygote? Dans quel organe de l'organisme féminin commencent les étapes initiales du développement embryonnaire?

2. Reconnaissez les étapes du développement embryonnaire présentées sur le schéma. Dessinez-les dans vos cahiers.



<https://infourok.ru/urok-po-teme-embrionalniy-period-ontogeneza-1748217.html>

3. Recherchez et notez dans le tableau quels organes et systèmes se forment par chaque couche germinale chez les vertébrés.

Couche germinale	Organes et systèmes
Ectoderme	
Mésoderme	
Endoderme	

4. Indiquez quelles sont les hormones impliquées dans le contrôle de la croissance et du développement des organismes.

5. Mettez dans le bon ordre les processus suivants:

1. naissance / éclosion de l'individu; 2. formation d'un zygote; 3. formation de couches germinales; 4. fécondation; 5. spécialisation des cellules; 6. formation de tissus et d'organes; 7. croissance et développement; 8. mort



## 1.2.4. Espérance de vie, vieillissement et mort



### vieillesse, mort, régénération

L'espérance de vie est un trait spécifique à l'espèce et est génétiquement déterminée. Les conditions de vie jouent également un rôle important. Elle peut être naturelle (maximale) et moyenne. Chez certaines espèces, l'espérance de vie coïncide avec la fin de la période d'activité sexuelle (les poissons), chez d'autres espèces - elle dépasse la période de procréation.

**Le vieillissement** se caractérise par des changements morphologiques, physiologiques et biochimiques qui entraînent une diminution de l'intensité des processus vitaux et de la capacité vitale de l'organisme. C'est la dernière étape du développement individuel.

**La mort** (l'arrêt irréversible de l'activité vitale) peut être *physiologique* (naturelle) - le résultat du vieillissement naturel du corps, et *précoce* (pathologique) - causée par un facteur externe (par ex. une maladie). Les arrêts cardiaque et respiratoire entraînent *la mort clinique*. Dans certains cas, elle est réversible, mais lorsque l'activité nerveuse est arrêtée (la mort cérébrale), *la mort biologique* en résulte.

**La régénération** est le processus de reconstitution des parties détruites ou amputées du corps (cellules, tissus, organes). *La régénération physiologique* est la reconstitution continue ou périodique des cellules usées (épiderme, érythrocytes, épithélium intestinal). *La régénération réparatrice* est associée à la reconstitution d'une partie détruite ou amputée du corps.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Donner des exemples de changements morphologiques, physiologiques et biochimiques au cours du vieillissement.

2. Les cellules des organes internes des animaux supérieurs sont hautement spécialisées et n'ont pas la capacité de se régénérer. Chez l'homme un seul organe en fait exception. Quel est cet organe et comment sa capacité est appliquée en médecine?

3. Quel type de régénération est la reconstitution de la queue du lézard?

4. L'étoile de mer est apparue sur la Terre il y a environ 480 millions d'années. Aujourd'hui, environ 1 500 espèces sont connues. Certaines d'entre elles ont la capacité d'arracher un ou tous leurs bras en cas de danger et parviennent ainsi à tromper le prédateur qui les a attaquées. Les bras peuvent repousser. De plus, certaines espèces peuvent également développer un nouvel organisme à partir d'un bras détaché. Par quels processus on peut expliquer ces faits?

## 2. Biosphère

### 2.1. Population, biocénose, écosystème



<https://www.city.bg/article/22-april-svetoven-den-na-zemyata>



## 2.1.1. L'écologie en tant que science. Nature et hiérarchie de la matière vivante



microsystème, mésosystème, macrosystème, population, biocénose, écosystème, biosphère, écologie

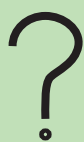
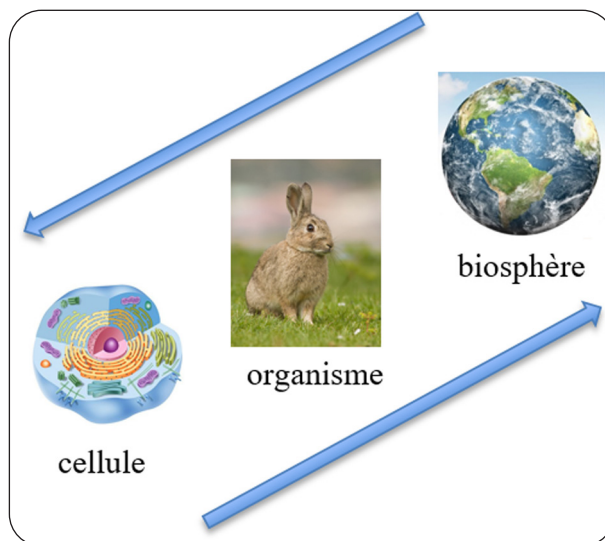
La nature vivante est un système complexe bien organisé, composé de niveaux hiérarchiquement ordonnés, cohérents et de plus en plus complexes. Les principaux systèmes biologiques sont la cellule (**microsystème**), l'organisme (**mésosystème**) et la biosphère (**macrosystème**). Les cellules sont l'unité structurale et fonctionnelle de base des organismes tandis que les organismes sont le constituant principal de la biosphère.

La **biosphère** comprend tous les biosystèmes composés d'organismes -

**population** (forme d'existence de l'espèce), **biocénose** (communautés de populations de différentes espèces sur un territoire donné), **écosystème** (unité entre les organismes et l'environnement).

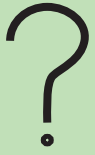
Des relations complexes existent entre la matière animée (vivante) et la matière inanimée (non-vivante) sur la Terre, qui s'expriment par les cycles biogéochimiques et le flux d'énergie (la principale condition de la vie).

Les relations des organismes entre eux-mêmes, ainsi que celles des organismes avec l'environnement font l'objet de l'**écologie**. L'étude des lois et des phénomènes environnementaux contribue à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles, à la protection de l'environnement, au maintien de l'équilibre écologique et au développement durable.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Exprimez schématiquement la relation entre les principaux biosystèmes (cellule, organisme, biosphère) en indiquant les biosystèmes intermédiaires. Quelle est la conclusion qu'on peut faire en observant les biosystèmes en ordre croissant et vice versa?



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

2. L'écologie est en relations étroites avec plusieurs sciences. Quelles sont-elles? Donnez des exemples de l'influence de chaque science sur le développement de l'écologie?

3. Faites des recherches et informez la classe sur: Les étapes de développement de l'écologie en tant que science depuis sa création en 1866 jusqu'à nos jours. Quel est l'objet de l'écologie appliquée et quelles sont ses principales branches?



## 2.1.2. Population et espèce



espèce, aire de répartition, isolement reproductif, endémiques, cosmopolites

L'**espèce** est la plus petite unité systématique existant dans la nature à travers des groupes appelés populations qui occupent un territoire donné (aire de répartition de l'espèce). Elles sont **isolées** des populations d'autres espèces sur le **plan reproductif** (ils ne peuvent pas se croiser les uns avec les autres).

**La population** est la principale unité écologique et représente un ensemble d'individus d'une espèce qui ont des caractéristiques morphologiques et physiologiques communes, habitent une partie de l'aire de répartition de l'espèce, ont des exigences similaires envers les facteurs environnementaux, se croisent effectivement et peuvent engendrer une progéniture viable et féconde.

**L'aire de répartition** de l'espèce peut être un territoire (terre) ou une zone aquatique (eau). Ses limites ne sont pas clairement définies. Chaque espèce a un nombre différent de populations qui dépend de la mobilité de l'espèce et du relief.

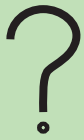
Il existe trois types principaux de populations: géographique, écologique (métapopulation) et locale (élémentaire).

**La population géographique** est typique des espèces habitant de grandes aires de répartition et vivant dans des conditions relativement homogènes. Les populations distinctes sont isolées les unes des autres par des barrières naturelles et les individus sont isolés sur le plan reproductif. Cet isolement est une condition préalable à l'apparition de divers traits au sein de l'espèce.

**La population écologique** occupe une plus petite partie de l'aire de répartition de l'espèce et est déterminée par l'influence de facteurs écologiques plus spécifiques. Les individus des différentes populations écologiques ne sont pas complètement isolés et les différences entre eux sont moindres.

**La population locale** se forme au sein de la population écologique lorsque les conditions environnementales sont hétérogènes. C'est le type le moins nombreux qui occupe la plus petite partie de l'aire de répartition de l'espèce. Les individus sont constamment en contact les uns avec les autres et se croisent effectivement. L'étude des populations locales est le moyen le plus simple d'étudier l'espèce.

Les espèces représentées par une seule population sont nommées **endémiques**. Les espèces omniprésentes sont appelées **cosmopolites**.



#### • TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Donnez les définitions de la population et de l'espèce et indiquez la principale différence.
2. Quel est l'impact de l'isolement reproductif sur le développement des différentes populations?
3. La coccinelle à sept points est répandue en Europe, en Asie et en Amérique du Nord. À quel type de population correspond cet exemple?
4. Donnez des exemples d'espèces endémiques en Bulgarie et d'espèces cosmopolites.





## 2.1.3. Composition et structure de la population

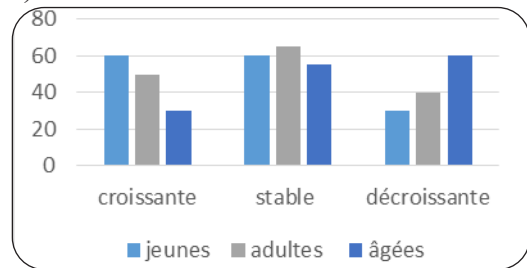


composition par âge et sexe, structure démographique, structure spatiale, structure éthologique

Chaque population possède ses propres composition et structure. Toutes les espèces se caractérisent par une structure démographique, une structure spatiale et la plupart des espèces animales ont une structure éthologique (comportementale).

**La structure démographique** est déterminée par l'âge et par le sexe des individus de la population.

**La composition par âge** est le nombre d'individus de différents groupes d'âge - jeunes, adultes (sexuellement matures) et âgées. L'avenir de la population dépend du rapport entre les individus des trois groupes - la population peut être croissante, stable ou décroissante.



**La composition par sexe** (chez les espèces hétérosexuelles) est déterminée par le rapport entre les individus mâles et femelles dans le groupe des adultes (sexuellement matures). Il existe des espèces monogames (le rapport entre les mâles et les femelles est de 1:1), des espèces polygames (prédominance des femelles) et des espèces polyandres (prédominance des mâles).

La composition par âge et par sexe dépend des caractéristiques biologiques et des conditions de vie de l'espèce.

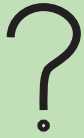
**La structure spatiale** se caractérise par la distribution des individus sur le territoire. Elle peut être *régulière* (si les conditions de vie sont les mêmes et en présence de relations hostiles), *aléatoire* (si les conditions de vie sont les mêmes et en absence de relations hostiles) ou *en amas* (le type le plus fréquent).

**La structure éthologique** est le résultat des relations entre les individus de la population animale qui forment des rassemblements. De différents groupes d'organismes se forment:

*Les groupements temporaires* se forment lorsqu'il y a une abondance de nourriture, d'eau ou pour se protéger des ennemis et surmonter les obstacles.

*Les groupes familiaux* comprennent les parents et une ou plusieurs progénitures (les troupes des lions). Ils ont des durées d'existence différentes. Il leur est caractéristique la protection et la prise en charges des petits par les parents.

*Les groupes non familiaux* comprennent des individus entre lesquels existe une hiérarchie bien définie et qui utilisent l'expérience du leader. Ils sont importants pour la survie de la population et portent de différents noms en fonction de l'espèces - troupeau, meute, passage, etc.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quel rapport d'organismes dans les trois groupes d'âge menace une population d'extinction?
2. Donnez des exemples d'animaux monogames, polygames, polyandres.
3. Représentez graphiquement les types de structure spatiale de la population (de manière régulière, aléatoire, en amas).
4. Les différences de fréquence des gènes de la population déterminent sa structure génétique. Utilisez vos connaissances en génétique et commentez comment le manque de réserve génétique affecte la population lorsque les conditions environnementales changent.
5. Recherchez pourquoi le nombre total des individus de la population de certaines espèces est important pour son existence normale.



## 2.1.4. Propriétés des populations



nombre, densité, natalité, mortalité, survie, processus migratoires, dynamique des populations, fluctuation de population, calamité

La stabilité et l'existence des populations dépendent de leurs propriétés - nombre, densité, natalité, mortalité, processus migratoires.

**Le nombre d'individus** d'une population peut être déterminé si l'espèce mène un mode de vie fixe ou peu mobile, ou si les individus sont de grandes dimensions. Il n'est pas constant et dépend des conditions environnementales et des caractéristiques biologiques de l'espèce. Lorsqu'il est difficile de déterminer le nombre d'une population on utilise la propriété **densité** (le rapport du nombre d'individus par unité de surface ou de volume).

**La natalité (N)** est le nombre de nouveaux individus (résultat de la reproduction) obtenus par unité de temps. Elle dépend de nombreux facteurs - la composition par sexe et par âge de la population, le nombre de progénitures par saison reproductive, la fertilité des femelles. La fertilité est un trait spécifique à l'espèce.

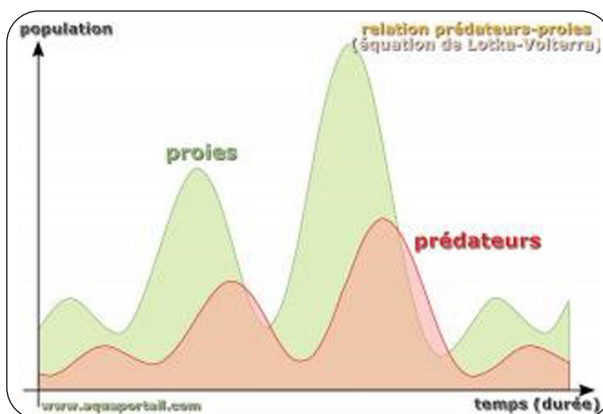
**La mortalité (M)** est le nombre d'individus morts par unité de temps. Elle dépend de nombreux facteurs tels que l'hérédité, les conditions environnementales défavorables, la présence

de prédateurs, etc. La mortalité est différente selon les groupes d'âge de la population - elle est la plus élevée dans le groupe des jeunes.

Le nombre d'individus de la population est déterminée par la **survie** (=  $N - M$ ).

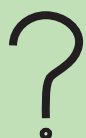
**Les processus migratoires** sont caractéristiques pour les populations d'espèces animales. Ils sont de trois types: *émigration* (des individus quittent leur population), *immigration* (des individus rejoignent une autre population de l'espèce), *migration* (des départs et des retours périodiques d'individus).

**La dynamique de la population** s'exprime par des changements périodiques ou non périodiques du nombre d'individus et de la densité de la population sous l'influence de divers facteurs. **Les fluctuations de la population** sont des variations périodiques et cycliques, typiques pour les populations des prédateurs et des proies: L'augmentation du nombre des proies mène à l'augmentation du nombre des prédateurs; ceci conduit à son tour à une réduction du nombre des proies, respectivement ensuite une réduction du nombre des prédateurs; par la suite, le nombre des proies augmente à nouveau et le cycle se poursuit.



<https://www.aquaportail.com/definition-11184-relation-predateur-proie.html>

L'augmentation brusque du nombre d'individus d'une population est appelée **calamité** qui est caractéristique des souris, des rats, des criquets, etc.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Faites un graphique de l'évolution du nombre d'une population au cours du temps lors d'une: A) abondance des ressources et B) pénurie de ressources.
2. En printemps, dans une forêt les conditions écologiques étaient extrêmement favorables, c'est pourquoi 52 lapins y ont migré. La même saison dans cette population sont nés 158 lapins. Parmi ceux-ci 88 ont atteint la maturité sexuelle. Calculez le nombre d'individus de la population pendant cette saison.
3. Le tableau présente des données sur le nombre de crustacés Balanus glandula à différents âges. Calculez le nombre moyen de la population de Balanus glandula. À quel âge la mortalité est la plus élevée et pourquoi?

Âge / années	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nombre d'organismes	145	62	34	20	16	11	7	2	2	0



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

4. Expliquez ce qui cause les calamités et quelles sont leurs conséquences.
5. Recherchez les causes des migrations chez les animaux. Quels types de migrations existent? Donnez des exemples.



## 2.1.5. Biocénose - nature et composition



biocénose (communauté), biotope, producteurs (autotrophes), consommateurs (hétérotrophes), décomposeurs

La **biocénose** est une **communauté** de populations de différentes espèces qui coexistent sur une aire déterminée et qui entrent dans des relations diverses et complexes les unes avec les autres. Ils sont en relations constantes avec le **biotope** (partie homogène du milieu non vivant). La composition de la biocénose est relativement constante et comprend des représentants de la *phytocénose* (plantes), la *zoocénose* (animaux), la *mycocénose* (champignons) et la *microbiocénose* (micro-organismes).

L'espèce qui prédomine en nombre et en rôle et qui détermine l'apparence et le nom de la biocénose est appelée **dominante** (le plus souvent une espèce végétale).

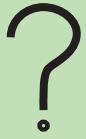
Il existe différents types de biocénoses: selon le type de biotope - terrestres et aquatiques, selon la diversité des espèces - simples (pauvres en espèces) et complexes (riches en espèces), selon le mode d'origine - naturelles et artificielles (créées par l'homme).

Du point de vue fonctionnel on distingue trois groupes d'organismes:

**Des producteurs** (phytocénose) - organismes autotrophes qui produisent des substances organiques à partir de substances inorganiques (les organismes photosynthétiques).

**Des consommateurs** (zoocénose) - organismes hétérotrophes qui utilisent de la matière organique produite par d'autres organismes. Il existe des consommateurs primaires (C1) - herbivores; consommateurs secondaires (C2) - carnivores; consommateurs tertiaires (C3) - carnivores (superprédateurs - qui se nourrissent avec d'autres carnivores) et parasites.

**Des décomposeurs** (microbiocénose et mycocénose) qui transforment la matière organique des débris des organismes en substances inorganiques.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quelles sont les différences entre les organismes autotrophes et les hétérotrophes?
2. Comment expliquez-vous le fait naturel que les espèces herbivores ont un nombre d'individus beaucoup plus élevé que les populations de prédateurs?
3. Expliquez ce qui se passerait dans l'Arctique si le nombre d'ours polaires diminuait fortement?



## 2.1.6. Structure de la biocénose. Niche écologique



structure morphologique, consortium, synusie, structure fonctionnelle, niveaux trophiques, chaîne alimentaire, réseau alimentaire, pyramide écologique, biomasse, structure écologique, niche écologique

Les organismes de la biocénose sont en relations constantes les uns avec les autres et avec les facteurs environnementaux. La biocénose est caractérisée par une structure morphologique (spatiale), fonctionnelle et écologique.

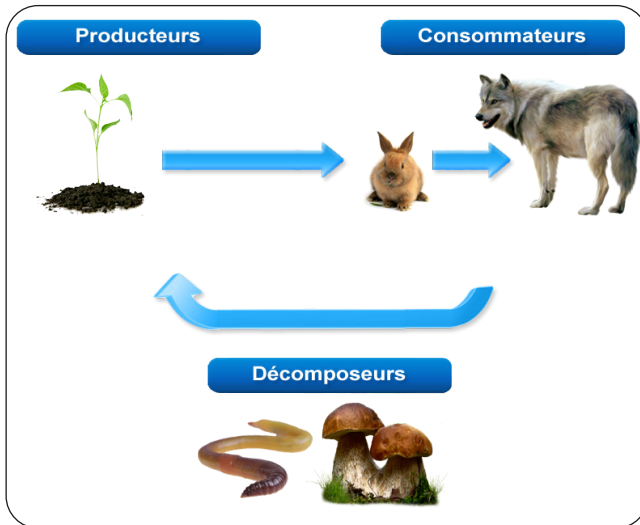
**La structure morphologique** de la biocénose est déterminée par la distribution des organismes dans l'espace et a une grande importance pour l'utilisation maximale des ressources naturelles.

*La structure verticale* est caractéristique principalement pour la phytocénose et s'exprime par la stratification. Elle diffère en fonction de différentes conditions environnementales. L'exemple le plus évident est la forêt. Le nombre de strates chez les plantes est déterminé par la différente intensité de la lumière qui atteint chaque niveau et est liée à son utilisation maximale. La distribution verticale chez les animaux n'est pas très bien marquée.

*La structure horizontale* de la biocénose est liée à la répartition des organismes et est basée sur les relations nutritionnelles entre eux. Les organismes forment des associations (sociétés) appelées **consortiums** dont le rôle est de garantir l'utilisation maximale des aliments dans la biocénose et la consommation d'énergie la plus faible. L'individu de l'espèce dominante est appelée *déterminant*. Il est en relations avec tous les individus d'autres espèces qui trouvent des conditions de vie convenables.

L'ensemble des consortiums dont le déterminant est de la même forme végétale (arbres, arbustes, herbes) est appelé **synusie**.

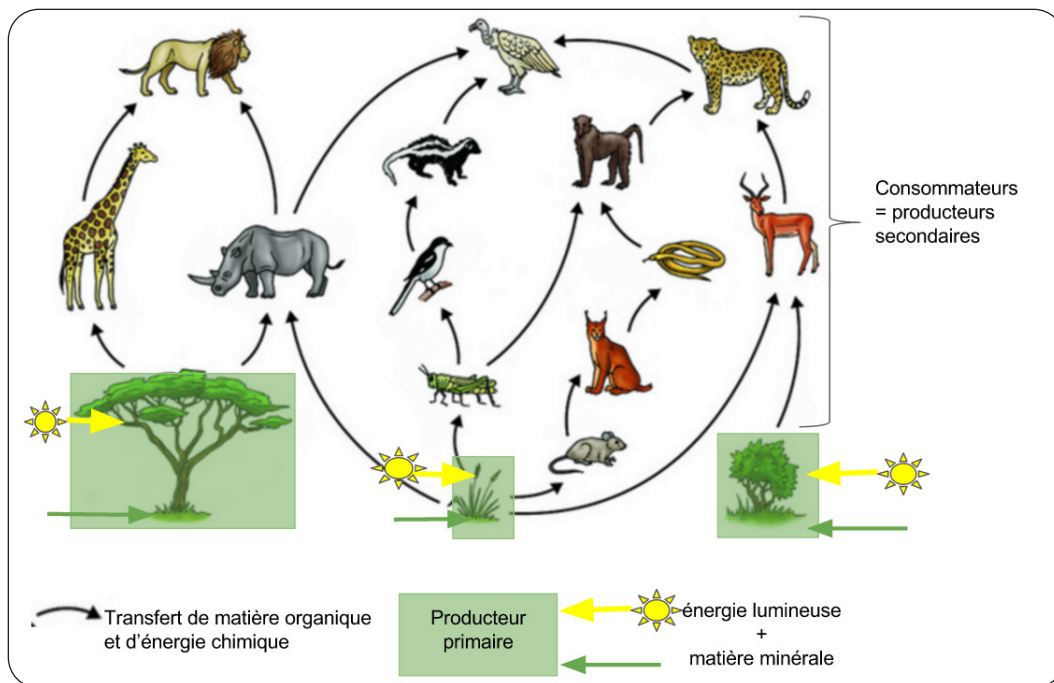
La **structure fonctionnelle** représente les relations complexes entre les organismes dans la biocénose qui assurent les cycles biogéochimiques et le flux d'énergie. Elle s'exprime à travers les niveaux trophiques (alimentaires) - producteurs (P), consommateurs (C) et décomposeurs (D).



[http://www.vulgarisation-scientifique.com/wiki/Dictionnaire/Cha%C3%A9ne\\_alimentaire](http://www.vulgarisation-scientifique.com/wiki/Dictionnaire/Cha%C3%A9ne_alimentaire)

Le transfert successif de substances et d'énergie à travers les niveaux trophiques (P → C → D) est appelé **chaîne alimentaire**. Dans les biocénoses complexes se forment **des réseaux alimentaires** (une espèce peut participer à plusieurs chaînes).

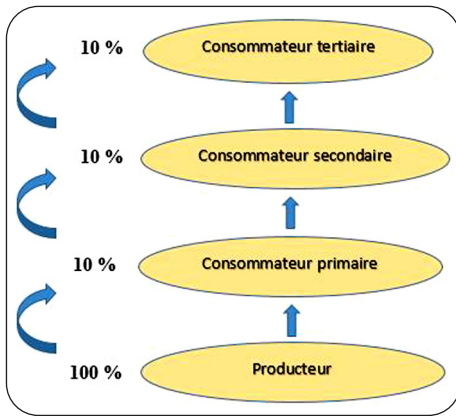
Les chaînes et les réseaux alimentaires représentent un indicateur qualitatif du transfert de matière et d'énergie dans la biocénose. Les changements quantitatifs sont représentés graphiquement par des **pyramides écologiques**. Il existe trois types de pyramides: *pyramide des nombres* - présentant le nombre d'individus dans



<https://www.afterclasse.fr/fiche/589/matiere-et-energie-les-besoins-des-etres-vivants/schema>

les différents niveaux alimentaires, *pyramide des biomasses* (la quantité de la matière organique sèche à un moment donné par unité de surface ou de volume) - exprimant le rapport de la matière organique accumulée dans chaque niveau alimentaire, *pyramide des énergies* qui exprime la quantité d'énergie accumulée dans



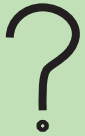


la biomasse de chaque niveau de la chaîne alimentaire. Dans chaque niveau trophique supérieur la quantité d'énergie diminue progressivement (la règle des 10%). De ce fait, le nombre des niveaux dans les chaînes alimentaires est limité.

Les groupes écologiques d'organismes (la composition des espèces) et les niches écologiques qu'elles occupent déterminent la **structure écologique** de la biocénose.

**Une niche écologique** est la position fonctionnelle qu'une population de l'espèce occupe (son rôle dans les relations alimentaires) et son rapport aux facteurs environnementaux. Dans

certains cas, des populations d'espèces différentes peuvent occuper la même niche écologique mais dans des zones géographiques distinctes. Les individus de ces populations sont appelés *équivalents écologiques* - par ex. le kangourou en Australie et le bison en Amérique du Nord.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quelles sont les régions de la Terre où le nombre de strates de la phytocénose est le plus grand et respectivement le plus petit? Donnez une explication.
2. Utilisez les organismes suivants - puceron, merle noir, araignée, rosier, coccinelle, faucon - pour:
  - A. Créez une chaîne alimentaire.
  - B. Indiquez le nombre des niveaux trophiques.
  - C. Lequel des organismes joue le rôle de consommateur primaire (C1)?
3. Créez une chaîne alimentaire dont le producteur fait partie d'une espèce d'arbres. Intégrez cette chaîne dans un réseau alimentaire où il n'y a pas d'autres producteurs. Si la population du producteur diminue considérablement (en raison de l'exploitation forestière ou d'un ravageur), comment cela affectera le nombre de populations aux autres niveaux trophiques du réseau alimentaire?
4. Les pyramides des nombres et des biomasses peuvent être inversées. Donnez des exemples et expliquez les raisons de leur existence. Représentez-les graphiquement.
5. Lequel des trois types de pyramides écologiques rend compte de ses résultats le mieux et pourquoi?
6. Si l'énergie au niveau des producteurs est de 100%, calculez la quantité d'énergie que les C1, C2 et C3 recevront.
7. Pourquoi le kangourou et le bison sont des équivalents écologiques? Donnez d'autres exemples.



## 2.1.7. Ecosystème - structure et fonctionnement



écosystème, productivité, facteurs limitants

L'**écosystème** représente l'interaction de biocénose et de biotope. Le fonctionnement de cette structure s'effectue à travers les cycles biogéochimiques et le flux d'énergie. L'écosystème est l'unité structurale et fonctionnelle de base de la biosphère.

La diversité des biotopes sur la Terre détermine la diversité des écosystèmes - terrestres et aquatiques; selon leur origine les écosystèmes se divisent en naturels et artificiels, et selon la diversité des espèces ils sont simples et complexes. Les écosystèmes complexes sont durables et peuvent exister longtemps.

Une caractéristique importante de tout écosystème est sa **productivité** - la quantité de matière organique produite par la biocénose de l'écosystème par unité de temps. Cela dépend de la vitesse à laquelle les producteurs absorbent la lumière lors de la photosynthèse.

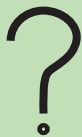
Il existe plusieurs types de productivité:

*Productivité primaire totale (PPT)* - la quantité totale de la matière organique synthétisée par les producteurs.

*Productivité primaire nette* - la quantité de la matière organique accumulée dans la phytocénose après que les plantes se sont servi d'une partie de la PPT pour leurs propres besoins et qui peut être utilisée par les consommateurs primaires (C1).

*Productivité secondaire* - la quantité de la matière organique accumulée dans la zoocénose qui peut être utilisée par les C2 et C3.

La productivité de l'écosystème dépend de l'intensité d'ensoleillement, de la présence de minéraux, d'eau, etc. Il existe **des facteurs limitants** qui déterminent le seuil de la productivité des écosystèmes (par ex. l'eau sur la terre, la chaleur dans les régions polaires).



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Expliquez pourquoi les écosystèmes complexes sont plus résilients et peuvent exister plus longtemps que les écosystèmes simples.
2. Quels de différents types d'écosystèmes ont une productivité plus élevée? Justifiez votre réponse.
3. Donnez des exemples de facteurs limitants et leur impact sur les organismes.



## 2.1.8. Evolution des écosystèmes



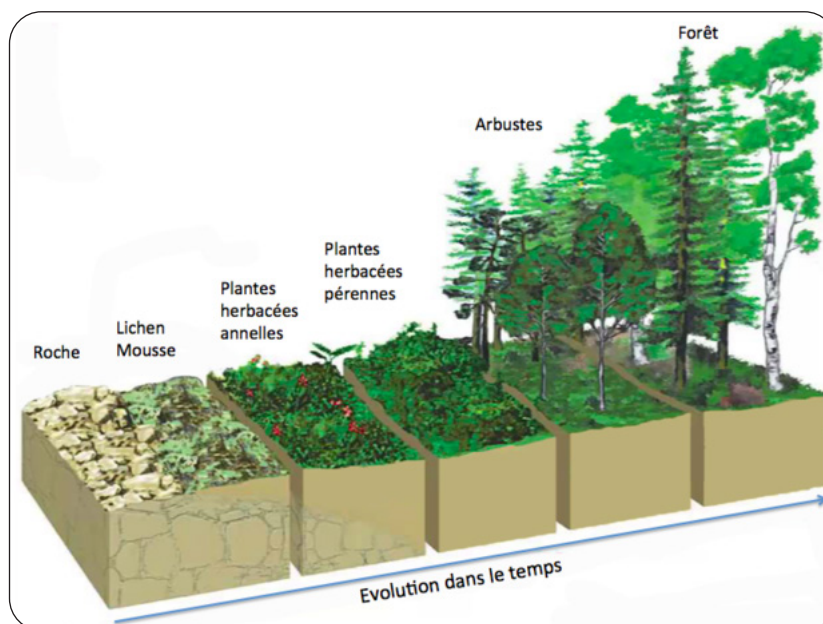
succession écologique, climax, agroécosystèmes

L'existence des écosystèmes dépend de la diversité des espèces et de leur productivité. Les écosystèmes se caractérisent par la propriété d'autorégulation - la possibilité de changer dans le temps et dans l'espace. Les modifications peuvent être *périodiques* - liées aux changements cycliques des conditions environnementales (diurnes, saisonniers) et *non périodiques* - causées par des phénomènes naturels aléatoires qui sont souvent le résultat d'influence négative de l'homme.

Le changement successif d'espèces dans la biocénose de l'écosystème qui complique sa structure et son fonctionnement, est appelé **succession écologique**. Les principales raisons de la succession sont le changement climatique et l'activité vitale des organismes qui modifient les conditions environnementales.

On distingue une succession primaire et une succession secondaire:

La *succession primaire* représente la formation d'un écosystème dans des endroits où il n'y avait pas d'organismes. Le processus commence par l'installation des lichens et des mousses et la formation du sol. Par suite commence un changement successif d'espèces de la phytocénose et de la zoocénose respective. La succession primaire est un processus continu.



<http://www.monjardinpermaculture.fr/blog/la-succession-ecologique>

La *succession secondaire* est observée dans les endroits où la biocénose et le biotope ont été partiellement détruits mais la couche du sol est préservée. Dans ce cas, le processus se déroule plus rapidement.

L'écosystème est en évolution constante jusqu'à ce que la biocénose atteigne un *équilibre écologique* entre les groupes d'organismes (producteurs, consommateurs, décomposeurs) et entre la biocénose et le biotope à la fois. L'état de l'écosystème caractérisé par une composition constante en espèces, est appelé **climax**. L'écosystème se trouve dans un état stable - toutes les niches écologiques sont occupées et toute la bioproduction est consacrée au maintien de la diversité des espèces.

Dans le cas des écosystèmes artificiels (**agroécosystèmes**) la production est destinée à l'homme et il les maintient au stade initial de développement.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Enumérez quelques phénomènes naturels aléatoires.
2. Déterminez le type de succession dans les exemples suivants:
  - A. la transformation de champs abandonnés en forêts de chênes
  - B. l'apparition de lichens sur la lave volcanique refroidie
  - C. la fragmentation progressive de la roche nue
  - D. l'apparition d'une forêt de pins sur les talus de sables
  - E. le remplacement progressif d'un taillis avec des forêts de pins
3. Sans les activités humaines les agroécosystèmes de céréales et de légumes ne pourraient exister plus d'un an, les graminées pérennes - 3 ans, les cultures fruitières - 20 ans. Comment expliquez-vous ce fait?
4. Il existe des différences significatives entre les écosystèmes naturels et artificiels. Trouvez-les et remplissez le tableau:

Attribut	Écosystème naturel	Écosystème artificiel (agroécosystème)
Sources d'énergie		
Diversité des espèces		
Durabilité		
Cycles biogéochimiques		



## 2.1.9. Biosphère. Cycles biogéochimiques et flux d'énergie



biome, cycles biogéochimiques, flux d'énergie, productivité de la biosphère

La biosphère est la partie de la croûte terrestre qui change sous l'influence de l'activité vitale de ses organismes constitutifs. Les limites de la biosphère sont déterminées par les conditions de vie dans les géosphères et elle a une épaisseur commune d'environ 30 km. Elle comprend la couche inférieure de l'atmosphère (la troposphère) à une hauteur atteignant jusqu'à la couche d'ozone, l'hydrosphère et les couches supérieures de la lithosphère (jusqu'à 2-3 km de profondeur).

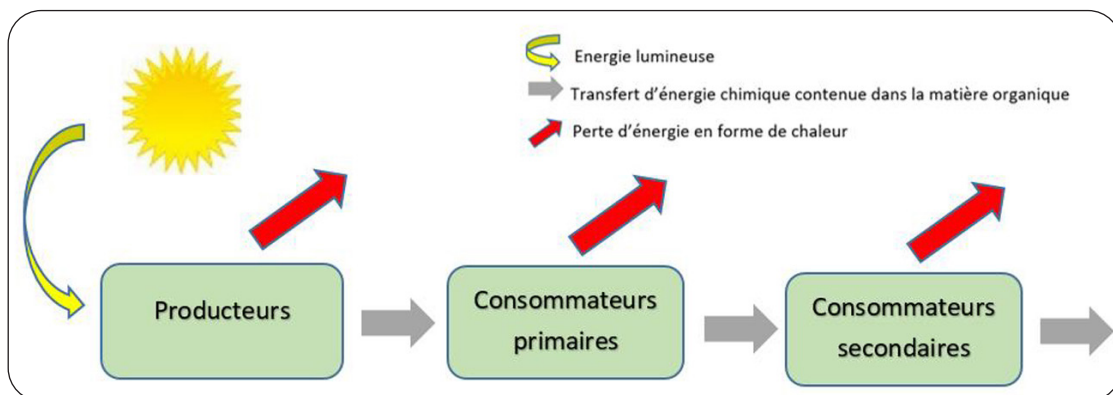
Les facteurs environnementaux dépendent largement de la latitude et de l'altitude. Sous leur influence, les écosystèmes sont regroupés en plus grandes communautés appelées **biomes** - un ensemble d'écosystèmes occupant une zone géographique de la surface terrestre dont les conditions climatiques et physico-géographiques sont caractéristiques. Il existe des biomes terrestres et des biomes aquatiques (mers et océans, eaux semi-salines).

Dans la biosphère s'effectuent des processus importants - les cycles biogéochimiques (qui assurent le recyclage et la permanence des ressources limitées de la Terre) et le flux d'énergie.

Un **cycle biogéochimique** consiste au transfert d'un élément nutritif du milieu inanimé à travers les divers niveaux trophiques et de retour dans le milieu.

Les producteurs extraient des substances inorganiques de l'environnement et les transforment en substances organiques par la photosynthèse. En passant par les différents niveaux de consommateurs, ils sont également transformés (d'organiques en organiques). La dernière étape est la décomposition de la matière organique en substances inorganiques par les décomposeurs et consiste à leur retour dans le milieu.

La principale source naturelle d'énergie nécessaire aux organismes vivants est le Soleil. Lors du processus de photosynthèse, les plantes vertes absorbent l'énergie lumineuse du Soleil en la transformant en énergie chimique des composés organiques complexes (des sucres). Les substances organiques riches en énergie sont transférés par les niveaux trophiques supérieurs. Une partie de l'énergie qu'elles



contiennent est utilisée par les organismes pour leur activité vitale tandis qu'une autre partie est libérée dans l'environnement sous forme de chaleur.

La matière est impliquée dans un cycle continu et peut être utilisée à plusieurs reprises. L'énergie effectue un mouvement unidirectionnel (**flux d'énergie**) au cours duquel elle est convertie plusieurs fois (lumineuse → chimique → thermique) et redistribuée.

**La productivité de la biosphère** (la productivité totale de tous les écosystèmes sur la Terre) n'est pas la même dans les différentes parties du globe - environ 2/3 se forme sur la terre et 1/3 dans le milieu aquatique.

Les cycles biogéochimiques et le flux d'énergie sur la Terre assurent le développement durable de la biosphère.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

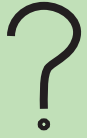
1. Utilisez vos connaissances en géographie et indiquez quels sont les biomes sur la terre?
2. Faites un schéma des principaux étapes et processus constituant les cycles biogéochimiques.
3. Quels sont les éléments chimiques indispensables à la vie (les éléments biogènes)? Expliquez leur importance pour les organismes.
4. Voici le lien vers une page Internet sur le cycle de l'eau (si vous ne pouvez pas suivre le [lien](#) scannez le QR code).



Lisez les informations, regardez l'animation en bas de la page et décrivez les 4 étapes principales du cycle de l'eau. Indiquez les processus qui se déroulent lors de chaque étape. Ensuite répondez aux questions suivantes :

1. Pourquoi la Terre est appelée « la planète bleu » ?
2. Quel est le temps de résidence de l'eau dans les 6 grands réservoirs naturels ?
3. Quel est le ratio eau salée/eau douce sur la planète ?
4. Indiquez les endroits de répartition de l'eau douce et les quantités qu'ils contiennent.
5. Quelle est la différence entre les nappes souterraines dites phréatique et captive ?
6. En quoi consiste le cycle domestique de l'eau ?





## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

5. Suivez les liens ou scannez les QR codes pour vous informer sur les cycles biogéochimiques des plus importants éléments nutritifs et de celui de l'eau.

[Cycle du carbone et de l'azote](#)  
(8:43 min)



[Cycle du carbone](#) (0:58 min)



[Cycle de l'azote](#) (1:11 min)



[Cycle de phosphore](#) (1:00 min)



## 2.2. Facteurs environnementaux



### 2.2.1. Facteurs écologiques du milieu de vie



milieu de vie, habitat, facteurs écologiques (abiotiques, biotiques, anthropiques), plasticité écologique, adaptation, facteur limitant

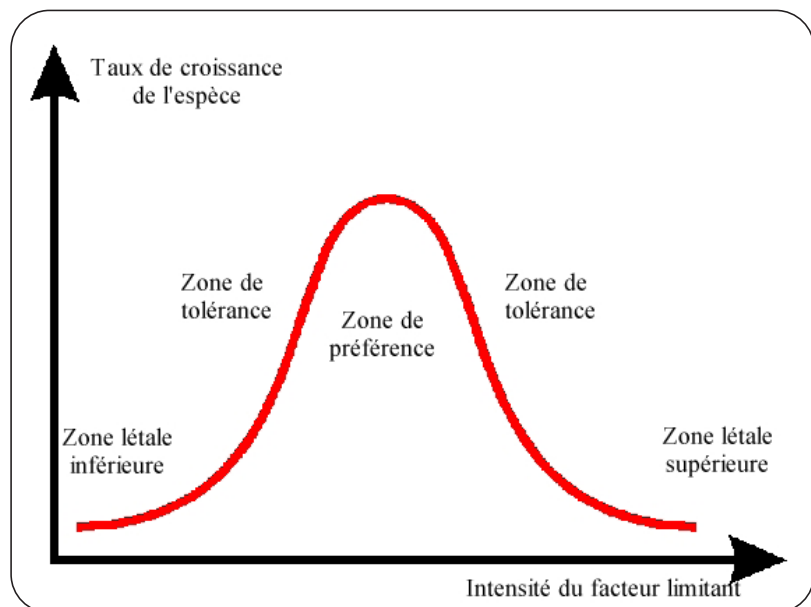
La diversité des organismes sur la Terre résulte de leur développement et de leur adéquation aux conditions environnementales. Cette partie de la nature avec laquelle les organismes sont en interaction constante est nommée **milieu de vie**. Ils y trouvent les ressources nécessaires à leur activité vitale et excrètent leurs substances inutiles. Il existe quatre principaux milieux de vie: aquatique, terrestre, sol et organisme.

La partie du milieu de vie où les organismes d'une espèce trouvent leurs indispensables conditions de vie est dite **habitat**.

Les éléments de l'environnement qui affectent directement les organismes s'appellent **facteurs environnementaux**. Selon leur origine, ils se divisent en:

- 1) Facteurs **abiotiques** - les conditions de l'environnement qui ont un effet simultané sur les organismes.
- 2) Facteurs **biotiques** - l'interaction des organismes d'une même espèce ou d'espèces différentes.
- 3) Facteurs **anthropiques** - l'influence de l'homme sur les organismes et l'environnement.

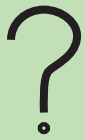
L'impact des facteurs abiotiques se caractérise par certaines régularités. Chaque facteur a des valeurs différentes - *minimum, maximum, pessimum* et *optimum*. En dessous du minimum et au-dessus du maximum les conditions sont incompatibles à la vie. On appelle pessimum les valeurs du facteur auxquelles les activités vitales sont réprimées et perturbées. Les valeurs les plus favorables du facteur respectif sont appelées optimum.



[http://www.ecosociosystemes.fr/facteurs\\_ecologiques.html](http://www.ecosociosystemes.fr/facteurs_ecologiques.html)

Les organismes ont la capacité de tolérer les modifications d'un facteur dans certaines limites, ce qu'on appelle **la plasticité (valence) écologique**. On distingue deux types d'espèces: des *eurycètes* qui tolèrent de grandes variations des facteurs donc possèdent une forte plasticité et des *sténoécètes* qui vivent dans des conditions relativement constantes et possèdent une faible plasticité. L'existence des organismes dépend de leur capacité à répondre aux changements des conditions environnementales - une **adaptation**. Elle peut être morphologique, physiologique, comportementale.

Les facteurs qui menacent l'existence de l'espèce dans des conditions environnementales spécifiques sont appelés **facteurs limitants**.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Répartissez les facteurs indiqués dans le groupe respectif: lumière, vent, comportement matrimonial, prédation, acidité du sol, radiation solaire, parasitisme, température, coexistence

Abiotique - .....

Biotique - .....

2. Soulignez les organismes à faible plasticité écologique: renard, ours polaire, ours brun, loup, algues vertes, lichen, moineau, corail, parasites, koala, truite, pingouin.

3. Expliquez l'effet de l'eau en tant que facteur limitant sur les végétaux et les animaux.

4. Créez une situation de facteur écologique limitant dans un habitat déterminé et indiquez quel serait son impact sur les organismes.



## 2.2.2. Facteurs abiotiques - lumière, température, air



régime lumineux de l'habitat, photopériodisme, régime thermique de l'habitat

Les facteurs abiotiques ont un effet simultané sur les organismes. L'influence d'un facteur concret varie pour les diverses espèces et pendant les différentes périodes du développement individuel.

La principale source naturelle d'énergie (sous forme de lumière et de chaleur) pour les organismes vivants est le Soleil. L'énergie radiante qui atteint la surface terrestre est appelée *radiation solaire*. Il existe trois types de rayons solaires - infrarouges (source de chaleur), ultraviolets (nocifs pour les organismes) et lumière visible (d'une grande importance pour la photosynthèse).

### A. La lumière en tant que facteur écologique

La quantité, la qualité et l'intensité de la lumière déterminent le **régime lumineux de l'habitat**, qui dépend de la situation géographique, du relief, du climat, de la végétation, etc.

En fonction de leurs adaptations à l'**éclairage** les plantes se divisent en quelques groupes écologiques:

groupes écologiques	habitats	adaptations	exemples
<i>héliophytes obligatoires</i>	bien éclairé / en pleine lumière	petites feuilles vert pâle, possèdent de trichomes	céréales, pissenlit, bouleau
<i>sciaphytes obligatoires (héliophobes)</i>	ombragé, sans ensoleillement direct	grandes feuilles vert foncé, sans trichomes	mousses, fougères, géranium, lierre, muguet
<i>sciaphytes facultatives (tolérantes à l'ombre)</i>	bien éclairés ou ombragés	leurs feuilles diffèrent en fonction de l'éclairage; ils ont des particularités mixtes	buis, mûre

Pour de nombreuses espèces d'arbres, le stade jeune est sciaphile alors que le stade adulte est héliophile.

La différente durée d'ensoleillement (**photopériodisme**) affecte la floraison et la formation des fruits chez les plantes. En fonction de la façon dont elles en sont adaptées on distingue des *plantes de courte journée*, des *plantes de longue journée* et des *plantes indifférentes*.

En fonction du rythme de leur activité les animaux se divisent en *diurnes* (la plupart des oiseaux, insectes, amphibiens, reptiles), *nocturnes* (nombreux mammifères, oiseaux de proie nocturnes, certains papillons) et *crépusculaires* - actifs au lever et au coucher du soleil (chauves-souris, certains rongeurs, insectes). Il existe des espèces vivant dans l'obscurité totale (les habitants des eaux profondes, du sol, des grottes) dont la vision est réduite.

Le photopériodisme détermine les périodes de reproduction et les migrations chez les animaux.

### ***B. La température en tant que facteur écologique***

La vie sur la Terre est possible dans certaines limites de température mais elle est plus intense entre 0°C et +50°C. Certains organismes sont adaptés à des températures extrêmes (de -70°C à +90°C).

La répartition de la chaleur dans un habitat donné détermine son **régime thermique**.

En fonction de leurs adaptations à la température les plantes sont *résistantes au froid* (petite taille, velues, chute des feuilles, surface épaisse et cireuse, accumulation de glucides, augmentation de la quantité des sels dissous) et *résistantes à la chaleur* (feuilles transformées en épines, feuilles s'orientant pour limiter leur ensoleillement aux moments chauds de la journée).

Les adaptations chez les animaux à des températures basses sont: une épaisse fourrure, une épaisse couche sous-cutanée de graisse, des revêtements protecteurs, des migrations. En fonction de la régulation de l'échange thermique et du maintien d'une température corporelle constante, les animaux se divisent en:

*homéothermes* (à sang chaud) - ils ont une température interne fixe (oiseaux, mammifères);

*poikilothermes* (à sang froid) - leur température est variable et dépend de celle du milieu ambiant (poissons, amphibiens, reptiles);

*hétérothermes* - lorsqu'ils sont actifs, ils maintiennent leur température interne constante, tandis que lorsqu'ils ne sont pas actifs (lors de l'hibernation) - leur température est égale à celle du milieu (ours, chauves-souris, hérissons).

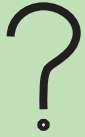
### ***C. L'air en tant que facteur écologique***

L'air est un mélange gazeux de composition constante - 78% d'azote, 21% d'oxygène, 0,03% de dioxyde de carbone et d'autres gaz.

L'air se caractérise par une faible densité ce qui entraîne de faible appui, de faible résistance lors du déplacement et de faible portance chez les organismes. Afin de s'adapter à ces conditions, les organismes terrestres développent un système d'appui (squelette externe ou interne, tissu mécanique chez les plantes), exercent le vol comme mode de déplacement (vol passif ou vol actif) et sont de taille et de masse limitées.

Une caractéristique essentielle de l'air est son mouvement - le vent. Il est important pour la dispersion des organismes, pour la pollinisation des plantes. Le vent intervient dans l'évaporation

des plantes et des animaux. Dans les zones de vents constants des couronnes des arbres obtiennent une forme de drapeau, des oiseaux perdent leurs ailes. Le vent a également un effet indirect sur les organismes en modifiant les valeurs et l'action d'autres facteurs abiotiques (température, humidité, etc.). Parfois le vent devient une force destructrice pour les écosystèmes.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Donnez un exemple de l'impact simultané sur les organismes de la température et de l'air en tant que facteurs environnementaux.
2. Quels changements dans les valeurs d'autres facteurs abiotiques se produisent sous l'influence du vent?
3. Expliquez quels changements se produisent avec les valeurs de la température en altitude.
4. Quelle est la plus grande espèce animale sur la Terre? Pourquoi elle vit dans l'eau et non pas sur la terre?
5. Expliquez comment et pourquoi la quantité des globules rouges (respectivement d'hémoglobine) change pendant un long séjour d'une personne à haute altitude.



## 2.2.3. Eau - facteur écologique et milieu de vie



échange d'eau, équilibre hydrique, transpiration, hydrobiontes

L'eau est un facteur écologique vital pour les organismes. Ils absorbent et libèrent constamment de l'eau, c.-à-d. ils effectuent **un échange d'eau**. En fonction de leur mode de vie ils développent de différentes adaptations pour maintenir leur **équilibre hydrique**.

Les algues reçoivent et libèrent de l'eau à travers tout leur corps, tandis que les plantes terrestres la reçoivent à travers leur système racinaire et la libèrent à travers les stomates des feuilles - le processus de **transpiration**. Les animaux se procurent de l'eau par l'abreuvoir, la nourriture, les processus métaboliques, tandis que l'excrétion de l'eau s'effectue par l'urine, l'évaporation du corps, la respiration, etc.

Plusieurs groupes écologiques d'organismes se différencient en fonction de leurs besoins en eau pour la maintenance de leur équilibre hydrique:

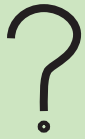


Les plantes se divisent en *hydrophytes* - ne régulent pas la transpiration (nénuphar), *hygrophytes* - ne tolèrent pas la sécheresse (roseaux, riz), *mésophytes* - régulent très bien la transpiration (la plupart des espèces végétales sur la terre) et *xérophytes* - peuvent exister longtemps sans eau (cactus, olive).

Les animaux terrestres sont trois groupes: *hygrophiles* (moustique, grenouille d'eau), *mésophiles* (insectes, oiseaux, mammifères) et *xérophiles* (chameaux, reptiles du désert).

Pour certains organismes l'eau est un milieu de vie. L'eau possède de propriétés physiques et chimiques importantes: *transparence*, *régime thermique*, *densité* (beaucoup plus élevée que celle de l'air), *pression*, *salinité* (en moyenne 35‰ dans l'eau salée et 0,5‰ dans l'eau douce), excellent *solvant*, *mouvement*, etc.

Tous les habitants aquatiques sont appelés **hydrobiontes**. En fonction de leur mode de vie et de leurs modes de se mouvoir dans le milieu aquatique, ils sont de trois groupes: le *plancton* (flottant passivement à la surface de l'eau), le *necton* (se déplacent dans l'eau en nageant) et le *benthos* (vivant à proximité du fond des bassins aquatiques).



#### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Expliquez l'importance des propriétés physiques et chimiques de l'eau pour les organismes.
2. Il existe des rapports entre les différentes propriétés de l'eau (température, salinité, mouvements, contenance en O<sub>2</sub>). Expliquez-les.
3. Discutez sur la signification des énoncés « Sans eau, la vie sur Terre est impossible » et « Dites-moi où il y a de l'eau, laissez-moi vous dire où il y a de la vie ».
4. Trouvez des faits intéressants sur l'eau.



## 2.2.4. Sol - facteur écologique et milieu de vie

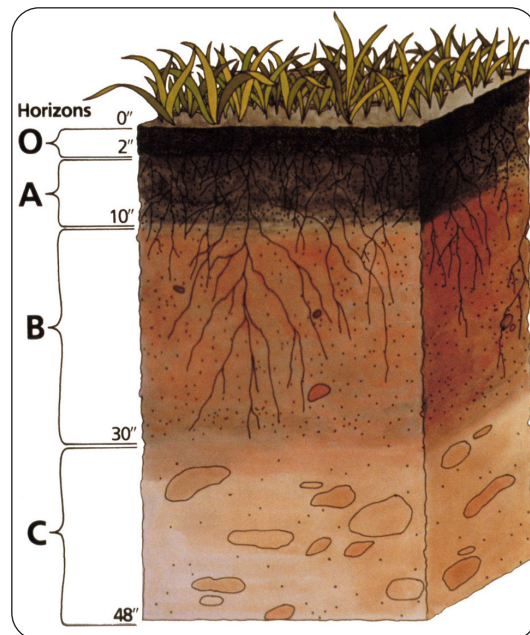


fertilité, humus

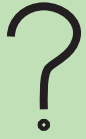
Le sol est la couche superficielle de la croûte terrestre modifiée par plusieurs facteurs. Il est important pour la vie et la diversité des organismes; c'est une source de nutriments et un lieu pour l'excrétion de substances inutiles. Le sol possède la propriété de **fertilité**.

Le sol est un mélange de particules solides entourées d'air et d'eau. Ses *propriétés physiques* sont déterminées par sa composition, structure, perméabilité à l'eau, densité, température, etc. La quantité d'air (aération) et d'eau (humidité) et le régime thermique du sol dépendent de sa composition mécanique (les particules solides). La composition gazeuse (O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>) et la température du sol ne sont pas constantes. Les *propriétés chimiques* du sol sont dues aux minéraux qu'il contient. La fertilité du sol est directement liée à son acidité et à la présence de la matière organique - l'**humus**. Il se forme par la décomposition des organismes morts et détermine la couleur du sol. Les *propriétés biotiques* du sol dépendent des organismes qu'y habitent.

La couche superficielle du sol est la plus densément peuplée d'organismes. En fonction de leur relation avec ce milieu de vie spécifique se distinguent plusieurs groupes écologiques d'animaux - *géobiontes* (habitants permanents du sol - taupes, vers de terre, etc.), *géophiles actifs* (passent une partie de leur cycle de vie dans le sol - les larves de nombreux insectes) et *géophiles inactifs* (trouvent un asile ou de la nourriture dans le sol - mammifères, reptiles, etc.). Les animaux développent une variété d'adaptations pour vivre et se déplacer dans le sol.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Profil\\_de\\_sol#/media/Fichier:Soil\\_profile.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Profil_de_sol#/media/Fichier:Soil_profile.jpg)



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quelles sont les couches de sol où les variations thermiques sont plus significatives? Que se passe-t-il avec la concentration de l'O<sub>2</sub> en profondeur?
2. L'adaptation comportementale est caractéristique pour les animaux. Au cours des saisons, certains habitants du sol ont des emplacements différents. À quelles propriétés est lié ce fait? Donnez des exemples.
3. Donnez des exemples d'adaptations que les différentes espèces d'animaux possèdent pour se déplacer dans le sol.
4. Discutez sur la signification du proverbe: «Une personne laisse une trace dans la forêt, cent personnes - un chemin, mille personnes - un désert.»



## 2.2.5. Facteurs biotiques. Relations intraspécifiques et interspécifiques



relations intraspécifiques, relations interspécifiques

Lors de leur activité vitale les organismes entrent dans diverses relations les uns avec les autres. Ces relations peuvent avoir lieu entre des individus d'une même espèce (relations intraspécifiques) ou entre des populations d'espèces différentes (relations interspécifiques).

**Les relations intraspécifiques** sont: *le comportement matrimonial* (comportement complexe pour trouver un partenaire), la *coopération* (principalement chez les animaux vivant en groupe - troupeaux, familles, etc.), la *compétition* (dans les cas de ressources vitales limitées - lumière, nourriture, territoire, etc.).

**Les relations interspécifiques** sont plus complexes et diverses. En fonction de leur effet sur les populations des différentes espèces elles sont marquées « 0 » (neutre), « - » (négatif) ou « + » (positif).

Neutre est la relation entre deux êtres d'espèces différentes dans un même habitat qui n'interagissent pas. Cette relation est appelée **neutralisme (0 / 0)** - un oiseau de proie et les microorganismes du sol.

Les relations négatives sont:

**Amensalisme (0 / -)** - le plus souvent observée chez les végétaux - une espèce affecte négativement l'autre espèce sans ressentir son influence - un grand arbre et une plante héliophyte sous sa couronne. L'amensalisme est important pour la répartition des populations sur le territoire.

**Compétition (- / -)** - elle mène à une augmentation de la capacité d'adaptation et au développement de la biocénose. Cette relation se produit quand il y a une pénurie de ressources vitales - les plantes cultivées et les mauvaises herbes. La compétition alimentaire est typique pour des espèces au même niveau trophique.

**Prédation (+ / -)** - relation alimentaire dans laquelle un organisme (prédateur) vit aux dépens de l'autre (proie). Le prédateur attrape, tue et mange la proie. La relation a un effet écologique positif sur les populations car elle régule leur nombre et améliore leur vitalité.

**Parasitisme (+ / -)** - un individu (parasite) vit longtemps aux dépens d'un autre organisme (hôte) sans l'éliminer entièrement - poux, vers de terre.

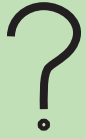
La prédation et le parasitisme (relations d'exploitation) sont caractéristiques pour des espèces à différents niveaux alimentaires.

Les relations positives sont:

**Commensalisme (0 / +)** - un être vivant fournit de la nourriture et/ou un asile à un autre individu, sans être influencé par son existence - prédateur (lion) et commensal (hyène, vautour). Cette relation assure l'utilisation maximale des ressources du milieu (alimentaires et territoriales).

**Mutualisme (+ / +)** - interaction à bénéfices réciproques, c.-à-d. l'existence d'un organisme dépend de la présence de l'autre. Il existe deux formes: **symbiose** - *l'espèce ne peut pas exister sans l'autre espèce* - la relation entre des algues vertes et des champignons conduit à la formation d'un nouvel organisme - le lichen; et **protocoopération** - *les espèces bénéficient de leur coexistence, mais la relation n'a pas de caractère obligatoire* - bernard-l'ermite et anémone de mer.

Les facteurs biotiques contrôlent la stabilité des populations en empêchant la surpopulation (lorsque les ressources se raréfient) ou, au contraire, favorisent la croissance des populations lorsque leur densité est basse (le cas de ressources abondantes). Les principaux facteurs biotiques dont l'influence est déterminante sur la dynamique des populations, sont la compétition, la prédation, le parasitisme et les maladies.



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Voici quelques exemples de relations interspécifiques. Lisez les textes et soulignez la bonne relation.

Exemples	Relation interspécifique
1. Les orchidées sont des plantes épiphytes - elles poussent attachées à un arbre. L'arbre possède suffisamment de nutriments pour lui-même et pour les orchidées.	Mutualisme Commensalisme Parasitisme Amensalisme
2. Les zèbres et les autruches, tous les deux, sont la proie d'animaux plus rapides et doivent être attentifs au danger. Les deux animaux sont intelligents et communiquent entre eux. Les zèbres ont une excellente vue, mais n'ont pas de bon odorat. Les autruches sont très sensibles aux odeurs, mais leur vision n'est pas si forte.	Mutualisme Commensalisme Parasitisme Amensalisme
3. Le noyer noir produit la substance toxique "juglone". D'autres plantes qui l'entourent meurent parce que le "juglone" ne leur permet pas d'utiliser suffisamment d'énergie qui leur est nécessaire pour le processus de photosynthèse.	Mutualisme Commensalisme Parasitisme Amensalisme
4. Un type d'organisme eucaryote unicellulaire peut se reproduire dans le foie et les cellules sanguines d'une personne et provoque une maladie.	Mutualisme Commensalisme Parasitisme Amensalisme

2. Donnez des exemples des relations interspécifiques comme le neutralisme, la concurrence, la prédation, le parasitisme.

3. Quelle est l'impact positif de la concurrence et de la prédation sur les organismes qui y participent?

4. Étudiez les divers aspects du comportement matrimonial chez les différentes espèces d'animaux.

5. Les biologistes ont découvert les dépendances suivantes: lorsqu'une grande partie des loutres d'un lac est disparue, le nombre de poissons dans le lac augmente. Au fil du temps, le nombre de poissons diminue. À quelles relations interspécifiques correspondent ces faits?



## 2.2.6. Impact anthropique. Développement durable



facteurs anthropiques, pollution de l'environnement, protection de l'environnement, problèmes globaux, développement durable

Les activités humaines qui ont un impact direct ou indirect sur les organismes et l'environnement sont appelées **facteurs anthropiques**. Ces dernières années, le mode de vie des gens a de plus en plus un effet négatif sur la nature à travers l'extraction de ressources naturelles, l'utilisation de grandes quantités d'énergie, la construction, l'élimination des déchets industriels et ménagers, etc.

Par **contamination de la nature** on désigne toute introduction dans l'écosystème de composants atypiques vivants ou non vivants, ainsi que toute modification perturbant les cycles biogéochimiques et le flux d'énergie, qui conduisent à leur destruction.

Par son activité l'homme pollue l'eau, l'air, le sol. La pollution de l'air par les oxydes de soufre et le dioxyde de carbone, qui sont à l'origine des pluies acides, de l'effet de serre, etc., est particulièrement importante.

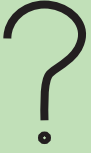
**La protection de l'environnement** nécessite l'introduction de technologies sans déchets dans les processus de production, ainsi que l'utilisation de sources d'énergie alternatives - en particulier l'énergie solaire en tant que ressource inépuisable.

L'utilisation rationnelle des ressources naturelles est essentielle pour maintenir l'équilibre dans la biosphère. Les ressources naturelles épuisables sont limitées. On distingue des ressources non renouvelables comme les minerais, le charbon, le pétrole, etc., et des ressources renouvelables - les ressources biologiques.

Les effets néfastes sur la biosphère résultant de l'activité humaine entraînent des conséquences environnementales négatives. Les problèmes environnementaux qui affectent l'ensemble de la biosphère sont appelés **problèmes globaux** - le changement climatique, l'appauvrissement de la couche d'ozone, la dégradation des sols, la déforestation, la pollution de l'environnement, la perte de biodiversité. Tous ces changements affectent la santé humaine.

**Le développement durable** consiste à atteindre un niveau de vie plus élevé tout en protégeant et en améliorant l'environnement pour les générations futures.





## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Répartissez les caractéristiques suivantes afin qu'elles correspondent au problème environnemental pertinent: a) réchauffement climatique, b) extinction de certaines espèces animales ou végétales, c) troubles irréversibles du climax, d) troubles réversible du climax, e) déversements de pétrole, f) pollution par rayonnement

Crise écologique- ..... Catastrophe écologique- .....

2. Laquelle des activités humaines suivantes a un impact bénéfique sur la biosphère: l'homme pollue l'eau, le sol, l'air; l'homme s'adapte aux lois de la nature; l'homme veut avoir une relation raisonnable avec la nature; l'homme plante la végétation; l'homme participe à la chasse et à la pêche pendant la saison de reproduction; l'homme abat les forêts et construit les routes.

3. Étudiez les causes des pluies acides et de l'appauvrissement de la couche d'ozone et leurs effets sur la biosphère.

4. Étudiez les activités humaines qui mènent à l'érosion des sols. Quelles mesures l'homme devrait-il prendre pour renforcer le sol?

5. Dans un pays européen, un insecticide a été utilisé pour protéger les champs des ravageurs. Mais les écologistes ont commencé à s'inquiéter lorsque les décès d'insectes ont ralenti et que les décès d'oiseaux ont augmenté. Comment expliquez-vous cela?

6. Des technologies de production à faibles déchets et sans déchets sont-elles utilisées en Bulgarie? Donnez des exemples.

7. Renseignez-vous sur la coopération environnementale en Europe et dans le monde. Faites un bref exposé devant la classe.

8. Renseignez-vous dans le "Livre rouge de la République de Bulgarie" sur les espèces biologiques menacées, en voie d'extinction et disparues sur le territoire de la Bulgarie.

9. Faites une discussion (et/ou une présentation) sur un sujet de votre choix: «Impact de l'activité humaine sur les ressources en eau de la Terre»; «Quels sont les problèmes environnementaux actuels liés à l'eau dans le monde et quelles en sont les conséquences pour l'homme»; «Pourquoi la pollution de l'eau dans notre village serait un problème important pour la population locale.»



### 3. Évolution biologique

#### 3.1. Origine et développement de la matière vivante



[https://www.freepik.com/free-photo/ancient-prehistoric-drawings-stone-walls-cave\\_10400595.htm](https://www.freepik.com/free-photo/ancient-prehistoric-drawings-stone-walls-cave_10400595.htm)





### 3.1.1. Origine et évolution de la vie sur Terre



évolution chimique, évolution biochimique, évolution biologique

Comment la vie sur Terre est-elle née? C'est l'un des plus grands mystères naturels pour les scientifiques. Au cours des différentes époques ont émergé différentes hypothèses sur l'origine de la vie, qui sont réunies en deux groupes:

- Hypothèses sur l'origine extraterrestre - sur la création divine, sur la génération spontanée, sur la panspermie, sur l'état stationnaire;

- Hypothèses sur l'origine terrestre de la vie, selon lesquelles l'apparition de la vie passe par plusieurs étapes:

**Évolution chimique** - la Terre s'est formée il y a environ 4,5 à 4,6 milliards d'années. L'atmosphère primitive contenait du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone, du méthane, de l'ammoniac, de la vapeur d'eau et autres composés, mais il n'y avait pas d'oxygène. Les principaux composés organiques simples - les monomères (oses, acides aminés, bases azotées, acides organiques) se sont formés à partir des composés inorganiques sous l'influence du rayonnement ultraviolet du soleil.

**Évolution biochimique** - à partir des monomères sont apparus les polymères. Ils avaient la capacité de porter des informations génétiques, d'apparaître spontanément, de former leurs propres copies. On suppose que le premier polymère émergé était l'ARN car plus simple et plus tard l'ADN.

**Évolution biologique** - elle a commencé il y a environ 3,5 à 4 milliards d'années avec l'émergence de la protocellule de la soupe primitive. Les molécules à la surface des cellules primaires se sont assemblées en complexes, la surface s'est condensée et les cellules sont devenues plus stables. Par la suite, des membranes semi-perméables se sont formées et l'échange de substances avec le milieu environnant est devenu possible. Grâce à sa capacité à se diviser, la protocellule a donné naissance à la vie. Des procaryotes et plus tard des précurseurs eucaryotes en tirent leur origine. Les cellules formées ont les facultés d'autoreproduction, d'autoconservation et d'autorégulation - qui sont les caractéristiques essentielles de la vie. À cause de l'environnement dépourvu d'oxygène et riche en hydrates de carbone, les premiers organismes étaient des hétérotrophes et se fournissaient en énergie par la fermentation en milieu anaérobie.

Il y a environ 2 milliards d'années, la photosynthèse (la nutrition autotrophique) est apparue, lors de laquelle l'oxygène est libéré dans l'atmosphère. Sa quantité dans l'atmosphère a progressivement augmenté et une respiration aérobie s'est produite. La couche d'ozone s'est formée.

Il y a environ 1,5 milliard d'années, des organismes eucaryotes sont apparus grâce à une symbiose de précurseurs eucaryotes et de bactéries. Il y a 350 millions d'années, la teneur de l'atmosphère en oxygène atteignait des valeurs actuelles de 21%.

L'apparition de la cellule et de la photosynthèse sont les deux événements les plus importants de l'évolution de la vie sur Terre.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. L'une des premières hypothèses de l'Antiquité sur l'origine de la vie est l'hypothèse de la génération spontanée des organismes. Quelles tentatives ont fait Francesco Redi et Louis Pasteur pour réfuter cette hypothèse?

2. L'une des hypothèses sur l'origine extraterrestre est l'hypothèse sur l'origine cosmique de la vie (la panspermie) de Svante Arrhenius, selon laquelle les germes ont été transférés sur Terre par des météorites et des comètes. Est-ce que les conditions au Cosmos sont favorable pour l'existence de la vie ? Est-ce que l'hypothèse de la panspermie est possible?

3. L'une des étapes de l'hypothèse sur l'origine terrestre de la vie (développées ci-dessus) est basée sur l'hypothèse du biochimiste russe Alexandre Oparine concernant les gouttes de coacervat. Faites une présentation de ses idées.



### 3.1.2. Développement des idées évolutionnistes avant Darwin



évolution, conditions préalables à l'évolution, mécanismes moteurs de l'évolution

**L'évolution** est un processus continu de complexification progressive et d'adaptation des organismes, qui se poursuit encore de nos jours. Il existe de nombreuses idées évolutionnistes, qui sont divisées en deux périodes - avant et après Darwin.

On trouve des idées évolutionnistes dans les œuvres des anciens philosophes grecs - Anaximandre, Héraclite (connu pour son expression « Tout coule, tout change »), Aristote qui a introduit le terme « espèce », a commencé à classer le monde animal et a organisé les corps naturels dans une échelle selon leur complexité (minéraux, plantes, animaux, homme), Théophraste (le fondateur de la botanique).

Au Moyen Âge domine le dogme de l'origine divine du monde.

Pendant la Renaissance a commencé le développement de la botanique et de la zoologie lié aux Grandes découvertes géographiques.

Les sciences naturelles ont marqué un progrès aux XVIIIe et XIXe siècles.

Dans son ouvrage « Système de la nature », Carl von Linné (1735) classe les organismes en différents rangs (des taxons) - règne, embranchement, classe, ordre, famille, genre, espèce, utilisés aujourd'hui dans la systématique du monde vivant. Il introduit la nomenclature binominale - le nom double de l'espèce en latin généralement écrits en italique - en premier lieu le nom générique (le genre) et en second lieu - l'épithète spécifique (*Canis lupus* - le loup, *Canis aureus* - le chacal).

Dans son idée de développement du monde animal, Georges-Louis Leclerc de Buffon (1760) se concentre sur l'influence du cadre de vie et la survie des plus adaptés.

Jean-Baptiste de Lamarck (1809) a créé la première théorie de l'évolution des organismes. Il distingue des **conditions préalables à l'évolution** - la variabilité et l'hérédité, et des **mécanismes moteurs de l'évolution** - l'influence des conditions environnementales et la poursuite intérieure de la perfection établie par le Créateur. Lamarck a formulé deux lois générales:

1) L'emploi fréquent et continu d'un organe mène à son développement, tandis que son non-emploi - à la perte totale ou partielle de ses fonctions (un organe vestigial).

2) Les changements acquis des organismes se transmettent à la progéniture.

Georges Cuvier - le fondateur de la *paléontologie* moderne, prouve la similitude des organismes vivants dans les temps géologiques passés et vivants aujourd'hui.

Karl von Baer - le fondateur de l'*embryologie comparée* - en comparant les embryons de

différentes classes de vertébrés, a découvert une grande similitude dans les premiers stades de leur développement embryonnaire.

Geoffroy Saint-Hilaire a constaté qu'il existe une unité du plan d'organisation des vertébrés (*l'anatomie comparée*). Il conclut qu'il existe un équilibre entre les organes des individus - lorsqu'un organe devient vestigial un autre se développe mieux.

Charles Darwin a participé à une expédition scientifique de cinq ans à travers le monde au bord du navire « Beagle ». Il effectue des observations et rassemble une riche collection de fossiles, de plantes et d'animaux de différentes parties du monde, en accordant une attention particulière à la faune des îles éloignées de l'hémisphère sud.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Voyage\\_of\\_the\\_Beagle-fr.svg#/media/Fichier:Voyage\\_of\\_the\\_Beagle-fr.svg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Voyage_of_the_Beagle-fr.svg#/media/Fichier:Voyage_of_the_Beagle-fr.svg)



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Trouvez les noms de diverses plantes et animaux en latin selon la nomenclature binominale de Carl von Linné.
2. Discutez sur «Comment Jean-Baptiste Lamarck explique l'énorme diversité des organismes dans la nature?» Trouvez des exemples.
3. Quels sont les points communs des théories de Lamarck et de Darwin?
4. Outre les conditions préalables scientifiques, le développement de la théorie de l'évolution des organismes par Charles Darwin a été influencé également par des conditions préalables socio-économiques. Commentez-les en utilisant vos connaissances sur l'histoire du développement de l'Angleterre à cette époque-là.
5. Faites une présentation qui reflète la vie et le travail de Charles Darwin.





### 3.1.3. Théorie de Darwin sur l'évolution des organismes. Variabilité et hérédité. Sélection artificielle



variabilité, hérédité, sélection artificielle

Charles Darwin a publié sa théorie évolutionniste en 1859 dans son œuvre scientifique « L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ». Selon lui, les conditions préalables à l'évolution sont la variabilité et l'hérédité, tandis que les mécanismes moteurs de l'évolution sont la lutte pour l'existence et la sélection naturelle.

La **variabilité** est la propriété des organismes d'acquies de nouveaux signes (l'apparition de différences entre les individus d'une même espèce). Darwin a étudié plus de 30 races de pigeons domestiques et a constaté qu'elles descendent toutes du pigeon sauvage. Selon Darwin, la variabilité dépend de la nature des organismes et des conditions environnementales. Il distingue quatre types de variabilité:

- une *variabilité définie* - sous l'action de certaines conditions environnementales, tous les individus d'une espèce s'y adaptent de la même manière. La variabilité définie est massive et les caractères acquis ne se transmettent pas à la progéniture;

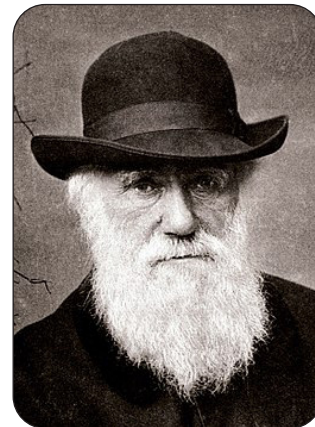
- une *variabilité indéfinie* - l'apparition d'un individu qui possède des caractères qui le distinguent des parents et des autres individus de la génération. La variabilité indéfinie est individuelle et les caractères acquis se transmettent dans la descendance. Selon Darwin, c'est le type de la plus grande importance pour l'évolution;

- une *variabilité corrélative* - le changement de certains organes ou parties du corps peut entraîner un changement d'autres organes ou parties du corps. Cette variabilité est d'une grande importance pour la sélection pratiquée par l'homme;

- une *variabilité combinatoire* - lors du croisement de différentes sortes de plantes et de races d'animaux, les caractères parentaux se combinent dans la progéniture sans entraîner l'apparition de nouveaux traits.

**L'hérédité** est la propriété des organismes à transmettre leurs caractères à leur progéniture. L'hérédité est à la base de la reproduction des organismes et assure la similitude entre les parents et la descendance.

Dans sa pratique de sélection, une personne retient les caractères qui l'intéressent et qui peuvent être hérités. L'obtention de nouvelles sortes de plantes et de races d'animaux est appelée par Darwin **sélection artificielle**. Il en distingue deux types - sélection *inconsciente* et sélection *consciente*.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin#/media/Fichier:Charles\\_Darwin\\_1880.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin#/media/Fichier:Charles_Darwin_1880.jpg)



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Répartissez en variabilité définie et indéfinie les caractéristiques citées ci-dessus.

réversible, irréversible, héréditaire, non héréditaire, caractère de masse, caractère individuel, le facteur (la cause) est connu, le facteur est inconnu

Variabilité indéfinie: .....

.....

Variabilité définie: .....

.....

Quels sont leurs analogues dans la génétique moderne?

2. Donnez des exemples des variabilités corrélative et combinatoire et leur application de nos jours.

3. Depuis les temps anciens, l'homme a effectué une sélection artificielle inconsciente, qui progressivement est devenue consciente. Donnez des exemples et soulignez les différences dans les principes des mécanismes des deux types de sélection artificielle.



### 3.1.4. Lutte pour l'existence



#### lutte pour l'existence

Darwin a remarqué que les organismes sont très fertiles. La plupart des espèces ont de nombreux descendants, mais tous les individus n'atteignent pas la maturité sexuelle. En revanche, le nombre d'individus sexuellement matures d'une espèce dans un même habitat, reste longtemps relativement constant. Selon Darwin, cela est dû aux ressources limitées de l'environnement et à la concurrence entre les individus pour l'exploitation de celles-ci. Vivent et survivent les organismes qui possèdent des caractères leur permettant de trouver leurs ressources vitales. Ils laissent des descendants, tandis que les autres sont éliminés.

Les relations contradictoires des organismes avec la nature animée et inanimée, Darwin appelle **lutte pour l'existence (la persistance du plus apte)**. Il distingue trois types de lutte:

- la *lutte intraspécifique* se fait entre des individus d'une même espèce. C'est la plus acharnée et mène au plus grand nombre de victimes. Elle maintient le nombre de l'espèce dans son ensemble pendant une longue période de temps;

- la *lutte interspécifique* se manifeste entre des individus d'espèces différentes et peut être directe et indirecte. Lors de la lutte interspécifique directe, les individus d'une espèce tuent les individus d'une autre espèce. La concurrence entre les individus pour les ressources vitales limitées est le mécanisme principal de la lutte interspécifique indirecte;

- la *lutte constitutionnelle* est la lutte contre les changements brusques de l'environnement. Les organismes réagissent aux conditions défavorables par des changements adaptatifs ou des changements de comportement, de couleur et de masquage (le mimétisme).

Les organismes qui possèdent des caractères favorables survivent lors de la lutte pour l'existence, atteignent la maturité sexuelle et laissent une descendance.



#### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Pourquoi la lutte intraspécifique mène-t-elle à une mortalité très élevée?
2. Par quelles relations interspécifiques écologiques peut-on illustrer la lutte pour l'existence directe et indirecte?
3. Donnez des exemples de mécanismes d'adaptation liés à la lutte pour l'existence constitutionnelle.



### 3.1.5. Sélection naturelle. Espèce et spéciation selon Darwin



sélection naturelle, sélection sexuelle, espèce, variété, spéciation, divergence, convergence

Des variations héréditaires se produisent constamment dans les organismes. Elles peuvent être favorables (qui donnent la priorité à la lutte pour l'existence des individus qui les possèdent), défavorables (qui n'apportent pas des avantages aux individus dans la lutte pour l'existence) et neutres (qui n'affectent pas la survie des organismes).

Darwin appelle **sélection naturelle** le processus de conservation sélective des variations avantageuses individuelles et de disparition des défavorables. La sélection naturelle se réalise

à travers la reproduction des organismes plus aptes à lutter pour l'existence. Elle est le facteur principal qui crée et conserve la diversité dans la nature.

Chez de nombreuses espèces d'animaux (oiseaux, mammifères), les mâles diffèrent des femelles par leurs caractères sexuels secondaires (le *dimorphisme sexuel*). Certains de ces caractères sont favorables dans la lutte pour l'existence, tandis que d'autres sont désavantageux. Les individus possédant des caractères défavorables pour la lutte pour la vie sont facilement repérés par les ennemis, mais néanmoins ces caractères sont conservés et accumulés dans la progéniture. Darwin explique leur existence avec la *doctrine de la sélection sexuelle*.

**La sélection sexuelle** est un processus qui complète la sélection naturelle et qui a deux mécanismes. Chez la première forme, la *femelle est passive* et les mâles se battent pour son attention et la possibilité de laisser leur progéniture. Chez la deuxième forme, la *femelle est active* - elle choisit le mâle par le plumage panaché, les chants, etc. Ces traits ne donnent pas d'avantages aux individus dans la lutte pour l'existence, mais augmentent la probabilité qu'ils aient une progéniture et qu'ils transmettent leurs caractères.

La sélection sexuelle prouve *le caractère de compromis* de la sélection naturelle.

Selon Darwin, les espèces existent réellement dans la nature à travers leurs variétés. **L'espèce** est une variété nettement différente et la **variété** est une espèce naissante (en voie de formation).

**La spéciation** (l'apparition de nouvelles espèces) s'effectue à travers deux processus principaux:

- **divergence des caractères** - un processus de différenciation - de différents traits apparaissent chez les individus de l'espèce. La divergence est au fond de la formation des variétés;

- **convergence** - processus de formation indépendante de caractères communs chez des organismes non apparentés (d'espèces différentes) due à leur adaptation analogique au même milieu.

Selon Darwin, la spéciation est un processus progressif. En raison de la variabilité et de l'hérédité, certains individus de l'espèce initiale acquièrent de nouveaux caractères. En raison des différences et de l'action de la sélection naturelle, apparaissent des *variétés* de l'espèce, qui se transforment plus tard en *sous-espèces* et en *nouvelles espèces*. Selon Darwin, les grands groupes systématiques sont formés de la même manière (genre, famille, ordre, classe, embranchement).

On trouve une contradiction dans l'espèce en tant que résultat de l'évolution - d'une part elle est *stable* et d'autre part elle est *dynamique*.

Il existe une parenté entre les espèces dans la nature, ce qui permet de regrouper les organismes dans un système de classification unique.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Donnez des exemples spécifiques des deux mécanismes de sélection sexuelle. Indiquez quels sont les caractères nuisibles qui sont conservés par la sélection naturelle.
2. En quoi consiste la lutte des mâles pour attirer l'attention de la femelle?
3. Quelles sont les causes de la divergence et de la convergence?
4. Quelle est la raison de la stabilité et de la dynamique d'une espèce?



### 3.1.6. Théorie moderne de l'évolution. Microévolution



théorie moderne de l'évolution, microévolution, macroévolution, événements élémentaires d'évolution, unité élémentaire d'évolution, forces élémentaires d'évolution

*La théorie évolutionniste moderne* (théorie synthétique) est une synthèse de la théorie de Darwin et les sciences biologiques modernes (la génétique, l'écologie, la systématique). Selon elle, l'évolution est une unité de deux processus - la microévolution et la macroévolution.

**La microévolution** englobe les processus qui se déroulent dans les populations d'une espèce et conduisent à l'apparition de nouvelles espèces.

**La macroévolution** englobe les processus d'émergence d'unités systématiques de plus haut rang - genre, famille, ordre, classe, embranchement, règne.

La microévolution est causée par **des événements élémentaires d'évolution** qui conduisent à la variabilité des organismes. Ce sont les mutations et les migrations. *Les mutations* affectent les individus et de nouveaux allèles de gènes existants sont transmis à la descendance. Les mutations créent une diversité génétique. Des changements peuvent également se produire par la *migration*, lorsque les individus d'une espèce se déplacent vers un nouvel habitat et y transfèrent leurs génotypes. Les migrations sont des événements à « effet retardé » car ils déplacent des mutations produites ailleurs.

Ce qui est important pour l'évolution, ce n'est pas la variabilité individuelle elle-même, mais sa conservation dans la population (sinon, avec la mort de l'individu, le changement disparaîtra). Les événements élémentaires d'évolution se déroulent dans la *population* et on l'appelle **unité évolutive élémentaire**.

Les événements d'évolution sont une condition préalable à l'action des **forces élémentaires d'évolution**. Le principal moteur de l'évolution est *la sélection naturelle*. Elle conserve les caractères favorables et les génotypes correspondants. À chaque génération suivante, les gènes des individus dont la reproduction est plus réussie deviendront plus fréquents et prédomineront dans la population. Selon la théorie évolutionniste moderne, la sélection naturelle signifie la conservation sélective de génotypes se reproduisant avec plus de succès et l'élimination d'autres génotypes.

Les événements aléatoires constituent une autre force d'évolution. L'un d'eux sont les *fluctuations de population* - une forte variation du nombre de la population. Dans des conditions défavorables, le nombre des individus d'une population peut diminuer brusquement. Il est possible que des individus isolés survivent, par suite ils se reproduisent et restaurent la population, mais avec un pool génétique modifié.

Les fluctuations de population mènent à une dérive génétique. *La dérive génétique* est une variation forte aléatoire de la fréquence de certains génotypes par rapport à d'autres dans une population donnée. Elle a un rôle temporaire. La sélection naturelle conserve certains génotypes et élimine d'autres sur la base de la reproduction plus réussie.

Pour mener à bien le processus évolutif, il est également important de limiter le libre croisement entre individus de populations différentes. Un tel facteur est l'*isolement*. Il peut être spatial, saisonnier (écologique), physiologique, génétique et éthologique. L'isolement favorise les différences génétiques entre les populations, sans lesquelles il est impossible de s'effectuer la spéciation.

La microévolution est un processus controversé - les événements d'évolution créent de la variabilité qui est très souvent éliminée par les forces d'évolution.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Lequel des événements élémentaires d'évolution est le plus important pour l'évolution?
2. Quelles sont les raisons pour lesquelles la population est la plus petite unité dans laquelle peut s'effectuer la microévolution?
3. Indiquez à quel type d'isolement s'appliquent les caractéristiques suivantes:
  - à travers des barrières naturelles (mers, océans, hautes montagnes)  
.....
  - incapacité de rencontrer des individus .....
  - aucune fécondation ne se réalise après le croisement .....
  - la fécondation s'effectue, mais la progéniture est stérile .....
  - différence de comportement pendant la période de reproduction .....





### 3.1.7. Conceptions modernes de la spéciation



spéciation progressive, spéciation allopatrique (géographique), spéciation sympatrique (écologique), spéciation soudaine

Au cours de l'évolution apparaissent des différences entre les populations d'une espèce. Certains des caractères différents sont éliminés par la sélection naturelle, tandis que d'autres sont conservés.

La spéciation est un processus d'émergence de nouvelles espèces. Différents mécanismes d'isolement (barrières géographiques, changements physiologiques ou comportementaux) empêchent le croisement entre les individus, conduisant à une divergence des caractères. Des variétés, des sous-espèces et de nouvelles espèces se forment progressivement.

Il existe une spéciation progressive et une spéciation soudaine.

La spéciation progressive est le principal mode de spéciation dans la nature, caractéristique des organismes qui se reproduisent sexuellement. Il existe deux types: allopatrique (géographique) et sympatrique (écologique).

En allopatrie, la population initiale est divisée en deux populations géographiquement isolées. En conséquence, des différenciations génotypiques et/ou phénotypiques se produisent en raison de l'action différente de la sélection naturelle et de la dérive génétique. À la suite de ces changements, les deux populations deviennent isolées sur le plan reproductif, et même si elles entrent à nouveau en contact, elles ne peuvent pas se croiser.

En spéciation sympatrique, des changements de populations se produisent dans le même habitat, sans la présence d'une barrière géographique, mais des incohérences dans les processus physiologiques empêchent le croisement d'individus de populations différentes.

La spéciation soudaine est moins courante dans la nature et est caractéristique principalement des plantes. Elle se réalise par mutations génomiques. La polyploïdie et l'hybridation sont des mécanismes importants pour la formation des espèces végétales. La spéciation soudaine peut être naturelle ou artificielle.

Les différents modes de spéciation peuvent être interrompus même avant l'apparition de la nouvelle espèce en raison du changement de la direction d'action des moteurs évolutifs. Lorsqu'une nouvelle espèce apparaît et que l'espèce initiale continue d'exister, un nouveau genre émerge.

Les espèces jouent un rôle clé dans le processus d'évolution. La formation de la nouvelle espèce met la fin de la microévolution et le début de la macroévolution.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quelle est la raison de l'isolement spatial lors de la spéciation géographique?
2. Quel est le fait qui prouve l'isolement reproductif?
3. Rappelez-vous ce que sont la polyploïdie et l'hybridation. Donnez des exemples de leur application de nos jours.



### 3.1.8. Critères d'espèce



espèce, critère morphologique, critère génétique, critère physiologique, critère biochimique, critère éthologique, critère géographique, critère écologique

**L'espèce** est un ensemble d'individus qui possèdent des caractéristiques similaires, habitent en permanence une certaine aire au sein de laquelle ils se reproduisent et ont des descendants fertiles, sont génétiquement isolés d'autres populations similaires, ont le même caryotype et le même destin évolutif.

Afin de déterminer l'appartenance d'un individu à son espèce respective on utilise des caractéristiques spécifiques appelés *critères*. Il n'y a pas de critère universel permettant de déterminer avec certitude l'appartenance à l'espèce. Pour une plus grande précision, il est nécessaire d'utiliser autant de critères que possible. Ils peuvent être biologiques et spatiaux.

**Critère morphologique** - c'est le critère le plus accessible et le plus souvent utilisé. Il est basé sur l'uniformité de la structure anatomique, de la coloration et d'autres caractères morphologiques. Ce critère n'est pas toujours réussi. Les raisons en sont les différences entre les individus mâles et femelles d'une même espèce (un fort dimorphisme sexuel), entre les formes jeunes et adultes et l'existence d'espèces jumelles (les individus sont similaires en apparence, mais chacun a son propre habitat spécifique). Par exemple, le moustique du paludisme a 6 espèces jumelles.

**Critère génétique (caryologique)** - il est basé sur le caryotype spécifique de chaque espèce. Par exemple, les six espèces jumelles du moustique du paludisme diffèrent par le nombre de chromosomes dans leurs ensembles de chromosomes diploïdes. Il existe des espèces dont le nombre de chromosomes est le même, mais leurs caractéristiques morphologiques diffèrent (la forme, la taille).

**Critère physiologique** - les individus de chaque espèce ont des similitudes dans les processus vitaux et en particulier dans la reproduction. Ils se croisent et donnent une descendance fertile. Dans certains cas, des espèces étroitement apparentées (végétales et animales) peuvent se croiser, mais leur descendance est stérile (par ex. le mulet).

**Critère biochimique** - il est basé sur la comparaison des biomolécules spécifiques à l'espèce. Ce critère est très précis, mais il est coûteux et nécessite des laboratoires spécialement équipés.

**Critère éthologique** - il repose sur les caractéristiques comportementales des espèces animales - par ex. le comportement matrimonial spécifique des mâles pendant la saison de reproduction. C'est un signal pour leur reconnaissance par les femelles et même les plus petites différences peuvent entraver l'accouplement.

**Critère géographique** - il est basé sur le fait que chaque espèce a sa propre aire de répartition dans la nature. Ce critère n'est pas suffisamment précis en raison de la présence d'espèces cosmopolites et des changements des habitats de nombreuses espèces à cause de l'activité humaine.

**Critère écologique** - pour son existence normale chaque espèce a besoin de conditions environnementales bien définies - c.à.d. qu'elle a un habitat spécifique. Mais il existe aussi d'autres espèces avec les mêmes exigences écologiques (par ex. la truite et le barbeau noir).



#### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Donnez des exemples d'espèces jumelles dans la nature.
2. Quels sont les biomolécules spécifiques à l'espèce grâce auxquels le critère biochimique détermine l'appartenance d'un individu à une espèce?
3. Indiquez quel est le critère utilisé dans les exemples suivants:
  - Chez la drosophile le caryotype est  $2n = 8$ , chez les pommes de terre -  $2n = 48$
  - Le crapet-soleil est une espèce nord-américaine, mais on le trouve également en Bulgarie
  - Le veau est le résultat d'un croisement entre une vache et un taureau
  - Le paon étale en éventail sa queue en panache pour attirer la femelle.
4. Comment l'homme pourrait-il changer l'aire de distribution d'une espèce?



### 3.1.9. Macroévolution



évolution divergente, évolution parallèle, évolution convergente, évolution phylogénétique, caractères clés

L'évolution des unités systématiques de plus haut rang (genre, famille, ordre, classe, embranchement, règne) est appelée macroévolution. Elle se déroule pendant de longues périodes et sur de grandes surfaces. La micro- et la macroévolution constituent le processus évolutif général.

La macroévolution s'effectue sous l'action des événements et des forces d'évolution valables pour la microévolution, mais pendant les différentes époques géologiques ils ont agi différemment et ont conduit à des résultats différents. Par exemple, dans le passé la sélection naturelle a conservé des changements qu'elle élimine aujourd'hui. Au cours de la macroévolution ont eu lieu des *événements aux conséquences évolutives de grande portée* - les transitions d'organismes unicellulaires à multicellulaires, de mode de vie aquatique à modes de vie terrestre, etc.

La principale unité évolutive de la macroévolution est l'espèce.

A travers l'une de ses populations, l'espèce peut occuper un nouveau milieu de vie (les premiers amphibiens, les premiers oiseaux, etc.), poursuivi d'une spéciation massive et d'émergence d'unités systématiques de plus haut rang. Certains des caractères ont été soumis à une *sélection intensive* et ils ont évolué plus rapidement - par ex. les ailes et le plumage des oiseaux.

La macroévolution se déroule en différents modes:

**1. Evolution divergente** - elle se caractérise par la différenciation des caractères des espèces issus d'un ancêtre commun. Suite à cette évolution, de nouveaux genres émergent et c'est la raison principale de la grande diversité des espèces dans la nature. (par ex. l'ours brun, l'ours polaire, le panda).

**2. Évolution parallèle** - apparence indépendante de caractères similaires dans plusieurs groupes génétiquement liés. Ceci est le résultat de l'action unidirectionnelle de la sélection naturelle et est une conséquence de l'adaptation à vivre dans les mêmes conditions de vie. L'évolution parallèle conduit à l'émergence de nouvelles familles dans un ordre précis (par ex. le lion de mer, le morse, le phoque).

**3. Évolution convergente** - elle se caractérise par la convergence des caractères chez des espèces non apparentées, associée à leur adaptation à des conditions et des modes de vie similaires. À la suite de nouveaux ordres de classes différentes émergent (par ex. le requin, l'ichtyosaure, le dauphin).

**4. Evolution phylogénétique (phylétique)** - c'est l'évolution d'espèces qui existaient les unes après les autres et descendaient les unes des autres. Elle est associée à l'apparition de caractères

héréditaires, par lesquels l'espèce s'adapte aux changements des conditions environnementales. Les lignées évolutives du cheval et de l'éléphant sont bien étudiés.

Pendant de longues périodes *des événements uniques d'évolution* ont eu lieu sur la Terre - par ex. la respiration, la fécondation interne, la marche, le vol, etc. Les caractères par lesquels ces événements sont devenus possibles sont appelés **caractères clés**, par ex. les ailes et le plumage des oiseaux.

La vitesse de la macroévolution varie pour les différents groupes d'organismes. Elle dépend de la stabilité de l'environnement et de la réserve de variabilité génotypique.

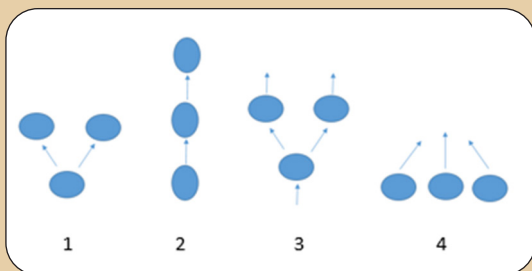
Si l'environnement ne change pas longtemps, les organismes y sont bien adaptés et tous les nouveaux caractères sont éliminés par la sélection naturelle. Les populations sont soumises à l'action de *sélection stabilisante* et leur évolution ralentit ou s'arrête (par ex. les crocodiles).

Si les conditions environnementales changent rapidement, une grande partie de ses habitants meurt en raison d'un manque de réserve de variabilité génotypique. Si une population diffère des autres, elle peut s'adapter aux nouvelles conditions, survivre et donner naissance à une nouvelle espèce, respectivement un nouveau genre, etc.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quel est le type de macroévolution qui crée la plus grande diversité d'espèces et pourquoi?
2. Quelles sont les caractéristiques principales des événements évolutifs uniques comme la respiration d'oxygène atmosphérique, la fécondation interne et la marche?
3. Notez au quel type de macroévolution se réfèrent les schémas:



1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

4. Réfléchissez sur l'affirmation suivante: La macroévolution est un ensemble de nombreux processus microévolutifs.



### 3.1.10. Principales directions et voies d'évolution



progrès biologique, aromorphose, idioadaptation, catamorphose, régression biologique

Bien qu'il existe une variété dans les transformations d'unités systématiques de plus haut rang elles ont aussi des caractéristiques communes qui déterminent les principales directions et voies d'évolution.

La macroévolution se déroule dans deux directions: le progrès biologique et la régression biologique.

**Le progrès biologique** est caractérisé par une augmentation du nombre d'individus dans un groupe; le groupe élargit en permanence son aire; de nouvelles unités systématiques subordonnées se forment et leur évolution continue.

Le progrès biologique se réalise à travers divers processus appelés **voies d'évolution**. Selon la manière dont elles s'effectuent et les résultats obtenus on distingue les voies suivantes:

**Les aromorphoses** (événements aux conséquences évolutives à long terme pendant de longues périodes) conduisent à une complication progressive de la structure et à une amélioration des fonctions des organismes. Grâce aux aromorphoses les organismes occupent un nouveau milieu de vie, suivi d'une spéciation intensive et de l'émergence de grandes catégories systématiques (classe, type, règne).

**Les idioadaptations** sont des changements adaptatifs, principalement morphologiques, des organismes à des conditions environnementales concrètes, mais elles n'entraînent pas de complications de leur structure. En conséquence de petites catégories systématiques apparaissent (genre, famille, ordre).

**Les catamorphoses** sont des variations qui conduisent à une simplification de la structure du corps et à la perte de certaines fonctions. Elles sont également appelées régression *morpho-physiologique*. Le progrès de cette voie d'évolution est qu'en s'adaptant à des conditions de vie spécifiques, certains organes et fonctions ne sont plus nécessaires et disparaissent. À la suite des catamorphoses apparaissent de petites catégories systématiques (genre, famille, ordre).

Simultanément aux catamorphoses se produisent des idioadaptations - de nouveaux organes se développent ou d'autres fonctions s'améliorent.

**La régression biologique** se caractérise par une diminution du nombre d'individus dans un groupe; le groupe réduit en permanence son aire; le nombre de groupes subordonnés diminue; finalement tout le groupe disparaît.

La cause de la régression biologique est la forte diminution de la réserve de variabilité génotypique. Dans des conditions environnementales constantes pendant de longue période, les organismes sont hautement spécialisés, c.à.d. bien adaptés. Sous l'action de la sélection stabilisante, les caractères apparus sont progressivement éliminés, ce qui limite la réserve de variabilité génotypique. La forte spécialisation



des organismes peut provoquer l'extinction de l'espèce. Darwin a également suggéré que même si les conditions de l'environnement reviennent, une fois l'espèce éteinte ne peut plus réapparaître.

La régression biologique montre la nature contradictoire de l'évolution.

Les directions de base et les voies d'évolution montrent que l'évolution est un processus continu et irréversible. Il affecte toutes les espèces, a un caractère adaptatif et complique la structure et les fonctions des organismes. La vitesse du processus évolutif n'est pas constante pour les différentes espèces et à différentes époques géologiques.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quelles hypothèses sur l'extinction des dinosaures connaissez-vous?
2. Pourquoi la photosynthèse est une des voies du progrès biologique (aromorphose)?
3. Les cénogenèses sont des modifications adaptatives qui n'existent que pendant la période embryonnaire du développement individuel. Elle fait partie des voies d'évolution par lesquelles s'effectue le progrès biologique. Donnez des exemples de telles adaptations.
4. Reliez les exemples suivants à la voie pertinente du progrès biologique:
  - a) les yeux vestigiaux de la chauve-souris,
  - b) les adaptations des plantes pour répandre les graines,
  - c) les systèmes vestigiaux des vers-parasites,
  - d) la forme aplatie dorso-abdominale des poissons démersaux,
  - e) la pollinisation,
  - f) la fécondation interne
  - aromorphose - .....
  - idioadaptation - .....
  - catamorphose - .....

## 3.2. Origine et évolution de l'homme



### 3.2.1. Place de l'homme dans le monde vivant. Preuves de l'anthropogénèse. Facteurs d'anthropogénèse



#### anthropogénèse

L'évolution humaine fait partie de l'évolution du règne animal.

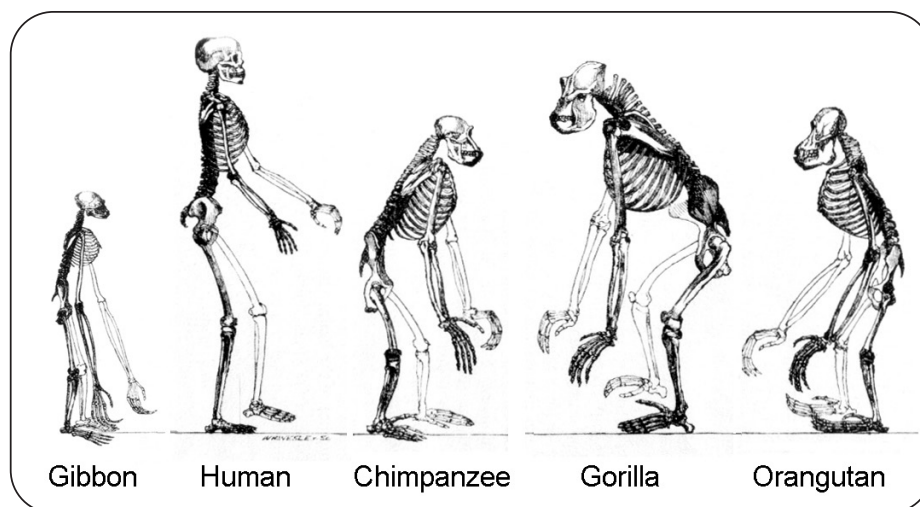
Charles Darwin a également affirmé que l'homme est le dernier chaînon le plus développé de l'évolution du monde vivant. L'homme appartient à l'ordre des *Primates*, au sous-ordre des *Singes*, à la famille des *Hominidés*, au genre *Homo*.

L'**anthropogénèse** étudie l'apparition et le développement de l'espèce humaine *Homo Sapiens*. Les principales étapes de l'anthropogénèse sont:

- apparition des Primates;
- apparition d'aegyptopythèque (la forme de transition précoce pour les singes et les humains);
- apparition des ancêtres des singes actuels;
- apparition des Hominidés et de ramapithèque.

La preuve de la parenté humaine avec les vertébrés est la similitude du plan général anatomique. Les similitudes entre les groupes sanguins humains et ceux des grands singes (anthropoïdes) témoignent de l'existence d'ancêtres communs. Le déroulement similaire du développement embryonnaire prouve l'appartenance de l'homme moderne au groupe des mammifères placentaires.

L'évolution de l'homme se caractérise par des changements associés à la marche bipède (le corps droit), au type de nutrition omnivore, au développement progressif du cerveau et à l'activité nerveuse plus évoluée.



<https://fr.wikipedia.org/wiki/Hominoidea>

## Facteurs d'anthropogénèse:

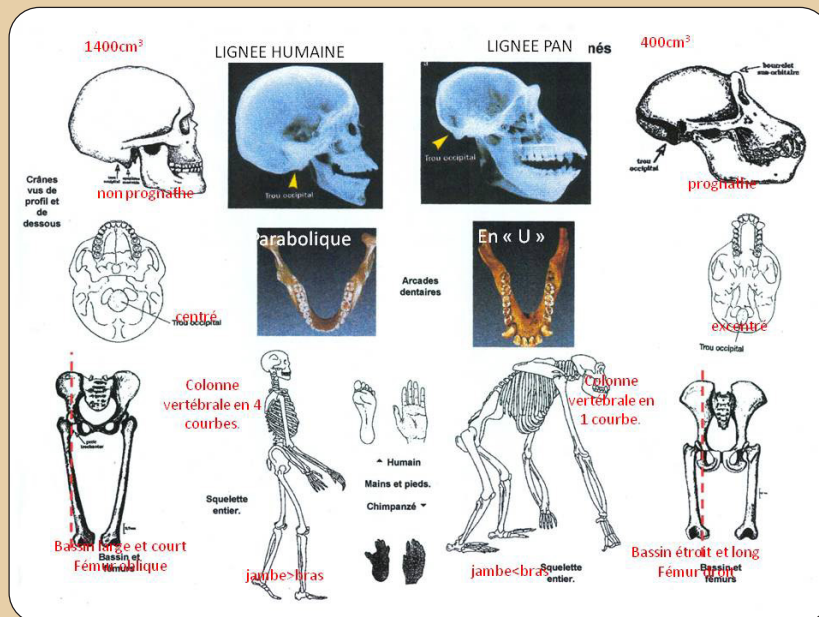
L'évolution humaine se déroule sous l'influence de facteurs biologiques et sociaux. La différenciation de l'homme en tant qu'espèce distincte est soumise à des lois biologiques comme la variabilité, l'hérédité, la sélection naturelle et la lutte pour l'existence. Le plus important chez l'homme est l'évolution du système nerveux. Les facteurs sociaux sont le travail, le mode de vie social, le langage articulé et la conscience développée (la pensée).

Les tendances de la future évolution de l'homme sont associées à l'influence croissante des facteurs sociaux et à la diminution du rôle de la sélection naturelle.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Utilisez vos connaissances sur l'anatomie et la physiologie humaines et expliquez les changements spécifiques associés à la marche bipède et à l'alimentation omnivore.
2. Quelles sont les preuves que l'homme appartient à la classe des Mammifères?
3. Identifiez les principales différences entre les squelettes des humains et des singes.



<https://sites.google.com/site/svtndots/parentes/cours/lignee-buissonnante>

4. Malgré les différences selon les sources, il est évident que les singes et les humains ont des similitudes des groupes sanguins: chez les chimpanzés les groupes sanguins sont A et O, chez les gorilles - groupe sanguin B, chez les orangs outans - les trois groupes sanguins - A, B et AB. Ces faits, que prouvent-ils et comment pourraient-ils être utilisés pour le bien-être des humains?



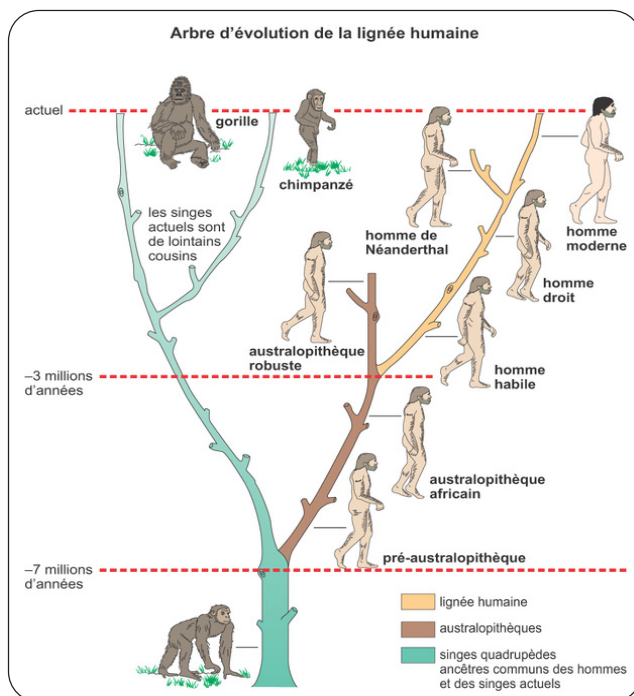
## 3.2.2. Histoire évolutive de l'homme



australopithèque, archanthrope, paléanthrope, néanthrope, Homo sapiens

Les premiers Hominini sont des **Australopithèques** (proto humains) ayant vécu il y a 10 à 12 millions d'années en Afrique. La structure de leurs membres inférieurs et de leur bassin montre qu'ils marchaient sur deux jambes. Le début de la transformation des membres antérieurs en membres supérieurs est posé. A partir des australopithèques commence l'histoire évolutive de l'*Homo sapiens*.

Il n'existe pas d'unanimité entre les paléontologues concernant la succession des différentes formes ancestrales de l'homme moderne.



<https://www.assistancescolaire.com/enseignant/college/ressources/base-documentaire-en-sciences/arbre-d-evolution-de-la-lignee-humaine-remi0316>

D'après une partie des scientifiques l'évolution humaine passe par plusieurs étapes:

1) L'homme le plus ancien - **Archanthrope**. Son développement passe par deux phases:

- *Homo habilis* (homme habile) - à proximité de leurs restes ont été trouvés des outils primitifs en pierre. La fabrication d'outils est un événement d'une grande importance pour l'évolution des hominidés.

- *Homo erectus* (homme droit, dressé) - ses représentants sont le Pithécanthrope, le Sinanthrope et l'homme de Heidelberg. Le sinanthrope et l'homme de Heidelberg sont les premiers qui savaient utiliser le feu.

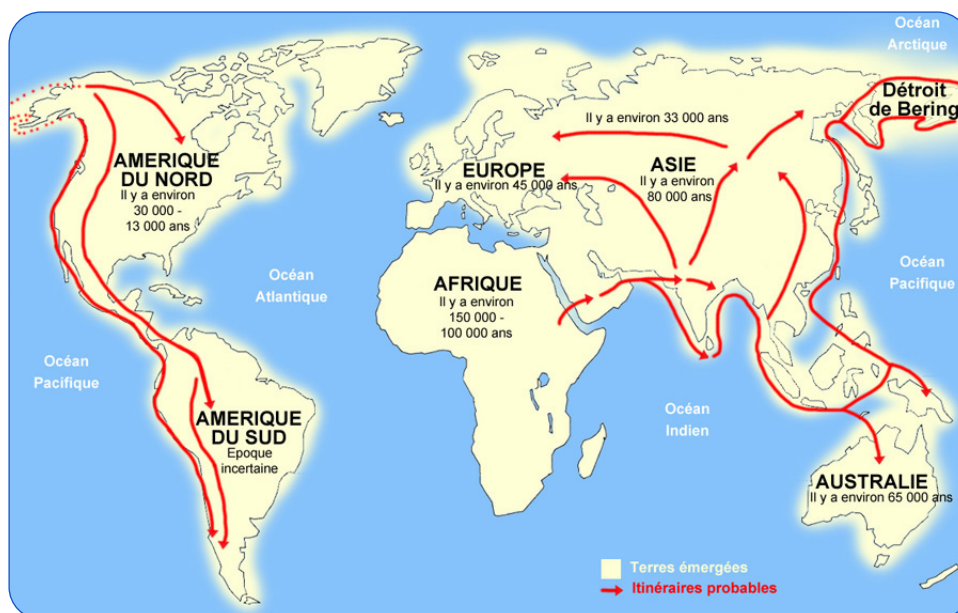
L'aire de distribution des Hominini s'est considérablement étendue pour couvrir

les zones des latitudes tempérées. L'adaptation au climat plus froid a accéléré l'évolution humaine.

2) Homme ancien - **Paléanthrope** (homme de Néandertal). Ils n'ont toujours pas de courbe en forme de double S de la colonne vertébrale et de menton saillant bien formé. Pour la première fois, la division du travail est apparue: les hommes chassaient en groupes et les femmes élevaient les enfants et s'occupaient de la maison. Dans la communication des néandertaliens sont apparus les débuts de la formation du langage articulé.

3) Homme moderne - **Néanthrope** (homme de Cro-Magnon, *Homo sapiens*). Les squelettes découverts ont toutes les caractéristiques des humains modernes - le crâne facial est plus petit que le crâne cérébral, la stature et les proportions des os des membres sont similaires à celles de l'homme d'aujourd'hui. Les Cro-Magnons utilisaient le langage articulé pour communiquer entre eux (les preuves sont la présence du menton saillant et le front droit). Ils ont commencé de s'occuper de l'agriculture, de développer l'artisanat. Le passage des activités de cueillette et de la chasse aux activités de production est un événement important dans l'évolution humaine. Le développement de la culture spirituelle, la formation des relations et d'organisation sociales ont été mis en place et les premières croyances religieuses sont apparues. Les néanthropiens passent de l'évolution biologique à l'évolution sociale et culturelle.

Les néanthropiens se sont installés dans toute l'Europe lors de la colonisation de nouveaux territoires par les agriculteurs du Moyen-Orient à une vitesse d'environ 1 km par an. Ainsi, il y a 10 à 12 mille ans, l'homme raisonnable moderne est apparu - *Homo sapiens recens*.



<https://www.histoire-du-monde.fr/prehistoire/homme-moderne/>

*Homo sapiens* est la seule espèce de la lignée humaine qui est présente actuellement. Avec la fin de l'histoire évolutive de l'homme débute l'histoire de l'humanité.



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Faites une étude des traits caractéristiques des représentants de l'histoire paléontologique de l'homme et remplissez le tableau:

Ancêtres de l'homme moderne	Capacité crânienne	Stature	Lieu de découverte	Autres traits caractéristiques
<b>Australopithèque</b>				
<i>Homo habilis</i>				
<i>Homo erectus</i>				
<b>Paléanthrope - Néandertalien</b>				
<b>Néanthrope - Cro-Magnon, <i>Homo sapiens</i></b>				

2. D'où viennent les noms de l'homme de Néandertal et de l'homme Cro-Magnon?

3. Quelle est la preuve qu'il existe des restes de l'homme de Cro-Magnon en Bulgarie? Où peut-on les voir (rechercher de l'information et faites une présentation)?

4. Discutez sur le thème « Le rôle de la sélection naturelle sur l'évolution humaine ».

5. Trouvez les 15 mots dans la grille de mots-mêlés. Ils sont inscrits de manière horizontale, verticale ou en diagonal.

H.de	B	Z	A	H.de	H	E	I	D	E	L	B	E	R	G	E	X	H
N	E	A	N	T	H	R	O	P	E	G	G	P	A	B	V	F	O
E	P	P	C	X	C	O	Z	C	D	D	W	Q	R	T	O	Y	M
A	A	S	E	D	F	G	M	R	S	H	J	K	L	Z	L	X	O
N	A	U	S	T	R	A	L	O	P	I	T	H	E	Q	U	E	E
D	C	V	T	B	N	M	Q	-	H	R	N	W	E	R	T	T	R
E	Y	U	R	I	O	P	A	M	S	A	I	G	D	F	I	G	E
R	J	K	A	L	Z	X	C	A	V	B	B	M	E	N	O	H	C
T	M	Q	L	W	E	R	T	G	Y	U	I	I	A	S	N	O	T
A	P	A	S	H	O	M	I	N	I	D	E	S	L	T	D	F	U
L	I	G	N	E	E	W	H	O	M	O	S	A	P	I	E	N	S
G	H	J	P	A	L	E	A	N	T	H	R	O	P	E	S	S	K



### 3.2.3. Races humaines



race humaine, caractéristiques raciales humaines

L'espèce *Homo sapiens* habite toute la planète. À la suite de l'adaptation à différentes conditions naturelles, des différences sont apparues entre ses populations distinctes.

**La race humaine** est un grand groupe de personnes d'origine commune, de zone de départ commune et présentant des caractéristiques morphologiques et physiologiques similaires.

Il existe trois races principales - euroïde (caucasöide), négro-australöide, mongolöide.

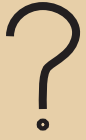
Les caractéristiques par lesquelles les races diffèrent les unes des autres (**caractéristiques raciales**) sont d'environ 100. Elles sont *morphologiques* (couleur de la peau, couleur des yeux, couleur et type des cheveux, forme du nez, épaisseur des lèvres, pilosité, etc.) et *physiologiques* (le rythme de croissance et l'âge du début de la puberté, intensité métabolique et transpiration).

Le principal facteur de la formation des races humaines est le caractère adaptatif des changements des caractéristiques raciales et l'action de la sélection naturelle. D'autres facteurs sont l'isolement racial et la sélection sexuelle.

Malgré les différences existantes, les races humaines appartiennent à la même espèce - *Homo sapiens*. La preuve la plus indiscutable en est le fait que les mariages interraciaux donnent naissance à une génération viable et fertile.

En 1996, le Conseil de l'Union européenne a adopté une résolution déclarant que « le terme de race doit être évité dans tous les documents officiels ».





## TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Décrivez les caractéristiques morphologiques des trois principales races humaines.
2. Expliquez les raisons des différences morphologiques spécifiques et leur importance pour les différentes races.
3. Le métissage est l'avenir des races humaines. Quels sont les noms des générations issues du croisement des races euroïde et négroïde, des races euroïde et mongoloïde, des races négroïde et mongoloïde?
4. Quelle est la signification de l'isolement racial et de la sélection sexuelle pour le développement des races humaines?
5. Trouvez de l'information sur les théories de l'origine des races (monogénisme / monocentrisme et polygénisme / polycentrisme) et faites un bref exposé en indiquant les principales différences.
6. En 2000, le Conseil de l'Union européenne a adopté une directive sur l'application du principe de l'égalité de traitement sans distinction de race ou d'origine ethnique.  
Commentez les raisons qui ont conduit à son adoption.
7. Organisez une discussion sur le thème « Y a-t-il du racisme aujourd'hui? ».

## 3.3. Preuves de l'évolution biologique



### 3.3.1. Preuves de l'anatomie comparée, physiologie comparée, embryologie comparée et moléculaires de l'évolution biologique



organes homologues, organes analogues, organes rudimentaires, atavismes, loi biogénétique, hybridation d'ADN

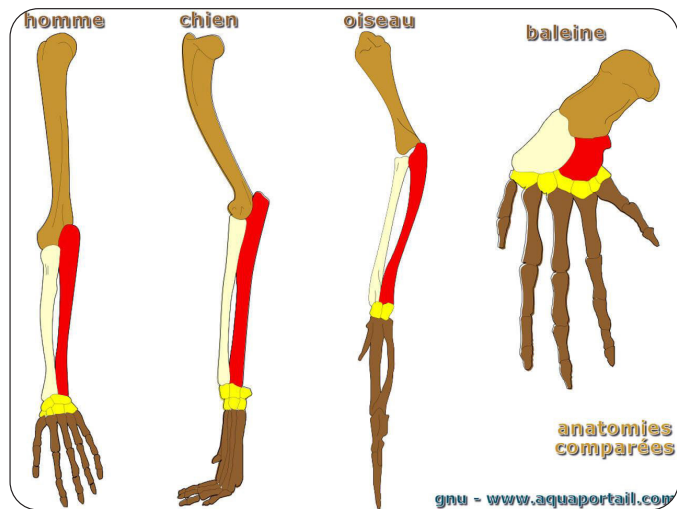
Il existe des preuves incontestables du processus évolutif apportées par des sciences telles que l'anatomie comparée, la physiologie comparée, l'embryologie comparée, la génétique, la paléontologie, la biochimie et autres.

#### 1. Preuves de l'anatomie comparée

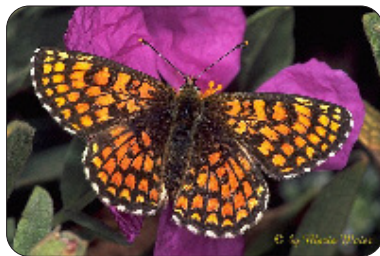
La structure cellulaire commune des organismes prouve l'unité du monde vivant. Tous les vertébrés ont un même plan d'organisation anatomique.

Les organes de différentes espèces qui ont une structure similaire et une origine embryonnaire commune mais exercent des fonctions différentes, sont appelés **organes homologues**. Ils résultent de l'évolution divergente et prouvent l'origine commune et la parenté entre les espèces respectives.

Les organes de différentes espèces qui exercent une fonction similaire mais qui ont une structure et des origines différentes, sont appelés **organes analogues**. Ils résultent de la convergence évolutive et montrent la nature adaptative de l'évolution mais ne prouvent pas de parenté.



<https://www.aquaportail.com/definition-11194-anatomie-comparee.html>

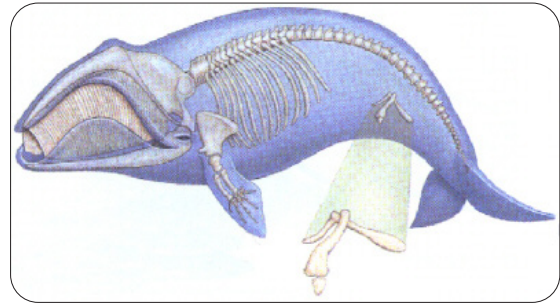


Les organes homologues et analogues peuvent provenir aussi des idioadaptations.

Au cours de l'évolution un organe peut devenir inutile et perd sa fonction. Il peut assumer une nouvelle fonction et devenir homologue ou perdre sa fonction et devenir

vestigial. Les organes vestigiaux sont appelés **organes rudimentaires**. Ils prouvent la parenté entre les organismes et leur origine commune et résultent des catamorphoses.

Les caractères réapparus chez un individu moderne des espèces animales qui se manifestaient chez leurs formes ancestrales et qui avaient disparu depuis quelques générations, sont appelés **atavismes**.



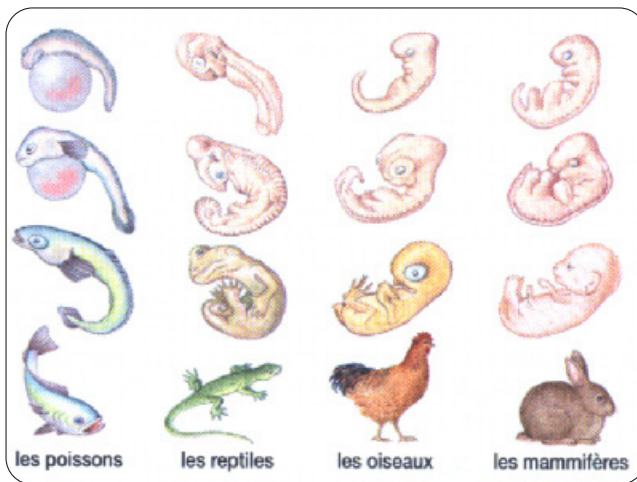
<http://pta.nbed.nb.ca/bio/Bio%2053421/Module%201/notes1.3.html>

## 2. Preuves de la physiologie comparée

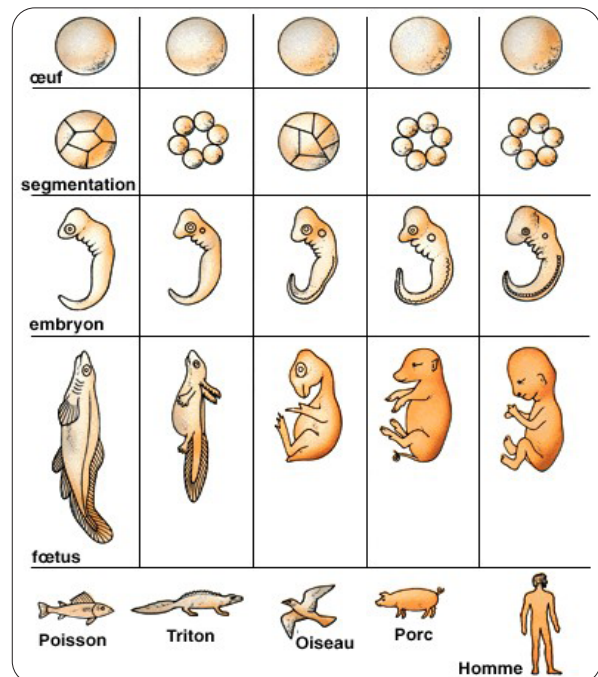
La parenté des vertébrés sont mises en évidence par des similitudes dans les processus physiologiques (l'alimentation, la respiration, l'excrétion, la reproduction, etc.).

## 3. Preuves de l'embryologie comparée

En comparant le développement embryonnaire des différentes classes de vertébrés, on trouve des similitudes lors de ses premiers stades. Les différences typiques de la classe, de l'ordre, de la famille et du genre apparaissent plus tard et à la fin apparaissent les caractères de l'espèce. En 1866 le scientifique allemand Ernst Haeckel a formulé la **loi biogénétique fondamentale**. Selon cette loi la période embryonnaire du développement individuel (l'ontogenèse) récapitule les principales étapes du développement historique de l'espèce (la phylogenèse).



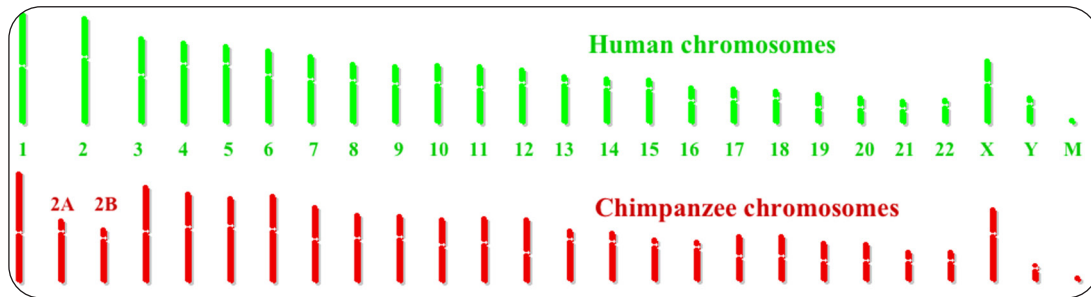
<http://pta.nbed.nb.ca/bio/Bio%2053421/Module%201/notes1.3.html>



<https://www.matierevolution.fr/spip.php?article4402>

#### 4. Preuves moléculaires

La biologie moléculaire et la biochimie apportent également des preuves sur l'unité du monde vivant - par ex. des similitudes dans la structure et les fonctions des acides nucléiques et des protéines des différentes espèces (c.-à-d. le code génétique est universel), des similitudes au cours des processus métaboliques, etc. La parenté est également prouvée par l'**hybridation d'ADN**. Par cette méthode on a trouvé des correspondances entre l'ADN humain et l'ADN des grands singes: 96,3% avec les orangs outans, 97,7% avec les gorilles et 98,2% avec les chimpanzés.



[https://en.wikipedia.org/wiki/Chimpanzee\\_genome\\_project#/media/File:Humanchimpchromosomes.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Chimpanzee_genome_project#/media/File:Humanchimpchromosomes.png)



#### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Quels autres faits que vous connaissez déjà peuvent prouver l'unité du monde vivant et son évolution?
2. Donnez des exemples de processus métaboliques qui se produisent de manière similaire dans tous les types d'organismes.
3. Donnez des exemples de l'application de la méthode d'hybridation de l'ADN à nos jours.
4. La présence dans la nature d'espèces relictuelles et endémiques prouve l'évolution des organismes. Donnez des exemples de telles espèces et expliquez comment elles prouvent l'évolution.
5. La pilosité chez l'homme est un trait hérité des animaux. À quel type d'organes (rudimentaire ou atavistique) on peut l'attribuer et pourquoi?



### 3.3.2. Preuves paléontologiques de l'évolution



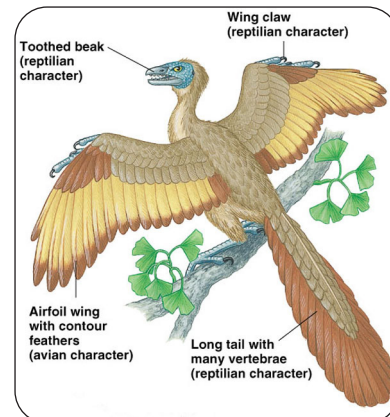
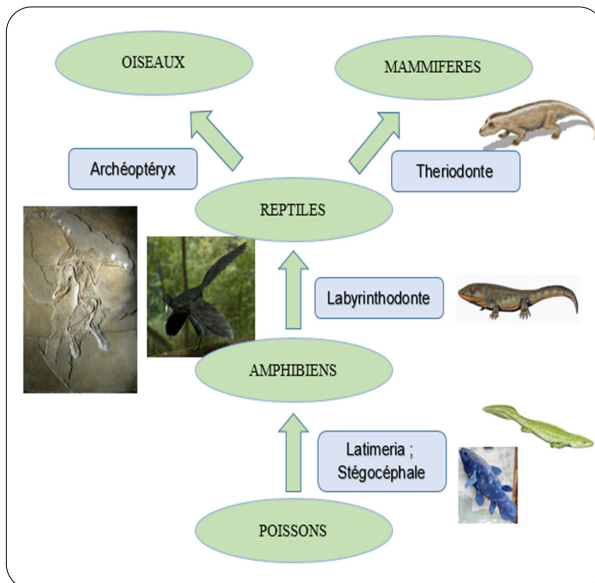
paléontologie, fossile, fossiles stratigraphiques, formes transitionnelles, lignée évolutive

Les preuves les plus convaincantes de l'évolution et de la parenté entre les organismes sont les preuves paléontologiques.

**La paléontologie** est une science qui étudie la structure et le mode de vie des organismes qui ont vécu dans le passé géologique. On appelle **fossiles** tous les restes d'organismes minéralisés (coquilles, os, dents), les empreintes d'organismes et même d'organismes entiers conservés dans les roches sédimentaires ou le pergélisol, ou bien inclus dans l'ambre jaune, etc. Une grande partie d'eux ont été découvert dans le Grand Canyon du fleuve Colorado, aux États-Unis. Plus les couches terrestres sont anciennes (plus profondes), plus les fossiles qu'ils contiennent proviennent d'organismes plus primitifs et vice-versa. Il existe trois groupes de preuves paléontologiques:

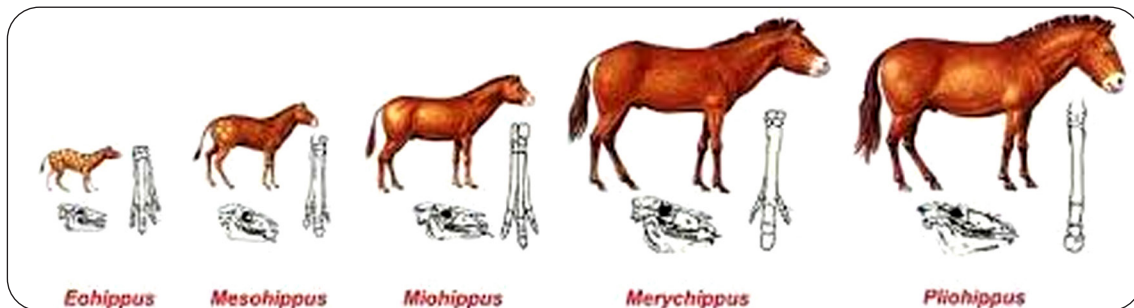
**Fossiles stratigraphiques** - des fossiles d'organismes qui étaient abondants mais qui existaient pendant une courte période à l'échelle des temps géologiques (retrouvés dans de couches à faible épaisseur). Ils sont typiques des couches terrestres de différentes époques géologiques et sont utilisés pour caractériser une certaine période.

**Formes transitionnelles** - des fossiles d'espèces déjà éteintes, possédant des caractéristiques de la forme ancestrale et de la forme descendante. Ils prouvent l'origine des organismes les uns des autres. Les formes transitionnelles de l'évolution des vertébrés sont assez connues.



<http://rareresources.blogspot.com/2010/12/archaeopteryx.html>

**Lignée évolutive (phylogénétique)** - elle comprend des fossiles d'organismes qui vivaient les uns après les autres et descendaient les uns des autres. Elle montre l'histoire évolutive (la phylogenèse) de l'espèce. Les phylogénies des genres de chevaux et d'éléphants sont relativement complètes. Elles montrent que les formes intermédiaires ont progressivement changé, sont devenues plus complexes et ont donné naissance aux espèces d'aujourd'hui.



<https://www.matierevolution.fr/spip.php?article4402>

Les preuves paléontologiques confirment l'irréversibilité de l'évolution.



### TESTEZ VOS CONNAISSANCES:

1. Comment les fossiles se sont-ils formés?
2. Faites des recherches et informez la classe des méthodes par lesquelles on peut déterminer l'âge des fossiles.
3. Décrivez la lignée évolutive de l'Homme.
4. Observez [l'échelle géochronologique](#) (stratigraphique) sur laquelle l'histoire de la Terre est divisée en intervalles de temps (éons, ères, périodes, époques). En quelles périodes se sont produites les grandes crises ? Faites une hypothèse sur la période d'apparition des Mammifères et celle dont ils ont subi des spéciations massives. Justifiez votre réponse.



### Sources d'informations:

1. Biologie et éducation à la santé, 10-ème, « Prosveta »
2. Biologie et éducation à la santé, 10-ème, « Prosveta-Az Buki »
3. Biologie et éducation à la santé, 10-ème, « Anubis »
4. Biologie et éducation à la santé, 10-ème, « Bulvest 2000 »

**Sources des vidéos:** YouTube