Évolution et Diversité du Vivant

CONCEPTS DE BIOLOGIE



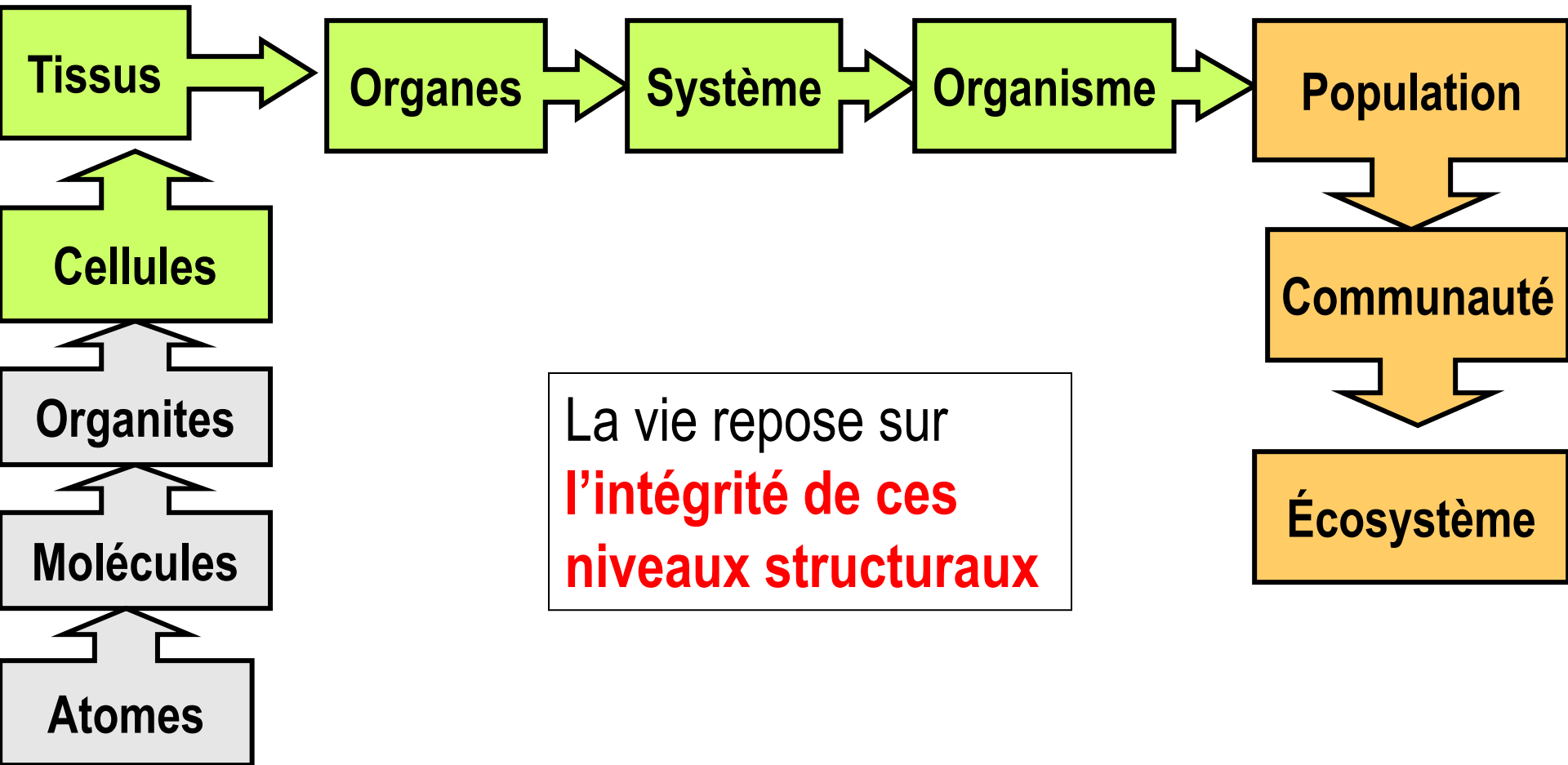
Les poupées russes s'emboîtent les unes dans les autres tout comme les niveaux structuraux du vivant.

Partie 1 : Les concepts fondamentaux en biologie

1. L'organisation complexe du vivant
2. Les caractéristiques du vivant
3. Les organismes sont des systèmes ouverts
4. La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle de tout être vivant
5. La perpétuation de la vie repose sur l'information héréditaire de l'ADN (acide désoxyribonucléique)
6. Les deux grands types de cellules : procaryotes et eucaryotes
7. Les propriétés émergentes
8. La vie présente une grande diversité mais aussi une grande unité
9. Le processus de l'évolution explique la diversité et l'unité de la vie
10. La taxinomie, la science de la classification, classe les êtres vivants en trois domaines (l'arbre taxinomique reflète l'évolution)
11. Il existe une corrélation entre la structure et la fonction

1. L'organisation complexe du vivant

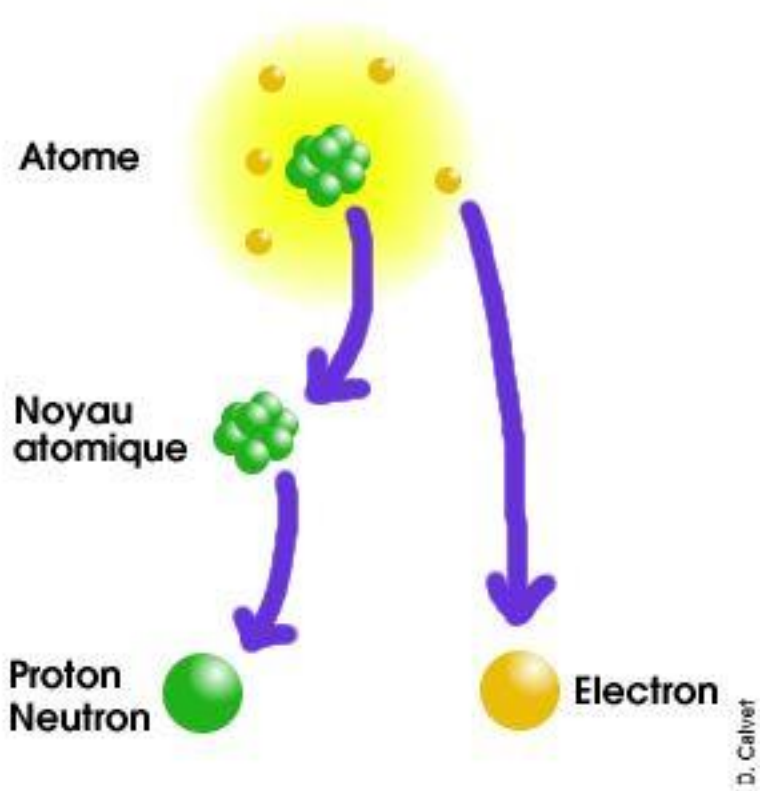
L'organisation biologique correspond à une hiérarchie de niveaux structuraux s'édifiant les uns à partir des autres.



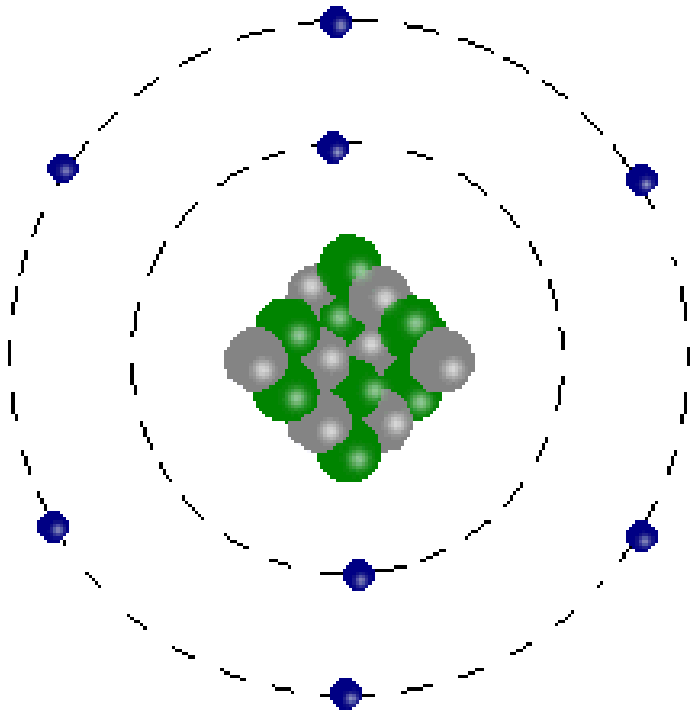
La vie repose sur **l'intégrité de ces niveaux structuraux**

Particules subatomiques
Électron, proton, neutron ou toute autre unité fondamentale de la matière

Atome
Plus petite unité d'un élément qui conserve les propriétés de cet élément



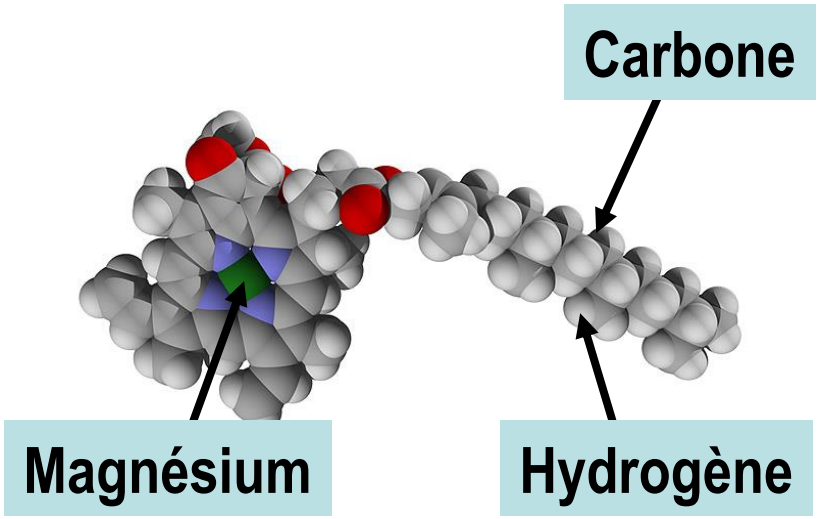
Source



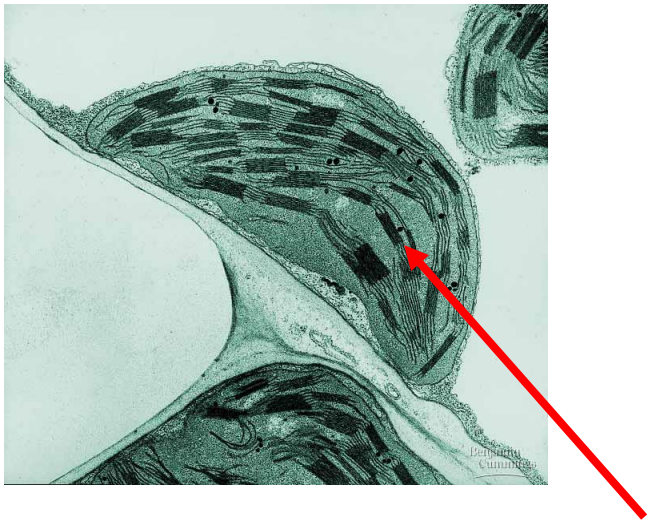
Atome d'oxygène

Molécules
Ensemble d'au moins deux atomes reliés par liaison chimique

Organite
Regroupement de molécules en une structure ayant un rôle défini (un petit organe dans la cellule)



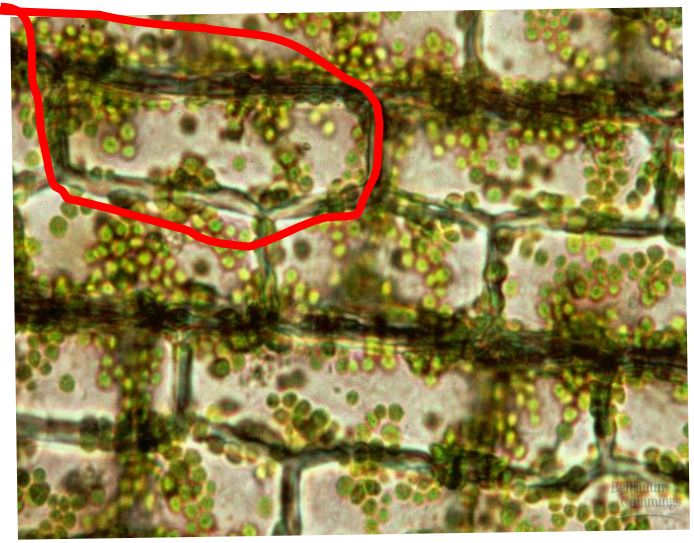
Molécule de chlorophylle
Capte les ondes lumineuses



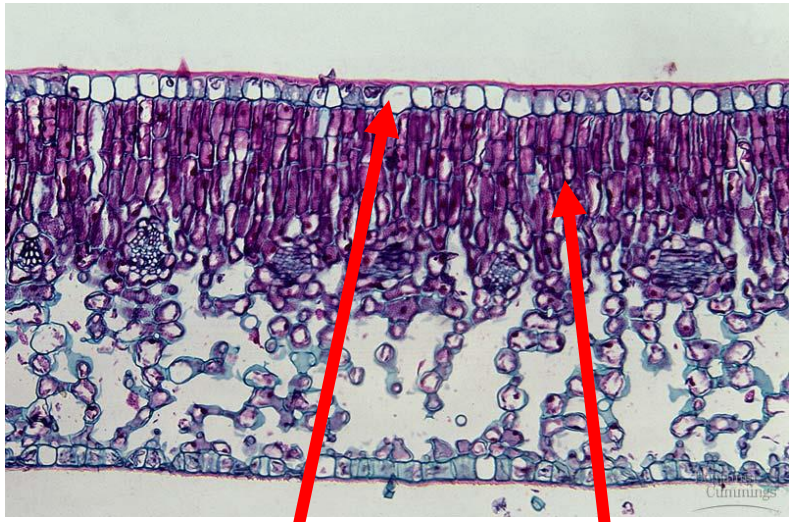
Organite : chloroplaste
Organite photosynthétique qui contient la chlorophylle

Cellule
Regroupement des organites et des molécules en une unité vivante, capable de se reproduire et jouant un rôle déterminé

Tissu
Regroupement des cellules de même type et exerçant une fonction commune



Cellules de la feuille



Tissus
De l'épiderme et photosynthétique

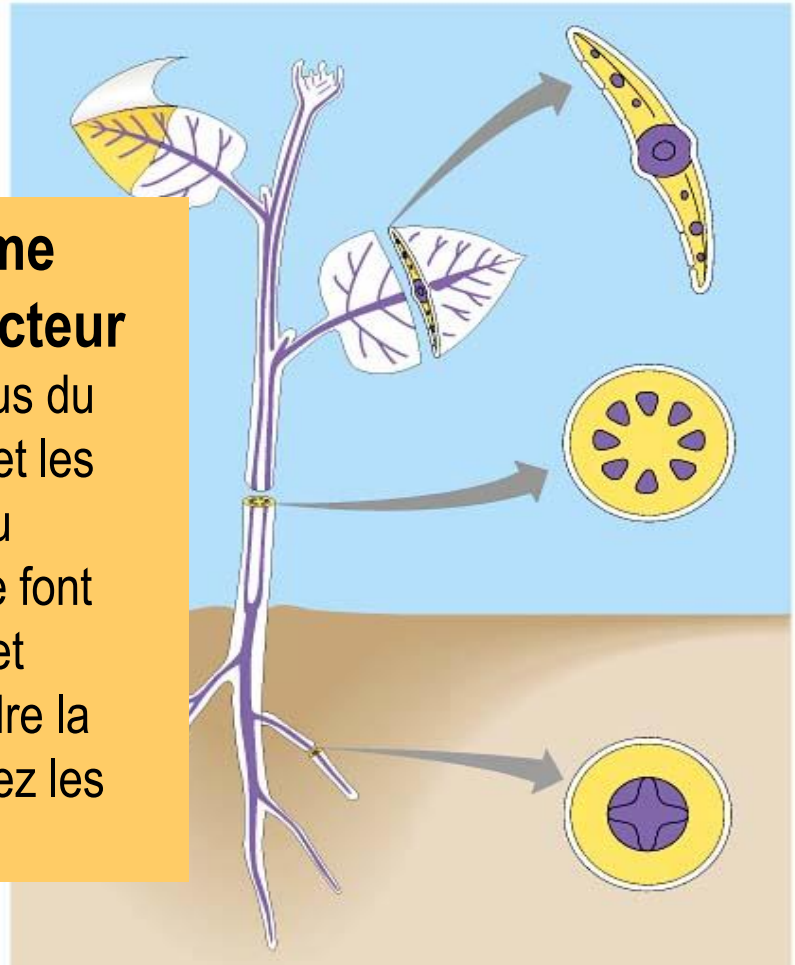
Organe
Regroupement de plusieurs tissus différents accomplissant une tâche précise



Feuille
Les racines et la tige sont aussi des organes

Système
Regroupement d'organes et de tissus orientés vers une fonction globale

Système conducteur
Les tissus du xylème et les tissus du phloème font monter et descendre la sève chez les plantes.



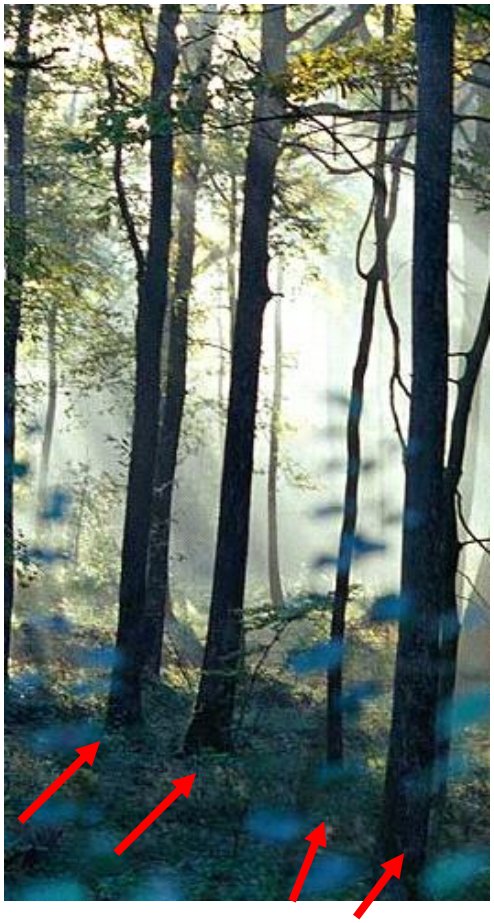
Campbell (3éd.) — Figure 35.8 : 776

Organisme
Regroupement des systèmes, des organes et des tissus en une entité vivante et reproductible



Un tremble

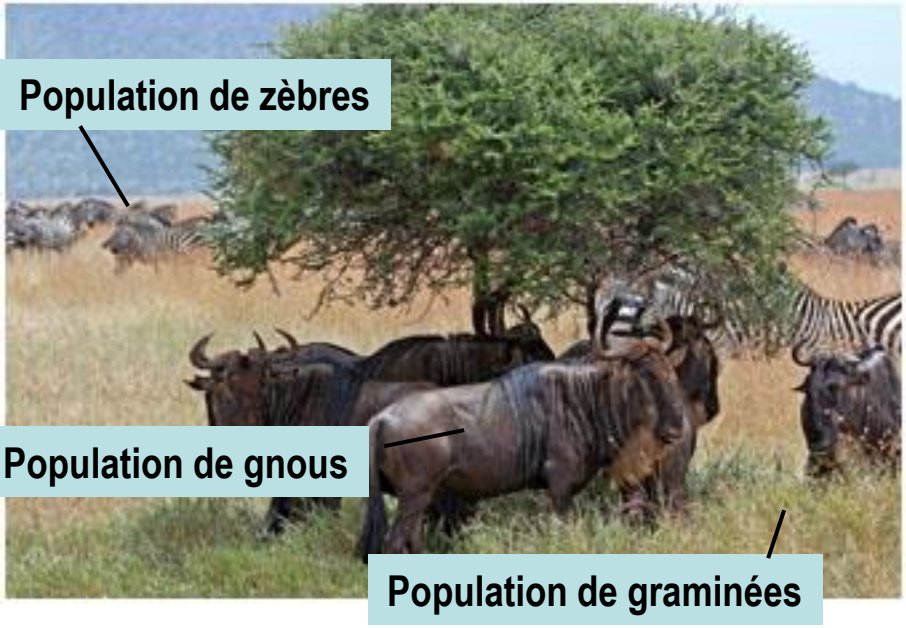
Population
Ensemble des organismes de la même espèce qui vivent dans une même région



Une population de trembles

Communauté
Ensemble des populations animales, végétales et microbiennes qui habitent une même région
(ensemble des vivants)

Écosystème
Regroupement d'une communauté et de son milieu physico-chimique
(les vivants et leur milieu : terre, air, eau)



Une communauté de Tanzanie



Un écosystème de Tanzanie

2. Les caractéristiques du vivant



Ordre « organisation complexe »
Le vivant présente une structure «ordonnée».
Celle-ci résulte des divers niveaux d'organisation qui le constitue.
(De l'atome à l'organisme en passant par les cellules, les tissus et les organes.)



Utilisation de l'énergie
Le vivant a besoin d'énergie (via la nourriture) afin de maintenir la cohésion de sa structure ordonnée.

Campbell (3e éd.) — Figure 1.2 : 2



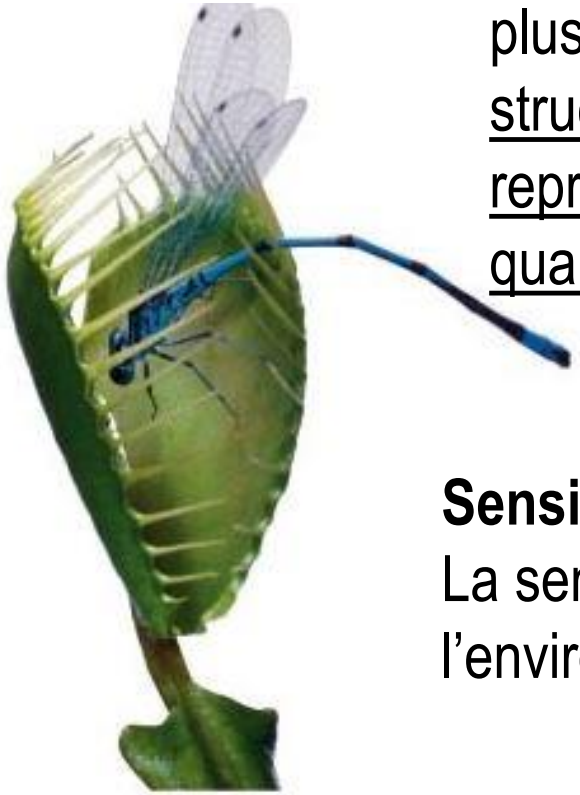
Croissance et développement

Le vivant est capable de croître et de se développer.



Reproduction

Le vivant se reproduit, il y a de plus en plus d'humains sur la Terre. Les structures non vivantes ne se reproduisent pas. La matière existe en quantité «finie».



Sensibilité

La sensibilité du vivant le rend capable de réagir à l'environnement.



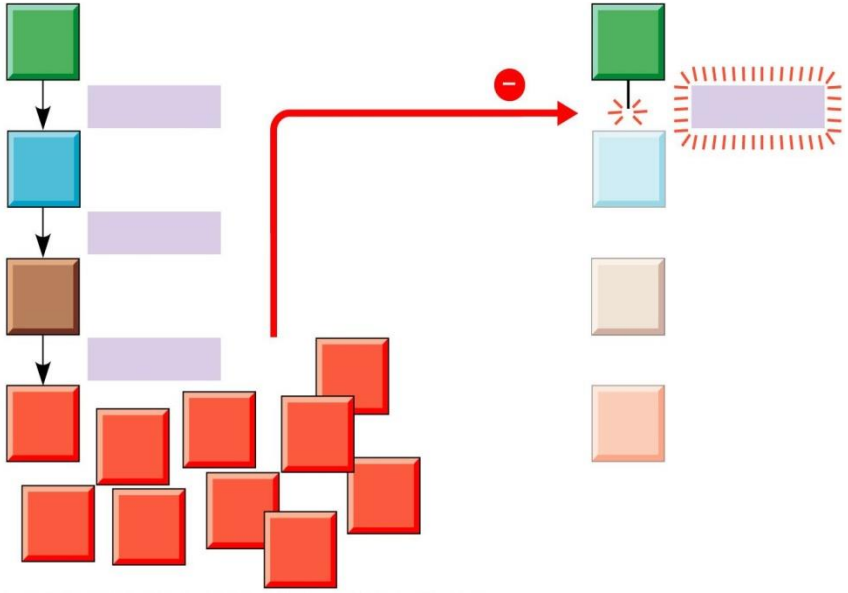
Homéostasie «<u>état stable du milieu interne</u>»

Le vivant maintient son milieu interne dans un état stable, une condition obligatoire pour maintenir ses cellules en vie. *Ce lapin maintient sa température interne en perdant l'excès de chaleur par ses oreilles.*

Milieu interne = tous les liquides corporels
• Liquide entre les cellules (liquide interstitiel) • Sang • Lymphe • LCR (liquide céphalo-rachidien) • Humeurs dans l'œil • Liquide des articulations …

Deux mécanismes de régulation permettent de garder l'homéostasie du milieu interne : **<u>la rétro-inhibition et la rétroactivation</u>**

Dans la rétro-inhibition, un processus courant de régulation, la variable issue d'un processus engendre une boucle qui le contrecarre.

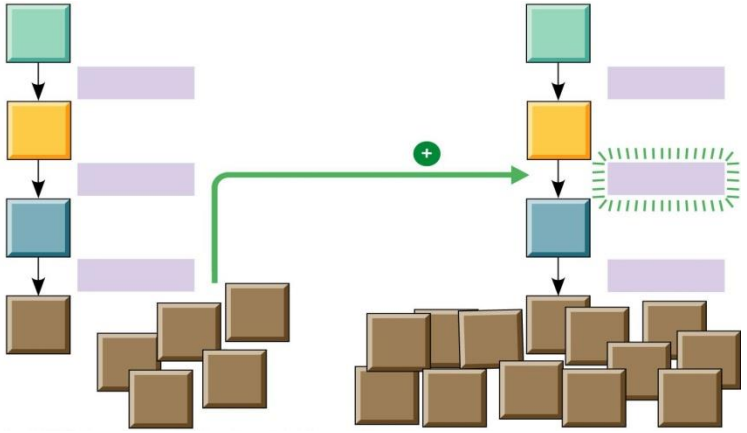


Campbell (3e éd.) — Figure 1.11 : 10

Exemples

- Un excès de produit bloque la voie enzymatique pour créer ce produit.
- Un excès de température engendre une boucle qui permet d'abaisser cette température.

Dans la rétroactivation, un processus plus rare de régulation, la variable issue d'un processus engendre une boucle qui l'accélère.

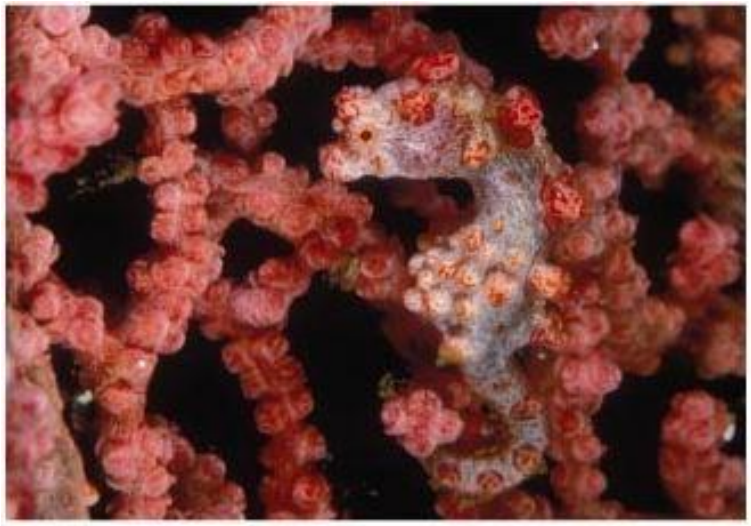


Campbell (3ᵉéd.) — Figure 1.12 : 11

Exemples

- L'entrée d'ions sodium dans la cellule nerveuse crée une boucle qui accélère l'entrée d'autres ions sodium jusqu'au point de déclencher un influx nerveux. Après l'influx, le processus cesse.
- Lorsque le bébé pousse sur le col de l'utérus, il se crée une boucle qui engendre la sécrétion de l'hormone ocytocine. Celle ci fait contracter l'utérus et le bébé descend davantage sur le col ce qui entraîne la sécrétion d'encore plus d'hormone. Le processus s'amplifie de plus en plus puis cesse brusquement au moment de la délivrance.
- Lorsque l'on se blesse, une boucle de rétroactivation permet la formation d'un caillot sanguin. La boucle cesse dès que le caillot est formé.

La régulation par rétroaction se produit à tous les niveaux de l'organisation biologique. Par exemple, si le nombre de proies chute, le nombre de prédateurs chute aussi.



Évolution et adaptation
Le vivant s'adapte à l'environnement par le processus que l'on appelle «évolution».

Cet hypocampe est remarquablement adapté à son environnement.

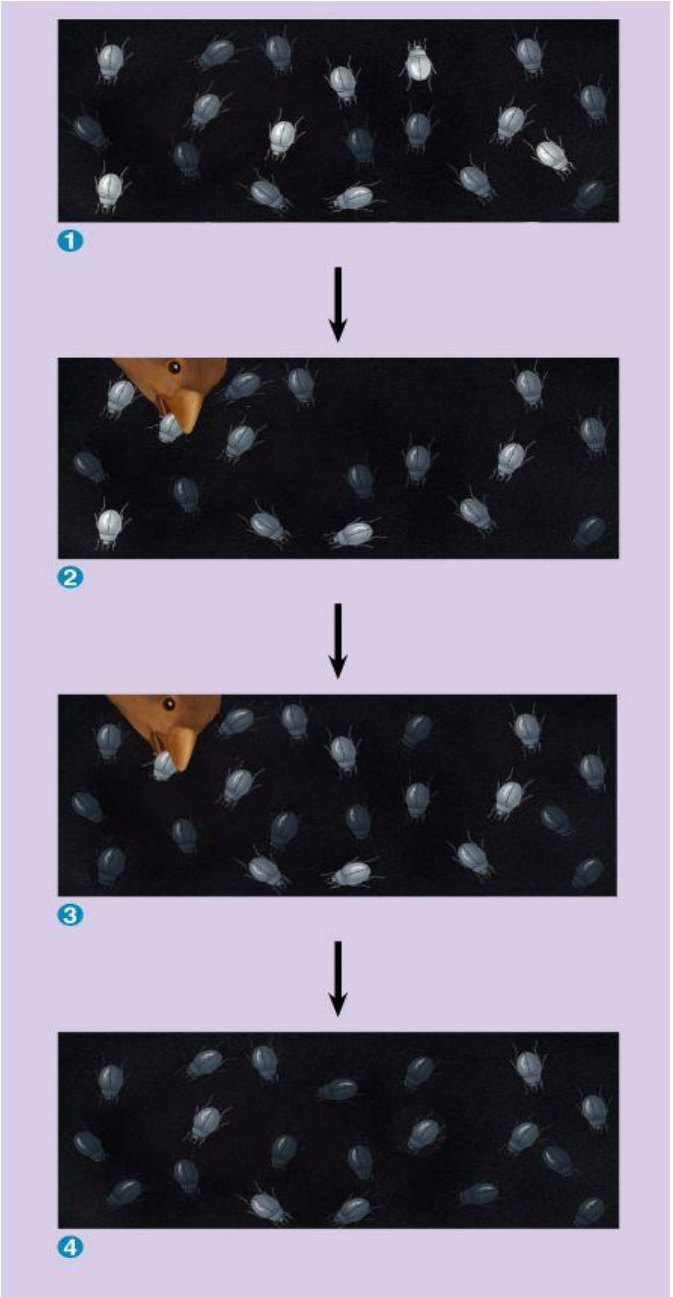
<u>Définition de l'évolution des espèces selon Darwin (le père de l'évolution)</u>

L'évolution des espèces est une «descendance avec modifications» c'est-à-dire une succession d'ancêtres ayant subi des transformations progressives au fil des générations.

Le mécanisme de l'évolution de Charles Darwin est la «**sélection naturelle**»

Il y a des variations entre les individus d'une population. Dans la lutte pour la survie, les individus qui présentent les caractères les mieux adaptés à leur milieu sont favorisés et engendrent plus de descendants que les autres. Les caractères favorables s'accumulent avec le temps. La population évolue.

Sélection = élimination



Il y a des pâles et des foncés.

Les pâles, plus visibles, sont mangés (sélectionnés).

Les foncés, survivent et se reproduisent.

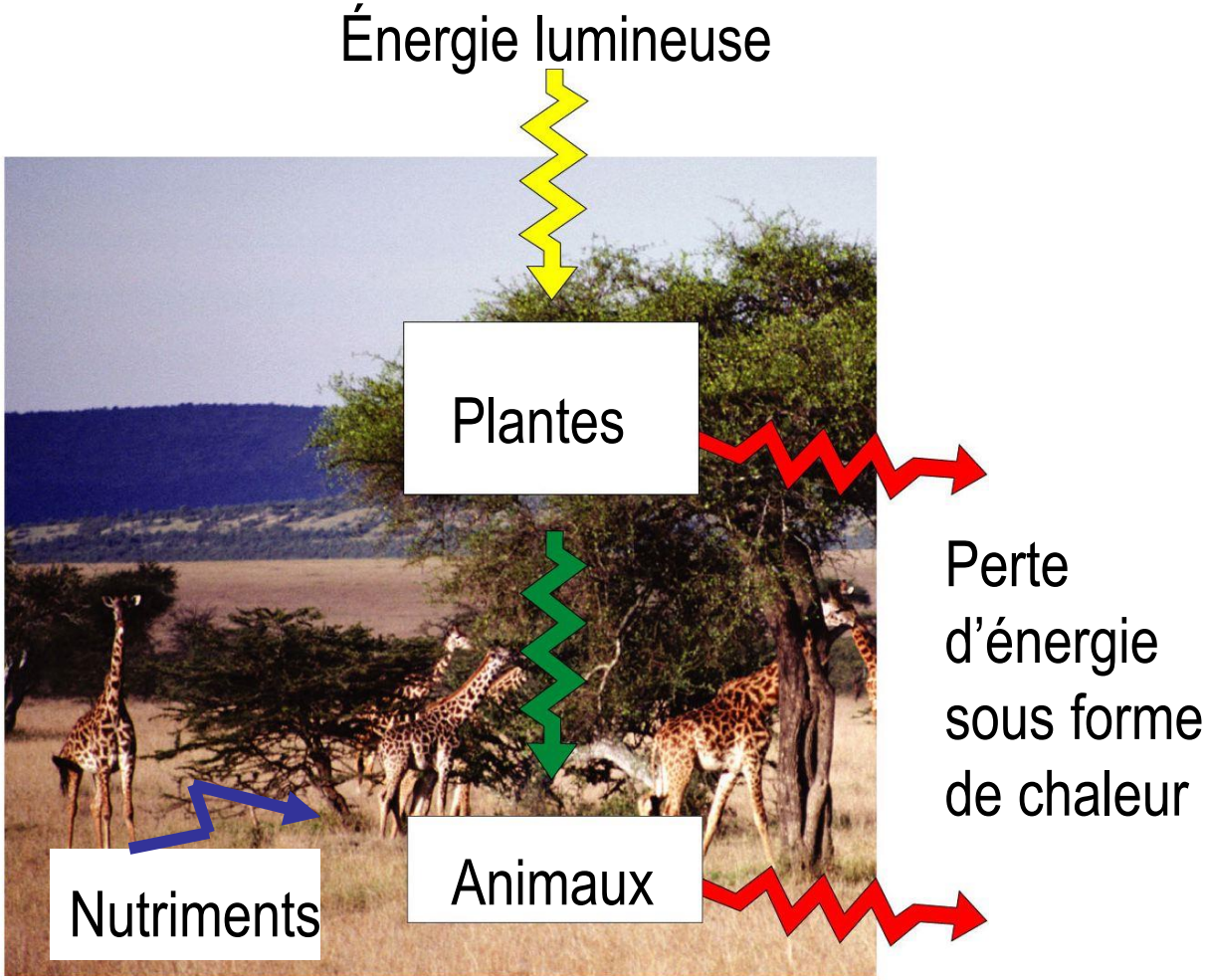
La population est adaptée à son milieu.

Campbell (3e éd.) — Figure 1.21 : 16

3. Les organismes sont des systèmes ouverts

Les organismes sont des systèmes ouverts qui échangent sans cesse de la matière et de l'énergie avec leur environnement.

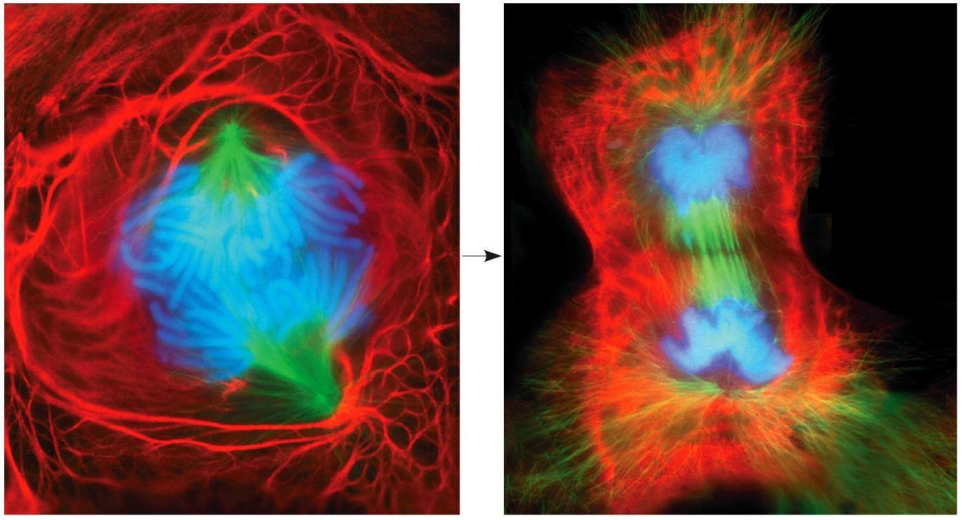
Cette matière et cette énergie sont nécessaires pour maintenir l'intégrité de l'organisation complexe de chaque être vivant.



Campbell (3ᵉéd.) — Figure 1.4 : 6

4. La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle de tout être vivant

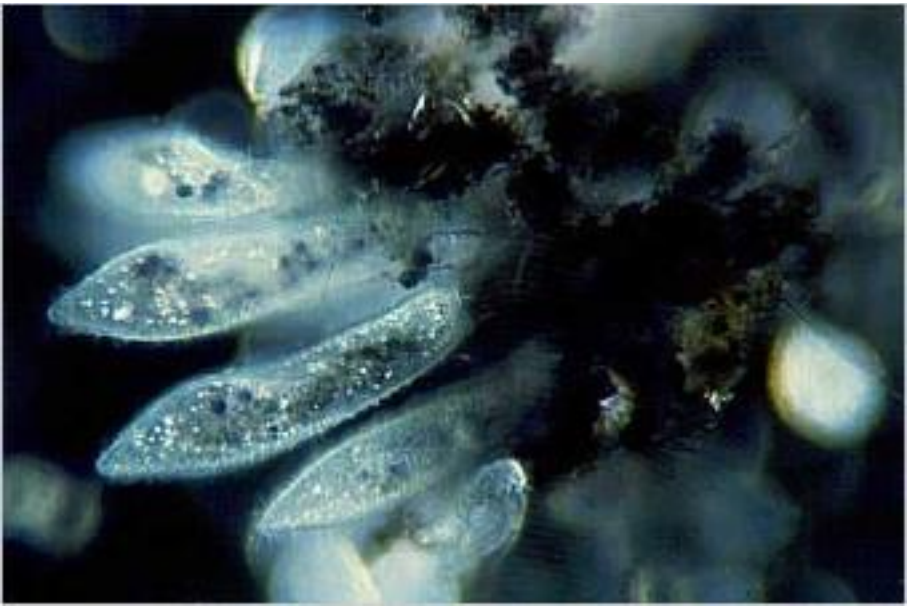
La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle de tout être vivant car elle est capable d'accomplir toutes les activités du vivant : elle mange, boit, digère, excrète, respire et se reproduit.



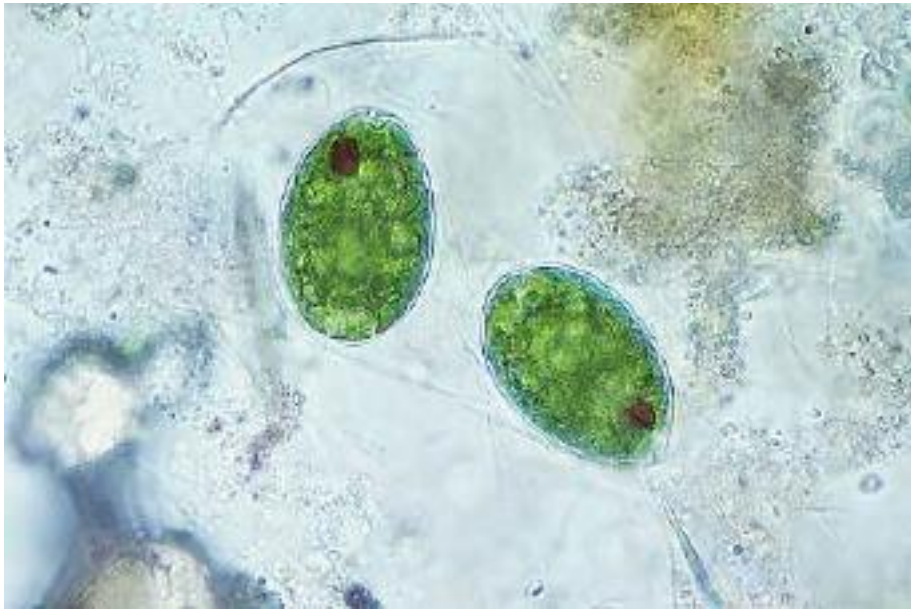
Campbell (3e éd.) — Figure 1.5 : 6

« En dessous » du niveau cellulaire, la vie est impossible. Ainsi, un chloroplaste ne peut vivre et fonctionner que s'il est intégré à une cellule végétale.

La cellule est l'unité fondamentale du vivant. Cela est si vrai que les plus petits organismes sont formés d'une seule cellule ; ce sont des unicellulaires.



PARAMÉCIES « se nourrissant de débris organiques ».
Comme des «animaux» unicellulaires.
Groupe des protozoaires
Règne des protistes

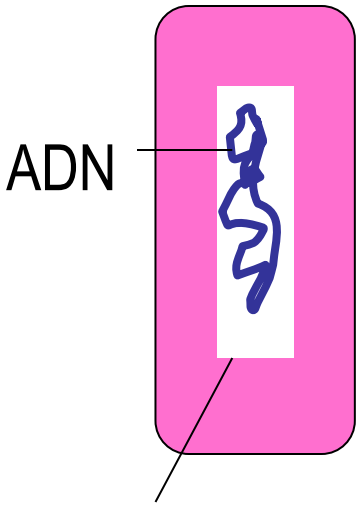


Euglènes «photographed in a mass of mucilage»
Des algues unicellulaires.
Groupe des algues
Règne des protistes

5. La perpétuation de la vie repose sur l'information héréditaire de l'ADN (acide désoxyribonucléique)

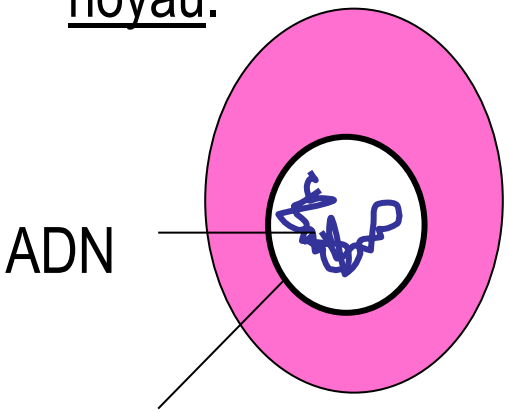
La matière s'édifie à partir des instructions de l'ADN.

Chez les bactéries, l'ADN se loge dans la zone nucléoïde.



Zone nucléoïde d'une bactérie

Chez les autres cellules, l'ADN se loge dans le noyau.



Noyau des cellules animales, végétales, des cellules de champignons, des cellules de …

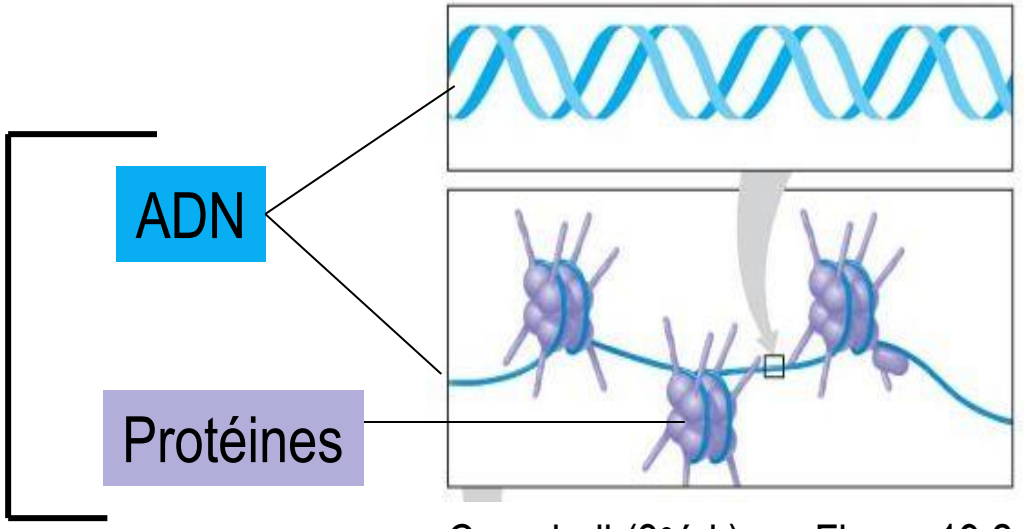
ADN



Campbell (3e éd.) — Figure 1.7 : 6

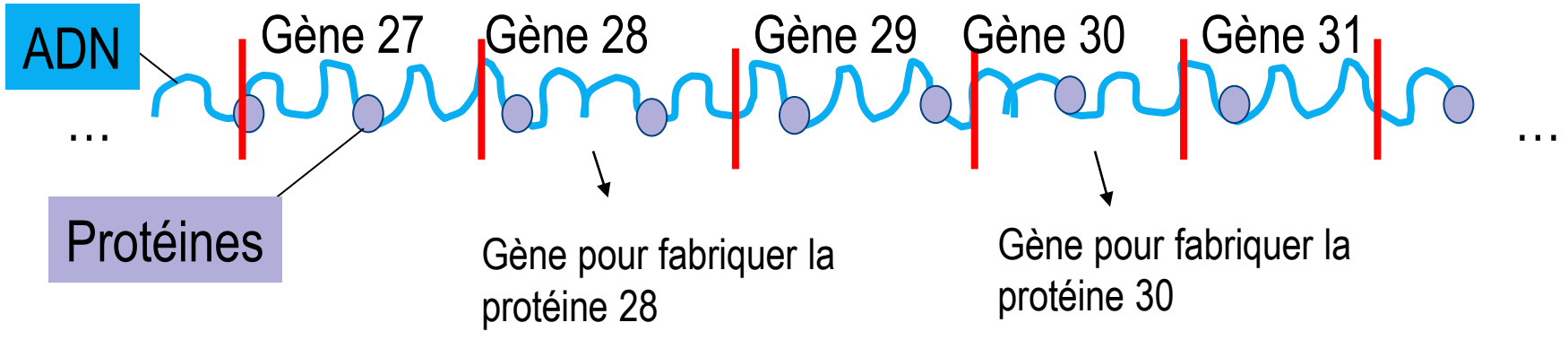
L'ADN est dans un chromosome.

Un chromosome
= une seule et longue molécule d'ADN et des protéines associées



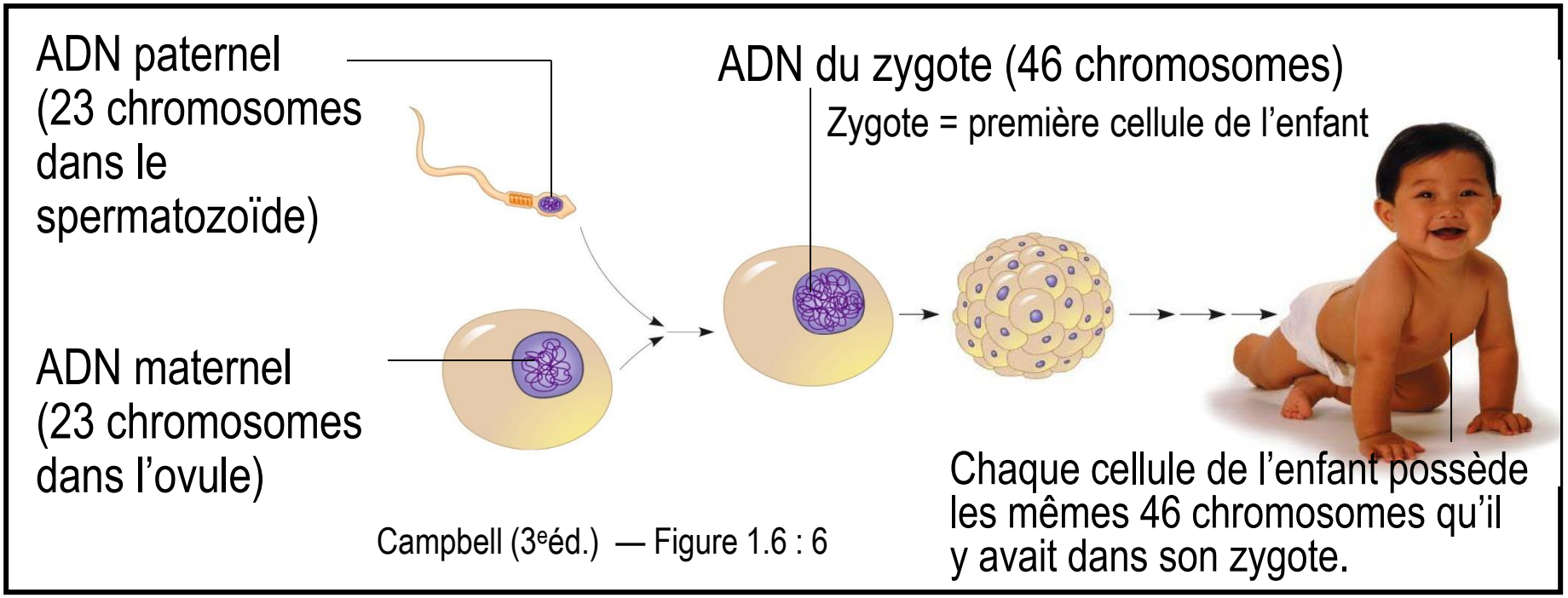
Campbell (3ᵉéd.) — Figure 19.2 : 393

L'ADN contient des centaines ou des milliers de gènes (selon la longueur du chromosome). Un gène est un programme permettant de fabriquer une molécule de protéine. Les protéines sont de diverses nature : anticorps pour la défense immunitaire, protéines contractiles des muscles, enzymes pour la catalyse dans la cellule, etc.



L'ADN est héréditaire : il est transmis des parents aux enfants mais aussi de cellules à cellules (grâce à la réplication)

Chacun de nous provenons d'une cellule unique contenant l'ADN de nos parents. La réplication de cet ADN (l'ADN se double) permet de transmettre ensuite ces gènes aux billons de cellules qui nous composent.



Campbell (3eéd.) — Figure 1.6 : 6

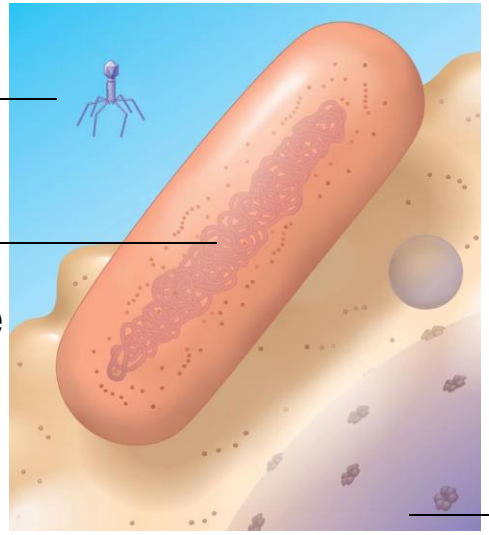
Réplication = dédoublement de l'ADN avant la division cellulaire
Génome = lot de gènes reçus des parents, au moment de la conception

6. Les deux grands types de cellules

Milliards d'années = ma
Micromètre = µm

Les cellules procaryotes

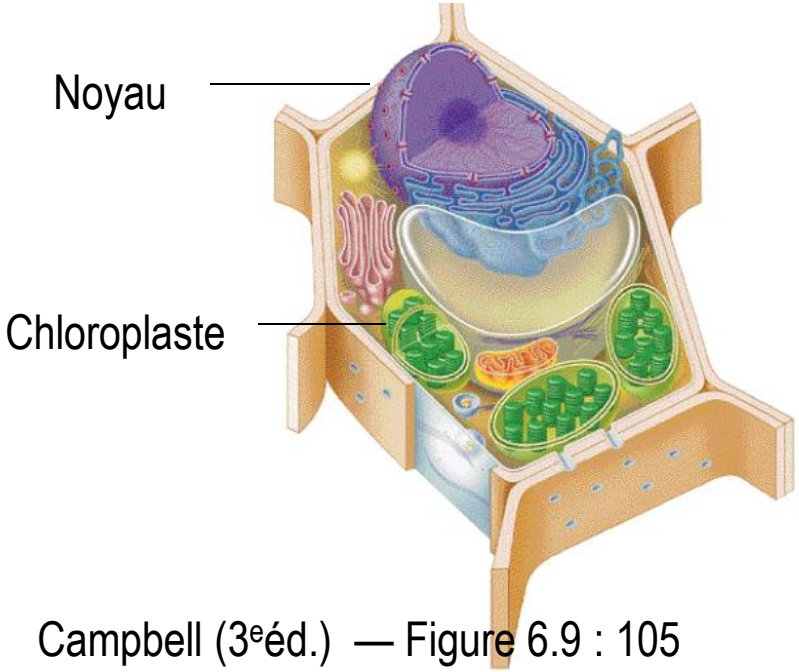
- **Les plus anciennes** (3,5 ma).
- **Les plus petites** (environ 5 µm).
- Pas de noyau mais une **zone nucléoïde** constituée d'un seul chromosome fortement replié.
- **Pas d'organites membraneux.**
- <u>Toutes les cellules de type bactérien</u>



Campbell (3e éd.) — Figure 18.2 : 366

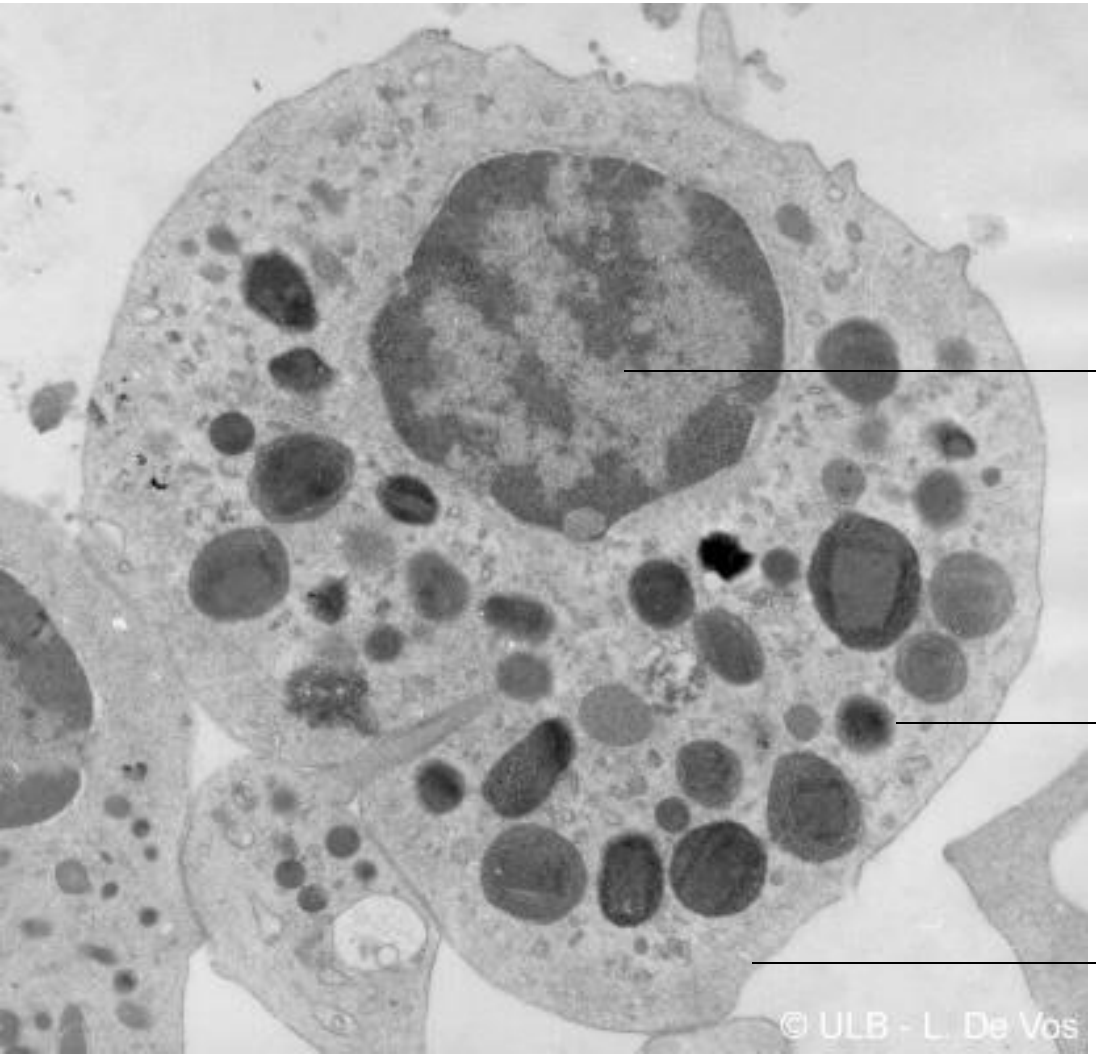
Les cellules eucaryotes

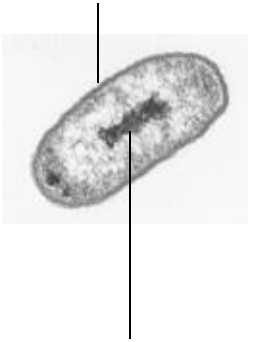
- **Les plus récentes** (2,5 ma).
- **Les plus grosses** (environ 50 µm).
- **Un véritable noyau** délimité par une membrane.
- **Des organites membraneux**, des petits organes entourés d'une membrane (chloroplastes, noyau…)
- <u>Toutes les autres types de cellules</u>



Campbell (3e éd.) — Figure 6.9 : 105

Identifiez : cellule eucaryote, cellule procaryote, noyau, zone nucléoïde, organite





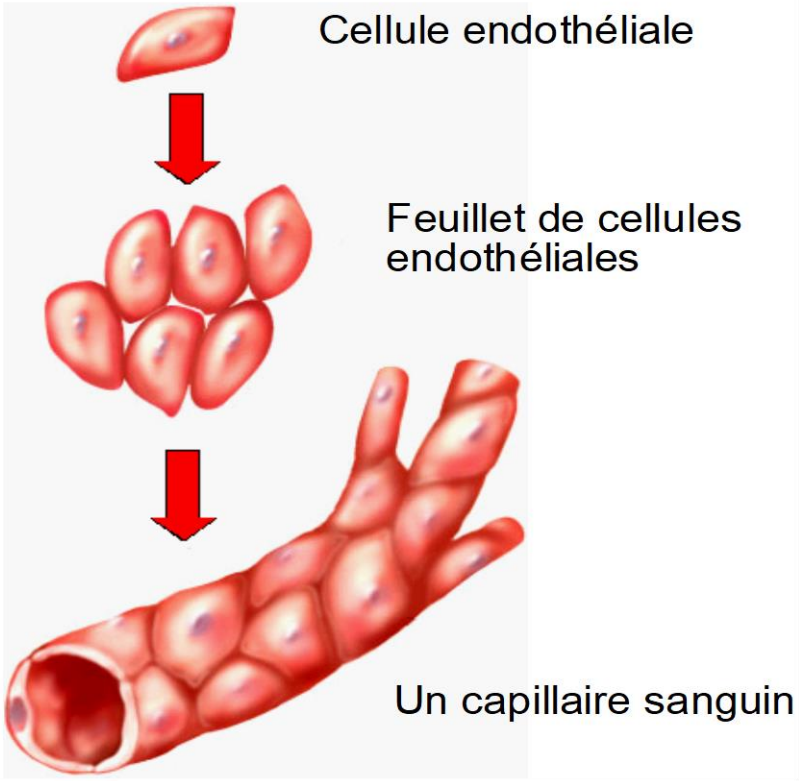
7. Les propriétés émergentes

- **Apparition à chaque niveau d'organisation supérieur, de nouvelles propriétés** qui n'existaient pas au niveau inférieur.
- Quand on grimpe l'échelle biologique, les performances augmentent.

Exemple de la cellule endothéliale

- Une cellule endothéliale (constituante des capillaires sanguins) a des propriétés particulières mais, seule, elle ne peut conduire le sang.

- Associée aux autres cellules endothéliales (tissu endothélial), elle contribue au tube qui canalise le sang, en absorbe certains produits et en y déverse d'autres.

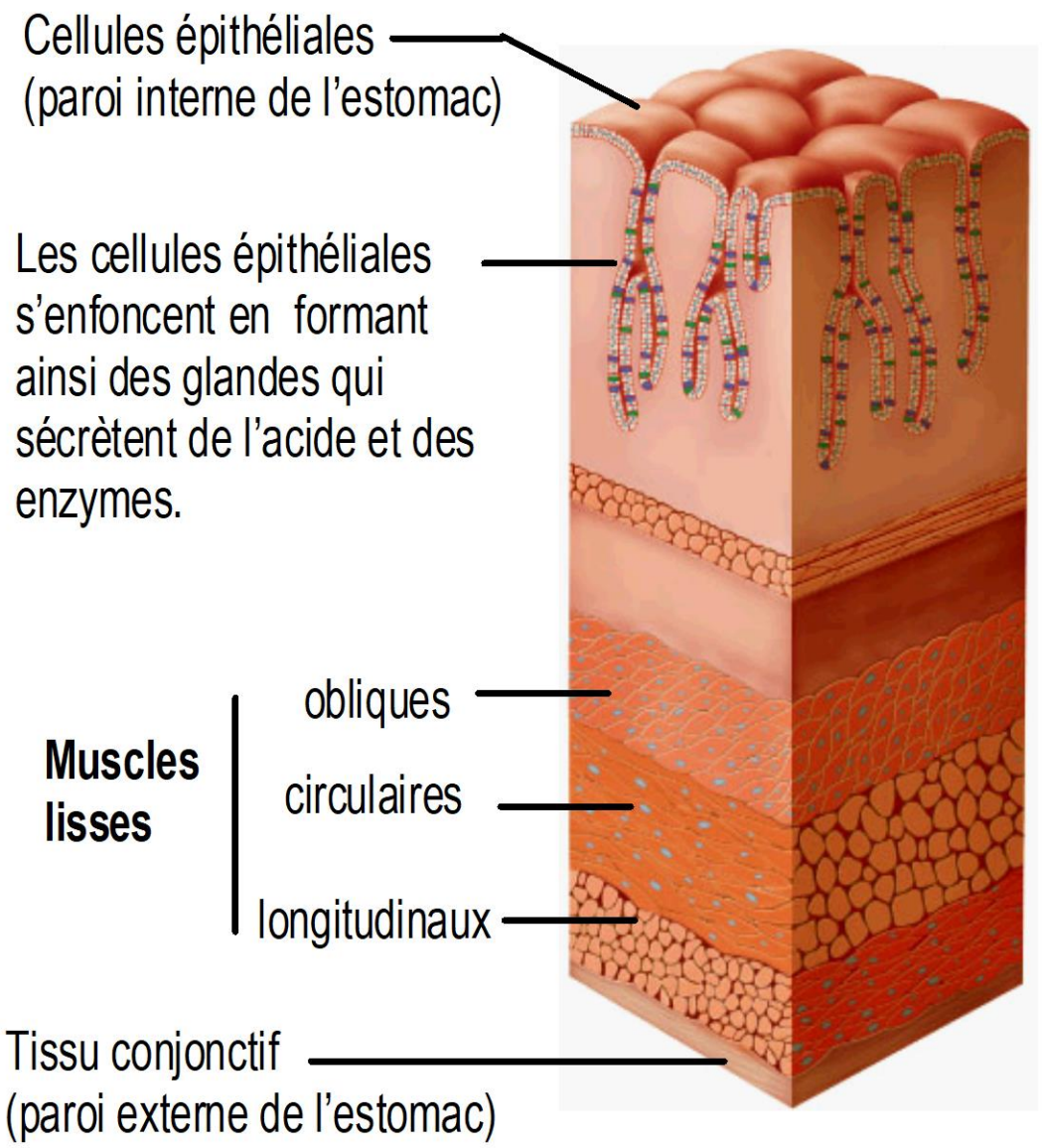


Inspiré de Life, 4e éd., figure 1.2 : 5

Exemple du tissu musculaire

- Le tissu musculaire de l'estomac se contracte mais, seul, il ne peut exercer sa fonction.

- Associé aux autres tissus de l'estomac (nerveux, épithélial, conjonctif), il devient pleinement fonctionnel. En se contractant, il mélange les aliments aux sucs digestifs libérés par le tissu épithélial de l'estomac. Les aliments se transforment en bouillie acide.



Inspiré de Life, 4e éd., figure 37.10 : 728

La vie est une propriété émergente.

Les êtres vivants se caractérisent par leur très grande organisation qui repose sur une hiérarchie de niveaux structuraux, chacun des niveaux s'édifiant à partir du niveau inférieur.

- La vie repose sur l'intégrité de tous ces niveaux structuraux.
- Si on détruit l'intégrité structurale d'un organisme, en lui enlevant un organe vital par exemple, il meurt.
- Par opposition, si on casse une roche en plusieurs fragments, la roche garde toutes ses propriétés.

8. La vie présente une grande diversité mais aussi une grande unité



Collection de Coléoptères du Musée de Melbourne

- On connaît environ 1 800 000 espèces et il en reste beaucoup d'autres à découvrir ! **(Diversité)**
- Les êtres vivants sont très variés et pourtant ils se ressemblent énormément. **(Unité)**

Ressemblance au niveau moléculaire

Même code ADN chez les bactéries et les animaux

Ressemblance au niveau cellulaire

Mêmes structures de cils chez les bactéries et les animaux



Campbell (3e éd.) — Figure 1.16 : 14

Ressemblance au niveau organique

Trois variantes d'un même thème !



Campbell (3e éd.) — Figure 1.19 : 15

9. Le processus de l'évolution explique la diversité et l'unité de la vie

L'unité et la diversité du vivant s'explique par le processus de l'évolution. **L'unité** provient du fait que les organismes ont évolué à partir d'ancêtres communs. **La diversité** résulte du fait que les espèces ont développé des caractères différents pour s'adapter à de nouveaux milieux.

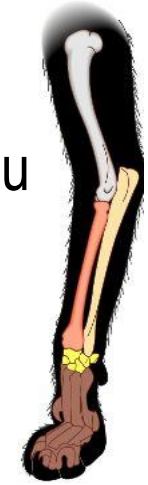
Exemple des membres antérieurs des mammifères

- Tous faits sur le même plan. **(Unité)**
- Se sont modifiés sous l'effet de la sélection naturelle sur des millions de générations dans divers contextes environnementaux. **(Diversité)**

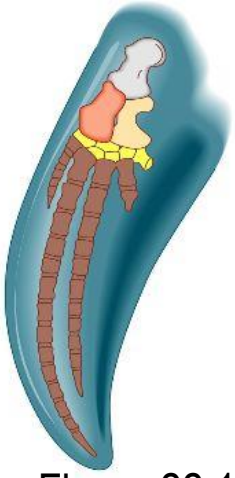
Bras



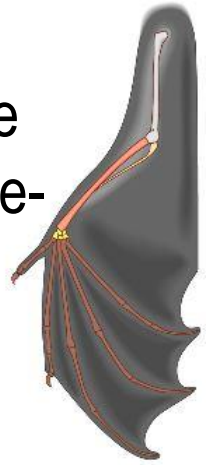
Patte avant du cheval



Nageoire de baleine



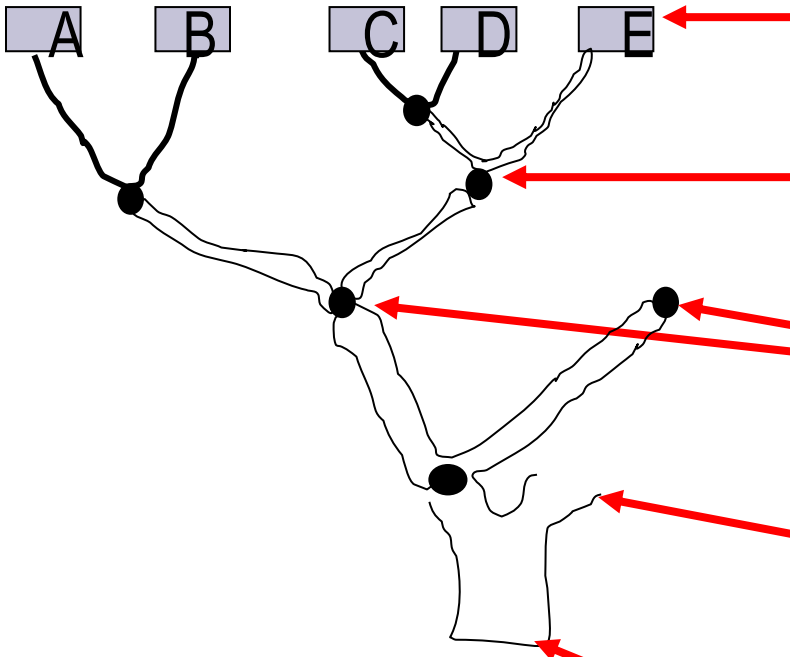
Aile de chauve-souris



Campbell (3e éd.) — Figure 22.14 : 486

10. La taxinomie

La taxinomie est la branche de la biologie qui a pour objet de **nommer les espèces** et de **les classifier en groupes apparentés** de plus en plus larges afin de comprendre leur liens évolutifs (connaître leurs origines)



Arbre phylogénétique de classification

Chaque espèce occupe l'extrémité d'une branche. À ce niveau, chaque espèce est nommée.

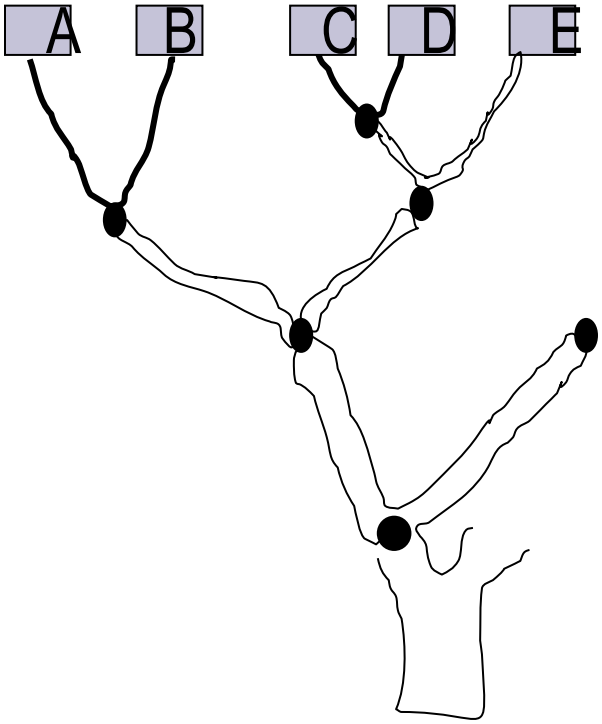
Les espèces apparentées sont regroupées en de plus vastes ensembles.

Les branches de l'arbre qui sont au même niveau sont occupées par des groupes d'espèces qui se ressemblent beaucoup mais moins que dans les branches supérieures.

Plus on descend vers la base de l'arbre plus les branches sont grosses car elles regroupent des ensembles de plus en plus vastes.

Théoriquement on peut remonter l'arbre généalogique jusqu'à y rencontrer le prototype ancestral apparu sur la Terre primitive, il y a environ 3,5 milliards d'années.

L'arbre taxinomique reflète l'évolution : il montre, à la fois, l'unité du vivant et sa diversité.

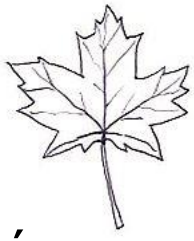


Diversité .

De nombreuses espèces apparentées se distinguent par des petits détails.



Érable argenté



Érable à sucre



Érable de Pensylvannie

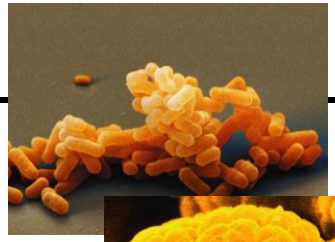
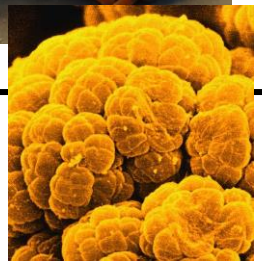
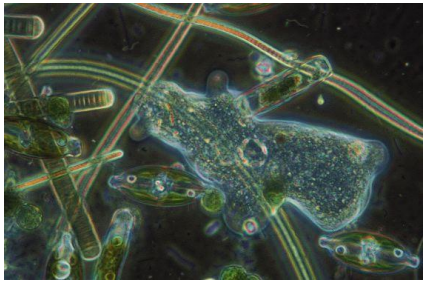
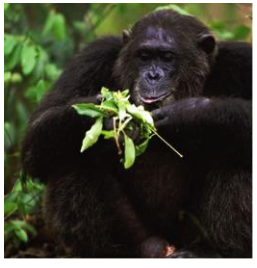
Unité.

Ressemblance par certains grands traits communs.

Les érables font partie des plantes à fleurs. Il existe environ 250 000 espèces de plantes à fleurs. (Campbell, p. 626)

La taxinomie classe les êtres vivants en trois domaines

Campbell (3e éd.) — Figure 1.15 : 13

Domaine des Bactéries	**Bactérie.** 	Unicellulaires ou coloniaux. Divers modes de nutrition. Réparties en plusieurs règnes.	Anciennement, étaient dans le règne des Monères
Domaine des Archéobactéries	**Bactéries des milieux extrêmes** (lacs salés, sources chaudes). 	Unicellulaires ou coloniaux. Divers modes de nutrition. Réparties en plusieurs règnes.	
Domaine des Eucaryotes	**Règnes des Protistes.** 	Un seul règne fourre-tout qui englobe de nombreux organismes **autant unicellulaires que pluricellulaires**. Plusieurs **font de la photosynthèse comme les Végétaux** et d'autres **ingèrent de la nourriture comme les Animaux**. La tendance récente en taxinomie est de le diviser en plusieurs règnes.	
	Règne des Végétaux  	Multicellulaires qui **produisent leur nourriture** par photosynthèse	
	**Règne des Eumycètes**	Multicellulaires qui **décomposent, à l'extérieur d'eux-mêmes**, les organismes morts et les débris organiques puis en absorbent les sous-produits.	
	Règne des Animaux	Multicellulaires **qui ingèrent leur nourriture** et la digèrent à l'intérieur d'eux-mêmes.	

11. Il existe une corrélation entre la structure et la fonction

Il y a une corrélation entre la **structure** (sa forme, son anatomie) et **la fonction qu'exerce cette structure** (sa physiologie, son fonctionnement), et ce, à tous les niveaux de l'organisation biologique.

La forme aérodynamique et la grande surface portante des ailes (structure) permettent le vol (fonction).

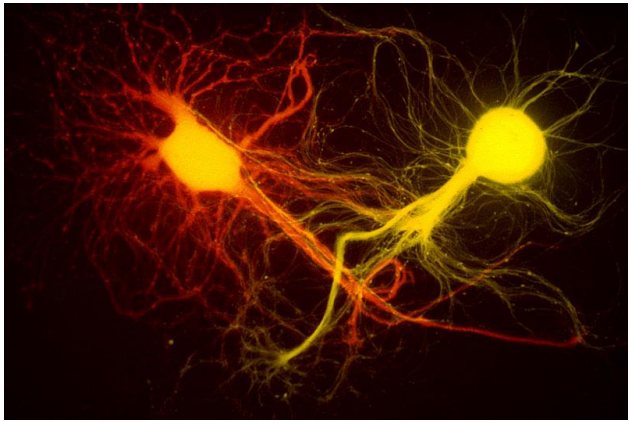


Campbell (2e éd.) — Figure 1.6 : 8

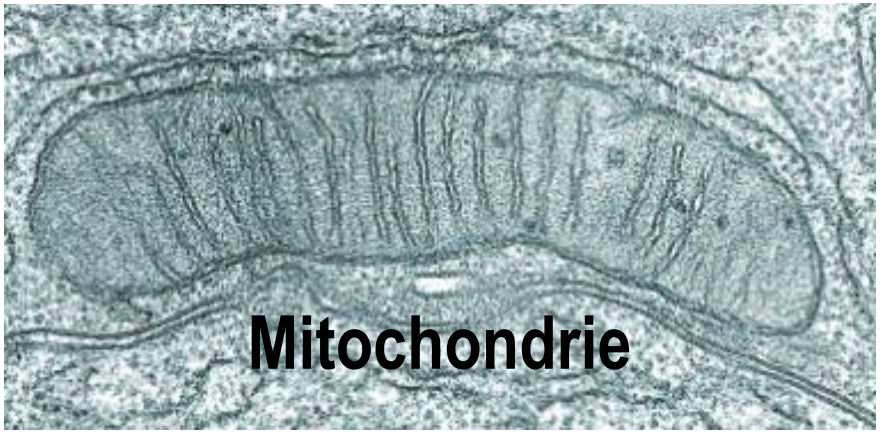
Les os creux des oiseaux les rendent plus légers (structure) et donc aptes à s'envoler (fonction).



Les prolongements des neurones les rendent aptes à transmettre l'influx nerveux d'un endroit à l'autre du corps.



Les replis de la membrane interne augmentent la surface ce qui permet de contenir plus d'enzymes pour la respiration cellulaire, sa fonction première.



L'analyse d'une structure biologique nous donne des indices sur sa fonction et vice versa. L'analyse d'une fonction réalisée par une structure nous donne des indices sur la composition de cette structure.