

Vincent Leclerc
Matthieu Lestradet

Toute la **biologie**
en **200** mots-clés

Les fondamentaux
décryptés et illustrés

DUNOD

Graphisme de couverture et maquette intérieure : Nicolas Wiel

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2022

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-083628-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Avant-propos	V
Mode d'emploi de l'ouvrage	VIII
Qu'est-ce qu'une définition ?	IX
Vie	XI
Chapitre 1. Diversité du vivant	1
Chapitre 2. Organisation hiérarchique	13
Chapitre 3. Complexité moléculaire	43
Chapitre 4. Métabolisme	59
Chapitre 5. Programme génétique	81
Chapitre 6. Homéostasie	103
Chapitre 7. Interaction avec l'environnement	119
Chapitre 8. Reproduction	133
Chapitre 9. Développement	149
Chapitre 10. Évolution	163
Chapitre 11. Démarche scientifique en biologie	183
Réponses des quiz	195
Index	199

Avant-propos

Cet ouvrage est le fruit de multiples discussions que j'ai eues avec des enseignants de l'université de Strasbourg ou lors de rencontres avec des professeurs d'autres universités, de classe préparatoire, de lycée. De ces échanges émergeaient un constat et un questionnement.

Le **constat**, c'est que nos étudiants ne **comprennent souvent pas les mots**, les notions que nous utilisons constamment lorsque nous décrivons la vie, la biologie. Ils connaissent les mots, qu'ils ont souvent entendus, mais ils ne les comprennent qu'approximativement, de manière floue, voire inexacte. D'un autre côté, en tant qu'enseignant, nous ne prenons pas le temps ou ne percevons pas la nécessité de définir ces notions. Ceci produit un grand quiproquo : enseignants et étudiants croient parler un même langage alors que ce n'est pas le cas. Nous ne nous comprenons pas... et nous ne le savons pas !

Le **questionnement**, c'est de savoir **comment renouer le dialogue**, comment rétablir un vocabulaire commun ; et, surtout, comment faire prendre conscience à nos étudiants qu'ils ne comprennent pas forcément correctement les mots que nous utilisons et réciproquement, comment faire prendre conscience à nos collègues qu'ils ne sont pas compris sur les notions de base et que c'est là que réside la principale difficulté. Il n'est pas possible de bâtir des connaissances détaillées sur des bases fragiles.

Comme d'autres enseignants, j'ai évidemment fait différents tests pendant mes cours, et de ces expérimentations est née la proposition d'un ouvrage qui regroupe les outils nécessaires pour aborder la biologie, et pour comprendre la vie.

La **première idée** est de ne **pas écrire un manuel de cours**, car les connaissances nécessaires pour aborder les enseignements à l'université ont été vues au lycée et sont disponibles ailleurs. Cet ouvrage est donc une manière de faire le point sur ce qui a été appris au lycée et qui sera utile à l'université. Je ne refais pas le cours, je ne démontre rien, je n'apporte pas de nouvelles connaissances. Mon objectif est de reformuler ce que l'on sait pour être sûr que l'on peut aller plus loin.

La **deuxième idée** est de se baser sur des **définitions**, sans rédiger un dictionnaire rébarbatif. Établir une définition est un exercice impardonnable pour tester sa compréhension d'une notion. Nous nous sommes tous déjà retrouvés dans la situation où quelqu'un nous demande le sens d'un mot que nous utilisons de temps en temps mais nous n'apercevons que nous n'y arrivons pas... Ou alors nous ne lui donnons pas le même sens que les autres... Si nous sommes capables de définir, c'est que nous avons compris. Le deuxième intérêt d'une définition est que, lorsque nous progressons dans nos connaissances, elle permet de réfléchir à ses propres limites. C'est pourquoi les définitions que je propose sont basées sur les connaissances de fin de lycée. En progressant à l'université, nous verrons souvent leurs limites, des exceptions se multiplier, des précisions à apporter..., mais ceci n'est possible que s'il y a une première définition à modifier. Cet ouvrage est donc tout aussi utile en fin de licence, en master, pour les concours de l'enseignement, pour vérifier les bases et les questionner.

La **troisième idée** est que, pour comprendre et pour retenir, nous avons besoin de **moyens mnémotechniques**, de métaphores, d'associations avec des émotions... J'ai donc choisi de faire appel à des analogies et à des dessins. Mon collègue, Matthieu Lestrade, passe son temps à remplir les paillasses en verre du laboratoire de ses dessins humoristiques. Je lui ai donc proposé de me rejoindre sur ce projet.

La **quatrième idée** est que nous disons toujours à nos étudiants qu'ils doivent **connaître les bases**, mais sans vraiment leur **dire ce que sont ces bases**... J'ai donc essayé de couvrir l'ensemble de la biologie, sans entrer dans les détails. La difficulté n'est pas de comprendre les mots techniques, mais plutôt de comprendre les notions plus générales, ces mots que nous employons souvent sans bien y faire attention. J'ai donc essayé d'éliminer tous les mots trop spécifiques, même si l'on en retrouve certains dans les détails des articles. En même temps, par les mots choisis, nous pouvons décrire la vie. Évidemment, il y a toujours une part de subjectivité dans un choix. Certains trouveront qu'il manque des mots, que d'autres n'étaient pas utiles...

La **cinquième idée** est de trouver un principe d'organisation de ces notions de manière à leur donner un maximum de sens. Je suis alors arrivé à cette **description de la vie**, de ses caractéristiques principales. Mais j'ai aussi tenu à rappeler constamment que tout est lié, et donc à expliciter les liens possibles entre les notions, pour que chacun puisse sortir les mots des cases et comprendre qu'aucun mot n'est limité à une discipline, une unité d'enseignement. J'ai retenu dans cet ouvrage le mot « transition » : il nous dit bien que la vie ne se met pas en case facilement... C'est à la fois utile de classer pour comprendre et important de changer les classements continuellement ; comme dans un musée où l'accrochage des œuvres peut être chronologique, thématique, alphabétique... et, qu'à chaque fois, les œuvres voisines se font écho.

De ces idées est donc né cet ouvrage. Avec Matthieu, nous espérons qu'il vous sera utile.

Comment utiliser ce livre suivant vos envies

Lire d'un bout à l'autre pour y retrouver ce qu'est la vie, comprendre ses éléments essentiels et avoir envie d'en savoir plus. La vie est belle, mystérieuse, riche, surprenante...

L'ouvrir au hasard et risquer de jeter un coup d'œil à un mot, un dessin, et de se laisser entraîner au gré des rebondissements de la lecture.

Regarder les dessins et y prendre plaisir ou essayer de comprendre à quoi ils font allusion.

Suivre une piste en partant d'un mot et en regardant à quelles autres notions il est relié.

Vérifier, se tester, penser à la définition d'un mot, comparer avec celle que nous proposons et essayer de comprendre les différences. Il est aussi possible de comparer avec des définitions trouvées sur Internet ou dans un autre livre. Dans certains cas, nous serons très proches, voire identiques. Dans d'autres cas, il y aura des divergences, qui peuvent être liées aux choix que nous avons faits de rester à un niveau d'entrée en post-bac, de ne pas être trop complexes, de ne pas prendre en compte les exceptions. Et, parfois, les scientifiques ne sont pas tous d'accord sur certaines notions ; nous avons alors à la fois fait un choix et explicité ces différences possibles. Nos choix ont en particulier été guidés par les erreurs fréquemment observées chez nos étudiants.

Approfondir une notion, lire les détails, comprendre les erreurs fréquentes, vérifier que l'on ne les fait pas soi-même...

Se tester avant un examen avec les QCM. Nous avons mis uniquement les réponses en fin d'ouvrage, sans explication. Il faut donc retourner aux articles sur chaque mot pour comprendre ses erreurs éventuelles. Normalement, les parties détaillées, les erreurs fréquentes présentées doivent vous donner la solution.

Remerciements

Je remercie :

Matthieu qui a accepté de m'accompagner dans cette aventure. Tu as douté, tu as souffert, mais tu as réussi.

Laetitia Jammet et Anaïs Ben Bounan des éditions Dunod pour la confiance accordée, le soutien, les échanges constructifs, la patience.

Mes collègues pour les discussions, les idées, les relectures et finalement toutes les idées qui se retrouvent dans ce livre.

Mes étudiants pour leurs difficultés, leurs erreurs, leur enthousiasme, leurs critiques. Vous donnez envie de vous aider.

Bénédictie, Simon et Sidonie pour leur amour.

Et vous, lecteurs, pour votre indulgence et vos futures remarques pour corriger les inévitables erreurs.

Vincent Leclerc

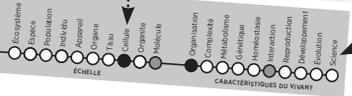
Mode d'emploi de l'ouvrage

La ou les caractéristiques du vivant rattachées au mot (noir : caractéristique principale ; gris : caractéristiques secondaires)

La ou les échelles auxquelles appartient le mot (noir : échelle principale ; gris : échelle secondaire)

La définition en une phrase

Membrane (biologique)



Bicouche lipidique délimitant un compartiment.

La membrane est constituée d'une bicouche phospholipidique imperméable à l'eau et aux molécules non hydrophobes (qui peuvent se mélanger aux lipides des membranes). Les membranes biologiques contiennent des protéines. Elles assurent les fonctions de frontière, à la fois limite et lieu d'échange de matière et transmission d'information, et de support d'activités.

ATTENTION
La membrane ne doit pas être confondue avec la paroi qui est externe à la cellule. La membrane délimite la cellule (c'est le trait qui forme la limite de la cellule quand on la dessine) alors que la paroi entoure la cellule (c'est un deuxième trait, plus épais mais plus flou, autour de la cellule).

Les erreurs fréquentes à ne pas commettre.

La membrane plasmique délimite la cellule. L'espace extracellulaire à proximité de la cellule peut être organisé en une paroi qui borde la membrane plasmique.

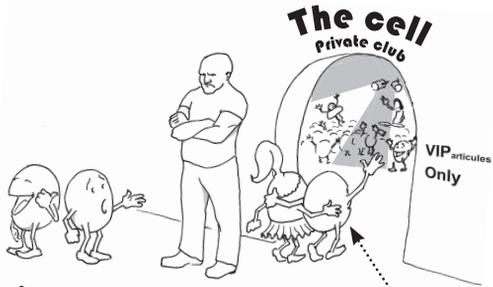
ANALOGIE
La membrane est comme une frontière qui limite les échanges et les communications, en permet certains de manière contrôlée ou non (passage par la douane, visa...), et elle est aussi le support d'activités (dutyfree shop par exemple). La frontière peut être bordée par un no man's land, zone de protection plus ou moins étendue et plus ou moins dense (équivalent de la paroi).

Une analogie, pour faciliter la compréhension

En gras, les mots-clés à retenir

Membrane (biologique) - 20

Les mitochondries et les plastes sont délimités par deux membranes définissant un espace intermembranaire. Les vésicules et les autres organites sont délimités par une seule membrane. Le réticulum endoplasmique délimite le noyau en s'organisant en une enveloppe nucléaire composée de deux membranes perforées par des pores.



- Comment ça, pas sur la liste? Mais, et eux?

Les mots soulignés renvoient à des termes définis dans le livre.

Des dessins humoristiques

Qu'est-ce qu'une définition ?

Ensemble des propriétés essentielles d'un objet ou d'une notion.

La définition permet donc d'identifier l'objet physique ou la notion théorique du fait de ses propriétés et de ne pas le confondre avec un autre objet. La définition est donc à la fois une manière d'expliquer ce qu'est l'objet et de le différencier d'autres objets.

- **Essentiel** signifie que toutes les caractéristiques qui ne font qu'apporter des **détails** sont à exclure.
- **Ensemble** signifie qu'une définition doit être complète et **précise**. Une définition incomplète, imprécise peut en général s'appliquer aussi à d'autres notions.
- Les **propriétés** peuvent être structurales et/ou fonctionnelles.

La définition est souvent compliquée à formuler, mais il y a deux points d'attention qui doivent aider :

- il peut y avoir plusieurs manières de formuler la définition, du moment qu'elles ne sont pas fausses ;
- la définition peut dépendre du contexte et du niveau de précision utile pour que la notion soit compréhensible et ne puisse pas être confondue avec une autre. Une définition change avec le niveau des connaissances des personnes à qui elle est destinée, c'est-à-dire à la fois avec l'évolution des connaissances et avec l'expertise des utilisateurs.

ATTENTION

Les mots les plus fréquemment utilisés, qui sont donc les plus généraux, sont les plus difficiles à définir pour plusieurs raisons :

- à force de les utiliser, nous ne nous interrogeons plus sur leur signification et avons tendance à dévier du sens originel ou réel ;
- les notions associées ont évolué avec la progression de la science ;
- ces mots peuvent être utilisés par des non-spécialistes dans des sens qui ne sont pas ceux de la science.

Les mots qui désignent des notions très précises dans une spécialité de biologie ont en général des significations sans ambiguïté qu'il suffit d'apprendre et qui ne sont maîtrisées que par les spécialistes. Ces mots ne nous intéressent pas ici.

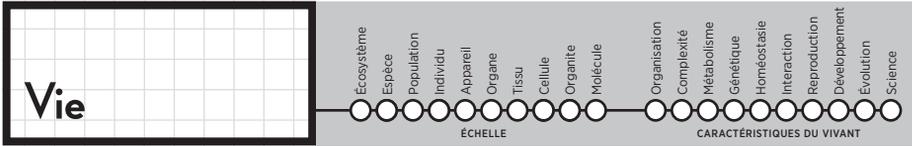
Définir est donc un exercice qui aide à vérifier qu'une notion est comprise.

ANALOGIE

Définir, c'est comme l'amiral qui passe commande d'un avion dont le besoin nécessite de pouvoir se poser avec **précision** sur un porte-avions. Il veut donc que l'avion atterrisse à un mètre près en largeur et dix mètres près en longueur. C'est **essentiel**, sinon il tombe à l'eau... Et c'est **l'ensemble** largeur et longueur qui est nécessaire. Mais il n'a pas besoin que l'industriel vienne lui parler de tous les **détails** qu'il a développés pour atteindre cette précision. Et ce qu'autant plus si l'industriel, après avoir énuméré tous ces détails, est incapable de répondre à la question : est-ce que vous pouvez m'assurer qu'il se pose avec précision sur la piste ?

Cet ouvrage est découpé en neuf chapitres présentant les différentes caractéristiques de la vie. Ils sont précédés par un chapitre sur la diversité de la vie. Nous concluons par un chapitre sur la démarche scientifique.

Il est donc nécessaire de commencer, en guise de préambule, par essayer de définir la vie.



Nous ne savons pas définir la vie.

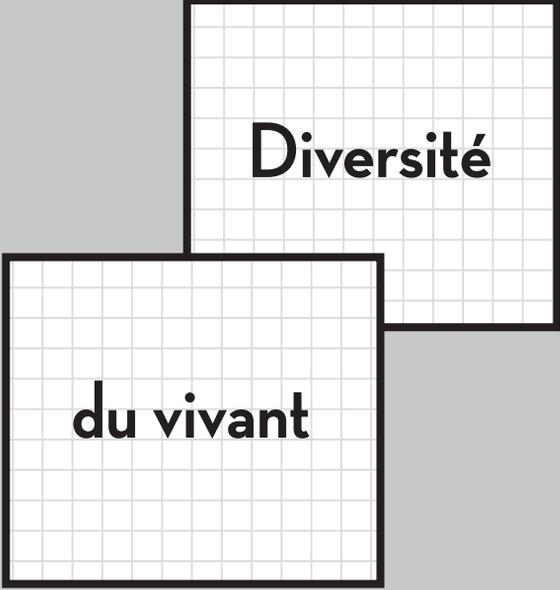
Ça commence mal...

De nombreux scientifiques ont essayé d'écrire une définition de la vie, mais aucune n'est réellement satisfaisante. De ce fait, nous avons préféré éviter l'obstacle...

La vie est caractérisée par la complexité chimique (en particulier la présence des quatre grandes familles de molécules biologiques), une organisation hiérarchique (basée sur les cellules et leurs divers regroupements fonctionnels), un programme génétique (une information génétique et la capacité de l'exprimer), un métabolisme (des activités chimiques et énergétiques et le maintien de l'homéostasie), une reproduction et un développement, une interaction avec l'environnement, et la capacité d'évolution (qui inclut la mort d'individus).

ATTENTION

- La formulation et le regroupement de ces caractéristiques peuvent changer suivant les sources, mais ils sont toujours compatibles avec ceux que nous vous proposons.
- La cellule est la plus petite structure qui regroupe l'ensemble de ces caractéristiques, c'est donc l'unité fonctionnelle et structurale du vivant. La définition de cellule repose donc sur les caractéristiques de la vie.
- Une éventuelle vie extraterrestre pourrait reposer sur des mécanismes et des structures très différents de la vie terrestre, mais elle regroupe forcément l'ensemble des caractéristiques de la vie.



Diversité

du vivant

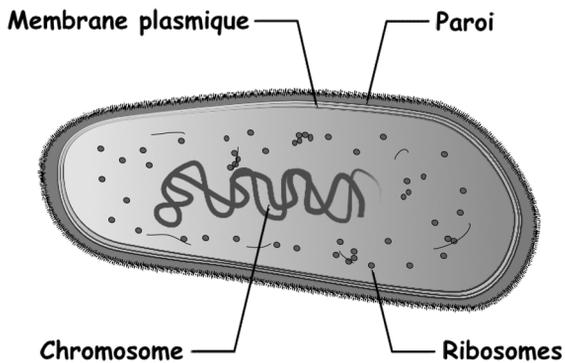
Les êtres vivants sont très diversifiés dans leurs formes, leurs tailles, leurs rythmes de vie, leurs habitats... Mais ils peuvent être regroupés en quelques catégories à l'aide de critères simples.

Une diversité dans l'unité

Bactéries
Paroi à
peptidoglycanes

Archae
Paroi sans
peptidoglycanes

Procaryotes



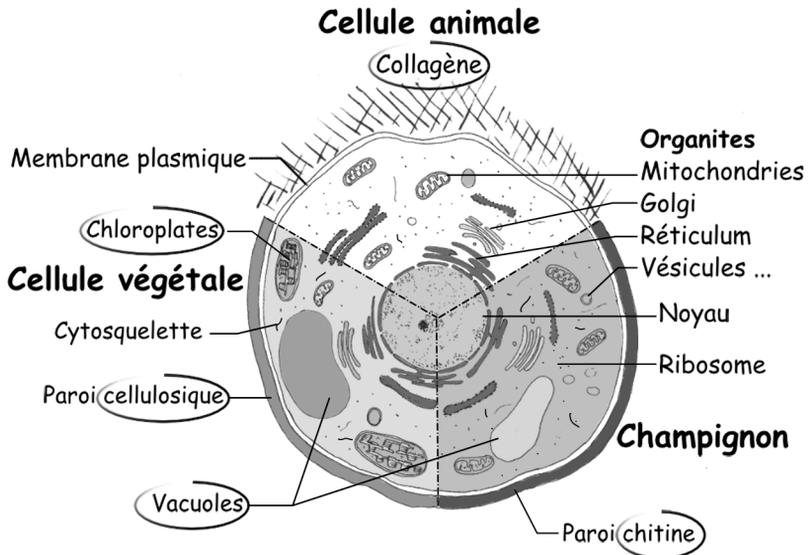
Plante
Autotrophe
par photosynthèse

Animal
Hétérotrophe
par ingestion

Champignon
Hétérotrophe
par absorption

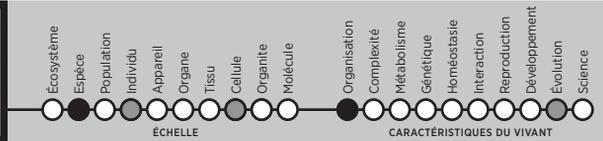
Protiste
= unicellaire
ni Plante, ni Animal,
ni Champignon

Eucaryotes



Les mots entourés sont les structures spécifiques

Procaryote

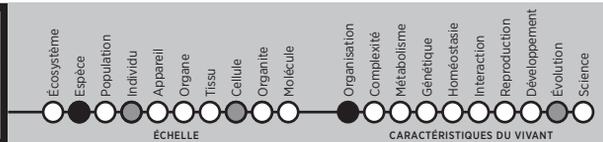


Organisme dont la cellule ne possède pas de noyau contenant le génome.

Le terme « Procaryote » s'oppose à « Eucaryote ». Les Procaryotes incluent les deux règnes des Bactéries et des Archées.

Les données récentes révèlent qu'une cellule procaryote peut contenir des organites, mais jamais de noyau. Les Procaryotes sont des organismes unicellulaires.

Archées ou Archaea



Un des deux règnes des Procaryotes.

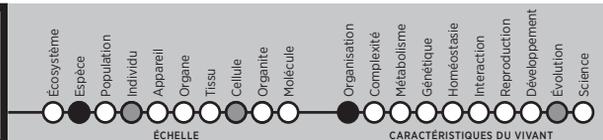
Les Archées ne possèdent pas de peptidoglycane dans leur paroi, contrairement aux Bactéries (ou eubactéries). Anciennement appelées Archéobactéries.

Les Archées ont une membrane plasmique avec des étherlipides à la place des phospholipides.

ATTENTION

- En dépit d'une apparence similaire aux bactéries, les Archées sont aussi différentes des Bactéries que des Eucaryotes.
- Si les Archées ont été initialement identifiées dans des biotopes aux conditions physico-chimiques extrêmes (comme des sources chaudes), il est faux de croire qu'elles sont restreintes à ces zones particulières.

Bactérie

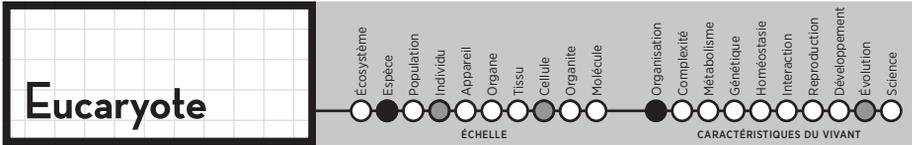


Un des deux règnes des Procaryotes.

Les Bactéries (ou eubactéries) possèdent des peptidoglycane dans leur paroi au contraire des Archées (ou Archaea).

ATTENTION

Si certaines bactéries sont pathogènes, d'autres jouent un rôle bénéfique pour d'autres organismes vivants, comme les bactéries du microbiote intestinal.

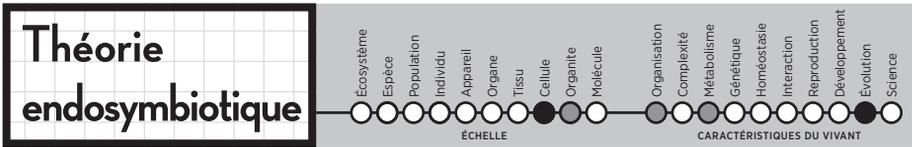


Organisme dont les cellules possèdent un noyau contenant le génome.

Le terme « Eucaryote » s’oppose à « Proca-ryote ». Les Eucaryotes incluent les règnes des Animaux, des Plantes, des Champignons et divers règnes communément regroupés sous le terme de Protistes.

Les cellules eucaryotes contiennent toujours, en plus du noyau, des organites. Elles peuvent s’associer pour former des organismes pluricellulaires dans lesquels des fonctions différentes sont assurées par des cellules spécialisées (différenciées). Comme les cellules eucaryotes possèdent des mitochondries et des chloroplastes qui contiennent un chromosome, la définition

proposée est une simplification : le noyau contient l’essentiel du génome. Mais ceci est une énorme différence avec les cellules procaryotes qui n’ont pas de compartiment séparant un génome du cytoplasme. Cette différence se caractérise par le fait que transcription et traduction sont simultanées chez les Procaryotes alors qu’elles sont séparées dans le temps et l’espace (noyau versus cytoplasme) chez les Eucaryotes. De plus, cela implique la disparition du noyau lors de la mitose, permettant la séparation du génome en deux copies identiques dans les cellules filles.



Théorie qui explique l’origine des mitochondries et des chloroplastes par l’incorporation dans une cellule eucaryote primitive de cellules procaryotes.

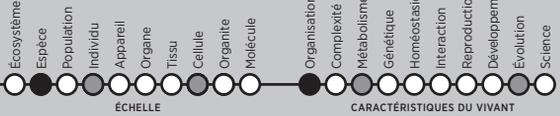
La nature exacte des cellules impliquées reste débattue. L’endosymbiose initiale (le fait que la cellule procaryote vive en symbiose avec et à l’intérieur de son hôte) a été progressivement perdue : une grande partie du génome de la

cellule procaryote a été transférée au génome nucléaire. De ce fait, les mitochondries ou les chloroplastes ne sont plus des organismes vivants : ce sont des organites d’une cellule eucaryote.

ATTENTION

- Il n’y a pas besoin de faire appel à la théorie endosymbiotique pour décrire le fonctionnement ou l’organisation d’une cellule eucaryote.
- Il est faux de dire qu’une mitochondrie ou un chloroplaste est une cellule procaryote.

Animal



Eucaryote pluricellulaire hétérotrophe par ingestion dont les cellules ne possèdent pas de paroi mais une matrice extracellulaire contenant du collagène.

Le règne Animal est un des trois **règnes** d'Eucaryotes pluricellulaires avec les Plantes et les Champignons.

externe (peau et système nerveux), **endoderme** interne (le système digestif) et **mésoderme** intermédiaire (systèmes locomoteur, circulatoire, excréteur et reproducteur)). Ces derniers sont séparés entre Deutérostomiens (Vertébrés, Échinodermes...) et Protostomiens (Mollusques, Arthropodes (crustacés, insectes, araignées...), Annélides, Plathelminthes...).

ATTENTION

Un Animal n'est pas forcément mobile (comme les éponges par exemple), mais la plupart des animaux ont la possibilité de se mouvoir, en particulier par l'existence de cellules musculaires.

ATTENTION

Le terme d'Invertébré désigne un groupe **paraphylétique**, comprenant des **espèces** chez les Diploblastiques, les Protostomiens et les Deutérostomiens (les Échinodermes par exemple).

On distingue des Animaux **diploblastiques** (à deux couches ectodermes (peau) et endodermes (système digestif), comme les éponges, les méduses et les coraux) et des Animaux **triploblastiques** (à trois couches : ectoderme

Réunion annuelle des Invertébrés

Je ne voudrais pas être médisant, mais tu es sûre de toi sur ce coup ?

