

TOUT EN FICHES

L'ESSENTIEL DE
BIOLOGIE CELLULAIRE

Guillaume BARTHOLE

Professeur agrégé (PRAG) à l'ENS Paris-Saclay

Jean-Claude CALLEN

Ancien maître de conférences agrégé à l'université Paris Sud (Orsay)

DUNOD

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).



La précédente édition de cet ouvrage est parue
dans la collection Express

© Dunod, 2009, 2019

11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-079605-2

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	5
Partie 1 : Les cellules et le monde vivant	
Fiche 1 La structure des cellules	6
Fiche 2 La diversité du monde vivant	13
Partie 2 : Structure et fonctions des membranes	
Fiche 3 Les membranes biologiques	20
Fiche 4 Les transports membranaires	28
Fiche 5 L'endocytose, l'exocytose et le bourgeonnement	36
Fiche 6 Les jonctions membranaires des cellules animales	43
Partie 3 : Structure et fonctions du cytosquelette	
Fiche 7 Le rôle architectural du cytosquelette	50
Fiche 8 Les rôles dynamiques du cytosquelette	58
Partie 4 : Structure et fonctions du noyau	
Fiche 9 L'organisation du noyau ; la chromatine	66
Fiche 10 La transcription	74
Fiche 11 La réplication de l'ADN	82
Partie 5 : Divisions cellulaires et cycle cellulaire	
Fiche 12 Les chromosomes lors des divisions cellulaires : mitose et méiose	90
Fiche 13 L'appareil mitotique : le rôle du cytosquelette	97
Fiche 14 Le cycle cellulaire et son contrôle	104
Partie 6 : Synthèse et sécrétion des protéines	
Fiche 15 La traduction	112
Fiche 16 Le réticulum endoplasmique	119

Fiche 17	L'adressage des protéines au RER	126
Fiche 18	La voie de sécrétion des protéines	133
Fiche 19	L'appareil de Golgi	141
Fiche 20	Les lysosomes et les vacuoles	148
Partie 7 :	Organites et métabolisme énergétique	
Fiche 21	Les mitochondries : structure et organisation	155
Fiche 22	Les fonctions des mitochondries	162
Fiche 23	Les plastes : organisation et diversité	169
Fiche 24	Les fonctions des chloroplastes	176
Fiche 25	Les peroxyosomes et organites apparentés	184
Partie 8 :	Biogénèse des organites	
Fiche 26	La biogénèse des mitochondries et des plastes	191
Fiche 27	L'adressage des protéines vers le noyau	199
Partie 9 :	Les cellules dans leur environnement	
Fiche 28	Les matrices extracellulaires	206
Fiche 29	La communication intercellulaire	213
Fiche 30	La signalisation intracellulaire	221
Fiche 31	La différenciation cellulaire	229
Fiche 32	La mort cellulaire	237
Partie 10 :	Les virus	
Fiche 33	Les virus	243
Bibliographie		250
Crédits iconographiques		251
Remerciements		252
Index		253

Avant-propos

Cet ouvrage est destiné aux étudiants en biologie (Licence 1 et 2 de Sciences de la vie, PACES, classes prépas). Longtemps réduite à la seule description des structures cellulaires : la cytologie, cette discipline s'est enrichie, au cours du temps, des méthodes de la biochimie, de la biophysique, de la physiologie cellulaire et plus récemment de la biologie moléculaire.

Afin de coller au plus près à l'actualité de la recherche, l'enseignement universitaire se doit donc de former les étudiants aux démarches et aux outils les plus récents ; il est bien loin le temps où les séances de travaux dirigés consistaient à reproduire le plus fidèlement possible des clichés de microscopie électronique ! Actuellement, il est indispensable qu'un étudiant en biologie cellulaire connaisse un grand nombre de techniques, de plus en plus sophistiquées. Et si le fractionnement cellulaire et l'électrophorèse ne doivent plus avoir de secrets pour lui, il lui faut aussi maîtriser les bases de l'immunocytochimie et de l'hybridation *in situ*, connaître le principe d'un microscope confocal et d'un trieur de cellules, mais aussi savoir construire un protocole utilisant un système de traduction *in vitro* ou la GFP.

C'est dans cet esprit et avec cet objectif que cet ouvrage est construit. Il est divisé en 33 fiches couvrant 10 grands thèmes classiques de la biologie cellulaire. Chacune d'elles inclut une page de rappels de notions indispensables et une page décrivant une technique précise, en rapport (dans la mesure du possible) avec le sujet de la fiche ; trois pages sont donc consacrées à des exercices semblables à ceux effectués dans des travaux dirigés. S'il faut savoir raisonner (ce qui est donné à une majorité d'étudiants !) et exercer son esprit critique pour réussir en biologie, il faut également disposer d'une somme toujours plus importante de connaissances sur lesquelles s'appuyer, et sans lesquelles il n'est hélas pas possible de progresser.

J.-C. Callen, G. Barthole
C'est la profonde ignorance qui inspire le ton dogmatique
Jean de La Bruyère

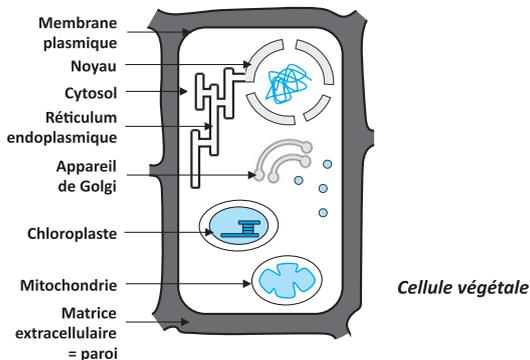
1. La cellule, unité structurale et fonctionnelle du vivant

Tous les êtres vivants sont constitués d'unités invisibles à l'œil nu : les cellules. Cette découverte, relativement récente par rapport à l'histoire de la biologie, découle de l'apparition de microscopes performants (la **théorie cellulaire** a été énoncée en 1838). La plupart des organismes sont unicellulaires et ne sont donc pas visibles à l'œil nu. Seule une infime partie de la biodiversité est représentée par les organismes pluricellulaires.

Structure des cellules

D'un point de vue purement structural, l'ensemble des êtres vivants actuels se répartit en deux grands groupes :

- les **procaryotes**, dont les cellules sont de très petite taille : ordre de grandeur = $1\ \mu\text{m}$ (avec quelques exceptions), ne présentent pas ou peu de **compartimentation** (organites limités par des membranes) au sein de leur cytoplasme ;
- les **eucaryotes**, dont les cellules, de taille comprise entre 10 et $100\ \mu\text{m}$, en général, sont beaucoup plus volumineuses et présentent un cytoplasme hautement structuré, contenant une grande diversité d'organites tels que : le noyau, les mitochondries, le réticulum endoplasmique...



■ Unicellulaires et pluricellulaires

Les procaryotes sont en général **unicellulaires** (bien qu'ils donnent parfois des populations visibles à l'œil nu), tandis que les eucaryotes sont représentés à la fois par des organismes unicellulaires (algues unicellulaires...), et des êtres **pluricellulaires** (les « Animaux », les « Végétaux verts » et les « Champignons » ; cf. fiche 2).

Chez ces derniers, la pluricellularité s'accompagne toujours d'une **différenciation** morphologique et fonctionnelle des cellules, qui se regroupent en tissus (cf. fiches 6 et 31), formant des organes dont l'ensemble constitue un organisme.

2. Les outils et méthodes de la cytologie

Les biologistes disposent de deux types de microscopes pour observer les cellules : le **microscope photonique** et le **microscope électronique**. Ils reposent sur le même principe, à savoir la déviation d'un flux de particules traversant l'objet à observer, mais utilisent des particules différentes, respectivement les photons et les électrons.

■ Le microscope photonique

La lumière traversant l'objet (on parle d'observation en transmission) est déviée par deux systèmes successifs de lentilles en verre appelés « objectifs » et « oculaires », avant de former une image agrandie sur notre rétine (ou tout système de capture d'une image). Sa **limite de résolution** (la plus petite distance entre deux points de l'objet vus de façon distincte) est au mieux de $0,25 \mu\text{m}$, ce qui permet de distinguer à peine la plupart des bactéries. (On rappelle que cette limite, pour l'œil nu, est de $100 \mu\text{m}$ environ.)

■ Le microscope électronique à transmission

Le flux d'électrons, accéléré par une très haute tension, est focalisé par des lentilles électromagnétiques sur l'échantillon à observer, au sein d'une enceinte dans laquelle le vide a été réalisé. Ceci est indispensable

pour que les électrons ne soient ni ralentis ni déviés par des particules gazeuses. Par conséquent, à la différence du microscope photonique, il est impossible d'observer des **objets vivants**. Sa limite de résolution (0,1 nm) est bien meilleure que celle du microscope photonique, ce qui explique son intérêt.

■ La réalisation de coupes fines

Les objets à observer sont le plus souvent massifs, de grande taille, et non transparents à la lumière ou aux électrons, ce qui implique la réalisation de coupes fines (0,5-5 μm) ou ultrafines (50-80 nm) selon le type de microscope utilisé. Cette technique nécessite de fixer le matériel biologique (c'est-à-dire le tuer par un mélange de composés chimiques ne modifiant pas les structures cellulaires), puis de l'**imprégner** d'une substance durcissant l'échantillon (étape d'inclusion en paraffine ou en résine), afin de pouvoir réaliser des coupes les plus fines possible (étape de micro- ou ultramicrotomie). Une dernière étape de coloration (pour la microscopie photonique) ou d'ombrage (par des composés renforçant les contrastes en microscopie électronique) doit être réalisée avant toute observation.

■ D'autres techniques microscopiques

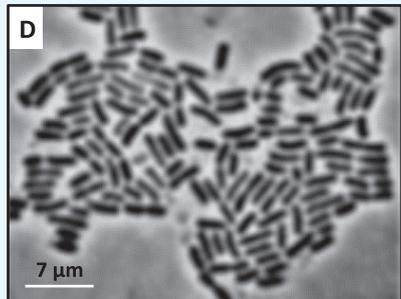
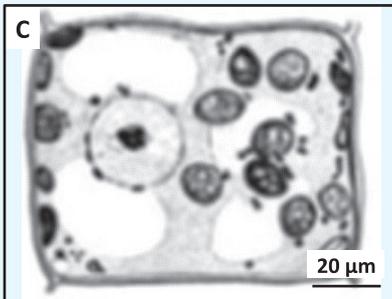
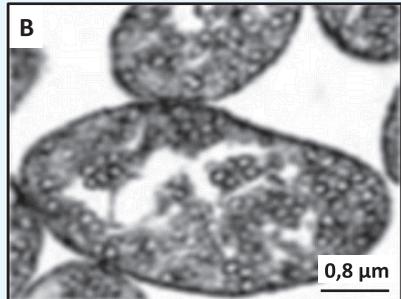
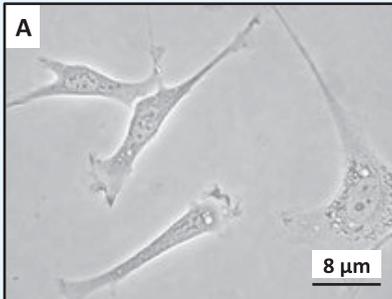
Elles sont dérivées de la microscopie photonique ou de la microscopie électronique et seront présentées dans les chapitres suivants. Il s'agit, en particulier, du microscope photonique à fluorescence (cf. fiche 8) et du microscope électronique à balayage (cf. fiche 5) ; les protocoles de cryofracture, d'immunocytochimie et de coloration négative seront également décrits dans les fiches 6, 7 et 11.

EXERCICE 1 Cellules procaryotes et eucaryotes

Voici des schémas et des photos de différents types de cellules.

1. Légendez les photos et schémas.
2. En vous aidant des barres d'échelle, calculez leurs dimensions exactes.

3. Parmi ces cellules, lesquelles sont procaryotes ? eucaryotes ?
4. Parmi les cellules eucaryotes, savez-vous distinguer les cellules animales des cellules végétales ? Justifiez vos réponses.



Solution

1. Sur la photo A, on distingue le noyau, l'enveloppe nucléaire, les nucléoles et la membrane plasmique. Sur la photo B, on distingue une membrane plasmique externe et des granulosités à l'intérieur. Sur la photo C, on observe un noyau au centre, deux vacuoles plus claires, des mitochondries, une membrane plasmique et une paroi. Enfin, sur la photo D, on observe des cellules très petites dont il est impossible de connaître la structure interne.
- 2&3.** Les cellules B et D sont de **très petite taille** (respectivement $1,5\ \mu\text{m}$ et $3,4\ \mu\text{m}$) et visiblement non ou peu compartimentées ; il s'agit de cellules

procaryotes. Les cellules A et C sont de **taille bien supérieure** (respectivement $20\ \mu\text{m}$ et $80\ \mu\text{m}$) et possèdent de nombreux compartiments internes, dont un noyau, volumineux et très reconnaissable ; il s'agit donc de cellules **eucaryotes**.

- La cellule C, qui possède de grandes vacuoles, des chloroplastes et une paroi épaisse, est une cellule végétale ; la cellule A ne possède pas de vacuole, il s'agit donc d'une cellule animale.

EXERCICE 2 Volumes cellulaires comparés

On compare le volume d'une cellule bactérienne de type « coque », une cellule animale de type hépatocyte (cellule du foie) et une cellule de parenchyme végétal. Toutes les trois sont sphériques, et leurs diamètres respectifs sont les suivants : $2\ \mu\text{m}$, $20\ \mu\text{m}$ et $100\ \mu\text{m}$.

- Calculez le volume de la cellule bactérienne et prévoyez, sans faire les calculs directs, les rapports existant entre les volumes des deux autres types de cellules et celui de cette bactérie.
- Prévoir également, sans faire les calculs directs, l'évolution du rapport Surface cellulaire/Volume cellulaire quand on passe d'un type de cellule à l'autre, et en tirer les conséquences physiologiques concernant les liens entre échanges avec le milieu et métabolisme cellulaire.

On donne : surface d'une sphère = $4.\pi.r^2$; volume d'une sphère = $4/3.\pi.r^3$.

Solution

- Le volume de la **bactérie** (rayon = $1\ \mu\text{m}$) est de $4,18\ \mu\text{m}^3$. Le rayon de la **cellule animale** étant 10 fois plus grand que celui de la bactérie, son volume est 1 000 fois supérieur (on élève 10 au cube) et vaut donc $4\ 180\ \mu\text{m}^3$. Celui de la **cellule végétale** étant 50 fois plus grand, son volume est 125 000 fois supérieur à celui de la bactérie, soit un volume de $522\ 500\ \mu\text{m}^3$. Ces calculs simples montrent que les cellules eucaryotes sont beaucoup plus volumineuses que les cellules procaryotes ; ceci explique aisément pourquoi les premières peuvent faire l'objet d'une **compartmentation** et/ou d'une **différenciation** poussées, absentes chez les dernières.
- Sans avoir à faire de calculs, on constate que la surface est une fonction du carré de la dimension de la cellule, alors que son volume est une fonction

du cube de cette même dimension ; **plus les cellules sont grosses et plus le rapport S/V diminue**. Ceci a des conséquences importantes pour l'activité cellulaire, car c'est à travers la surface que se font les nécessaires échanges nutritifs avec le milieu, alors que l'activité métabolique concerne l'ensemble du volume cellulaire.

Il est admis que le passage évolutif d'une organisation de type procaryote à une organisation de type eucaryote, avec une forte augmentation de la taille des cellules, n'a pu être réalisé qu'au prix d'une **compartimentation interne** poussée et de l'acquisition d'organites diversifiés prenant en charge des activités remplies par la membrane plasmique des procaryotes. Voir la notion de « **théorie endosymbiotique** » : (cf. fiche 21).

EXERCICE 3 Combien de cellules dans une colonie bactérienne ou fongique ?

Une colonie bactérienne a été obtenue sur un milieu de culture gélosé par multiplication d'une seule cellule initialement déposée à sa surface (même espèce que celle étudiée dans l'exercice précédent). Cette colonie a une forme lenticulaire et mesure 4 mm de diamètre sur 1 mm de hauteur. On admettra que son volume est approximativement égal à la moitié du volume d'un cylindre de mêmes dimensions.

1. Si l'on admet aussi que la moitié du volume de cette colonie est représentée par de la solution nutritive remplissant les espaces intercellulaires par capillarité, pouvez-vous calculer le nombre de cellules contenues dans cette colonie ?
2. Cette colonie ayant été obtenue après un temps de culture de 36 h, quel est le temps de génération (durée de la période entre deux divisions) chez cette bactérie ?
3. Le même type de colonie (mêmes dimensions) est obtenu à partir d'une culture de levures *Saccharomyces cerevisiae*. Sachant que cette colonie a été obtenue après un temps de culture de 48 h, quel est le temps de génération pour cette levure ?
4. Comparez les temps de génération obtenus pour les colonies de bactéries et de levures.

On donne : surface d'un cercle = πr^2 ; la valeur de 2^9 est très voisine de 500 (512), et celle de 2^{10} est très voisine de 1 000 (1 024).

Solution

1. Le volume total de la colonie, équivalent au demi-volume du cylindre, est donc égal à : $3,14 \times 4 \times 1/2 = 12,56/2 \text{ mm}^3$, soit $6,28 \text{ mm}^3$. Si les cellules seules représentent la moitié de ce volume, on obtient la valeur de $3,14 \text{ mm}^3$. Sachant que 1 mm^3 représente $10^9 \mu\text{m}^3$ et que le volume d'une cellule bactérienne est de $4,18 \mu\text{m}^3$, on calcule un effectif de **$7,5 \times 10^8$ cellules pour cette seule colonie**. Cette valeur est telle que, dans seulement 10 colonies de cette taille, il y a plus de cellules bactériennes que d'êtres humains sur notre planète !
2. La croissance d'une population de bactéries suit une progression exponentielle : 2^n , n étant le nombre de générations (divisions). On peut aisément calculer ce nombre sachant que $2^{10} =$ environ 1 000 ; la valeur de $7,5 \times 10^8$ se décompose donc en $750 \times 1\,000 \times 1\,000$. Si on considère que 750 est légèrement supérieur à 2^9 , on obtient : $2^9 \times 2^{10} \times 2^{10}$, soit 2^{29} ; il a donc fallu **29 générations** pour passer de 1 cellule à la colonie finale, ce qui a été réalisé en 36 h. Une génération dure donc $36/29 \text{ h} = 1,24 \text{ h}$, ce qui équivaut à 75 minutes environ. La rapidité de division des bactéries est impressionnante et, en milieu de culture liquide (plus favorable à la croissance), les temps de génération atteignent **20 minutes**.

Ces simples remarques permettent de comprendre aisément pourquoi les micro-organismes en général, et les bactéries en particulier, ont constitué un moyen irremplaçable de recherche de mutants (par définition extrêmement rares) et donc d'études génétiques. Les développements rapides de la Génétique et de la biologie moléculaire, dans la deuxième moitié du xx^{e} siècle, sont essentiellement dus à leur utilisation (*Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Neurospora crassa*).

3. Le même raisonnement peut être tenu pour une colonie de levures. Il y a **$1,8 \times 10^7$ cellules pour une seule colonie**. $1,7 \times 10^7$ se décompose en $17 \times 1\,000 \times 1\,000 = 2^4 \times 2^{10} \times 2^{10}$, soit 2^{24} ; il a donc fallu **24 générations**. Une génération dure donc $48/24 \text{ h} = 2 \text{ h}$
4. Le temps de génération d'une levure est presque deux fois plus long que celui d'une bactérie. Cette rapidité de division des cellules procaryotes est à mettre en relation avec leur capacité de colonisation du milieu et leur utilisation comme outil et objet d'étude au laboratoire.

1. L'arbre du vivant

L'arrivée de nouvelles données biochimiques, moléculaires et génétiques dans les années 1970, et l'avènement du séquençage des génomes dans les années 2000, ont conduit à proposer un arbre du vivant à trois branches :

- les Eubactéries (**Bacteria**) : structure cellulaire de type procaryote ;
- les Archées (**Archea**) : structure cellulaire de type procaryote ;
- les Eucaryotes (**Eucarya**) : structure cellulaire de type eucaryote.

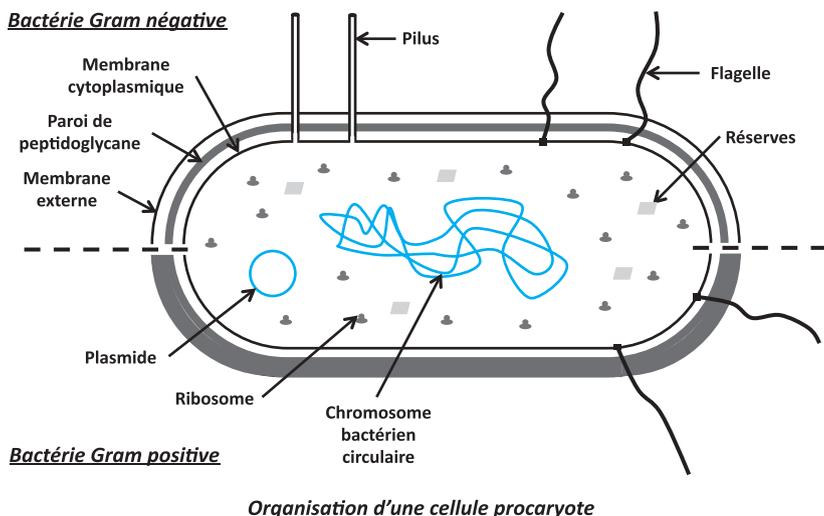
■ Les arbres phylogénétiques

Aujourd'hui, de plus en plus de génomes d'organismes très divers sont séquencés. Leur comparaison permet de calculer des **degrés de parenté** entre eux de plus en plus fiables, et donc de tracer des arbres phylogénétiques extrêmement précis. L'arbre « du vivant » est désormais disponible et s'affine d'années en années avec l'arrivée de nouvelles données et connaissances.

■ Les Eubactéries

Ce sont les bactéries « classiques », étudiées depuis les débuts de la Microbiologie, et dont font partie des organismes-modèles tels que *Escherichia coli* ou *Bacillus subtilis*. Elles sont caractérisées par une **paroi de peptidoglycane**.

On distingue deux grands groupes, sur la base de l'organisation de leur paroi : les bactéries **Gram négatives** et les bactéries **Gram positives**.



Les Archées

Ces micro-organismes se distinguent des Eubactéries par de multiples caractéristiques. Elles sont caractérisées par des **lipides membranaires très particuliers** (des tétraéthers) et des ribosomes avec une forme propre. Sur le plan physiologique, ils sont remarquables par leurs capacités à vivre dans des **conditions environnementales exceptionnelles** (anoxie absolue, température très élevée ou très basse, acidité ou salinité extrêmes). Sur le plan biochimique, ils possèdent des molécules et des voies de biosynthèse uniques dans le monde vivant ; du point de vue moléculaire, les mécanismes génétiques qu'ils mettent en œuvre possèdent des points communs à la fois avec les Eubactéries et les Eucaryotes.

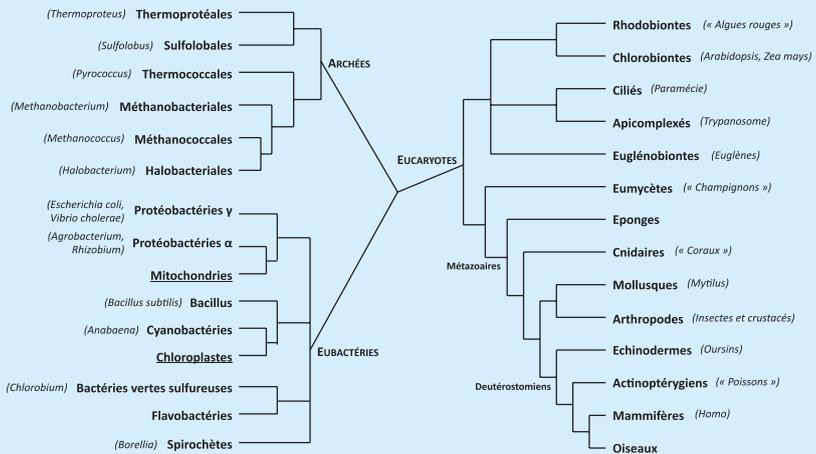
Les Eucaryotes

Ils sont caractérisés par la présence d'un noyau délimité par une **enveloppe nucléaire**, la présence de **mitochondries** et de **microtubules** (cf. fiche 7) qui assurent notamment la division cellulaire ou mitose (cf. fiches 12 et 13). C'est un groupe très vaste comprenant : les **animaux**

(Métazoaires), les **végétaux** verts (Lignée verte), les **champignons** (Eumycètes) et les **protistes** (êtres tous unicellulaires). Ces derniers représentent, à la différence des groupes précédents, un ensemble polyphylétique très hétérogène dont la diversité dépasse, et de très loin, celle rencontrée chez tous les pluricellulaires réunis.

L'ARBRE DU VIVANT

Cet arbre du vivant extrêmement simplifié a été établi à partir de l'étude comparative des **ARN ribosomiques 16 et 18S**. Toutes les données obtenues à partir d'analyses portant sur des gènes de protéines très divers confirment cette phylogénie. Les séquences concernant les **mitochondries** et les **chloroplastes** sont mentionnées pour montrer leur enracinement chez les Bactéries Gram négatives.



2. L'observation des cellules vivantes au microscope photonique

Très peu de cellules peuvent être observées directement, à l'état vivant, au microscope photonique. Seules celles vivant à l'état isolé, telles que des bactéries ou des unicellulaires eucaryotes, des cellules sanguines,

des cellules épithéliales (épidermiques chez les végétaux), ou enfin des cellules en culture, sont suffisamment fines et transparentes pour être analysables sans préparation particulière, c'est-à-dire sans réaliser de coupes. De plus, les cellules vivantes sont en général transparentes et incolores, ce qui rend impossible l'analyse fine de leurs structures internes.

■ Les milieux de survie

Si l'observation doit se prolonger, il faut utiliser des milieux de montage et des dispositifs appropriés appelés « **chambres de survie** », dans lesquels les conditions physicochimiques sont étroitement contrôlées. Il existe des microscopes spécialement conçus pour l'observation des cellules en culture, directement dans leur boîte de milieu. Les objectifs sont situés sous la platine porte-objet et la lumière arrive par le dessus, puis traverse les parois transparentes de la boîte de culture. On parle dans ce cas de « **microscope inversé** ».

■ Les techniques de coloration vitales

De nombreuses techniques de coloration utilisant des **colorants dits « vitaux »**, non toxiques, ont été développées : le rouge neutre, par exemple, est un colorant qui s'accumule spécifiquement dans les vacuoles végétales. Ces méthodes sont actuellement délaissées au profit de l'emploi de microscopes photoniques auxquels des dispositifs physiques sont ajoutés, de sorte que des structures incolores apparaissent visibles dans des teintes de gris plus ou moins foncées. Le **microscope à contraste de phase**, par exemple, transforme des différences minimales d'indice de réfraction de la lumière traversant les organites en différences d'intensité lumineuse. Le **microscope interférentiel**, basé sur un principe différent, fait apparaître les structures cellulaires en relief.

■ L'utilisation de la fluorescence

Aujourd'hui, il existe des **composés fluorescents** permettant de visualiser tous les organites cellulaires, en temps réel, dans des cellules

vivantes. En outre, il est possible d'utiliser des **anticorps fluorescents** qui reconnaissent des macromolécules spécifiques et les rendent ainsi visibles, sans perturber la physiologie cellulaire. C'est une technique très robuste largement utilisée. Enfin, l'utilisation de la **GFP** et de ses dérivés (cf. fiche 30) est devenue, depuis un peu plus de 10 ans, une approche incontournable en biologie cellulaire.

EXERCICE 1 Métabolismes bactériens

Une des caractéristiques majeures des Eubactéries et des Archées en général, est l'extrême **diversité des métabolismes** qu'elles possèdent, en comparaison de ceux décrits chez les Eucaryotes. Les propositions suivantes illustrent bien la diversité de leurs types trophiques. Répondez par Vrai ou Faux.

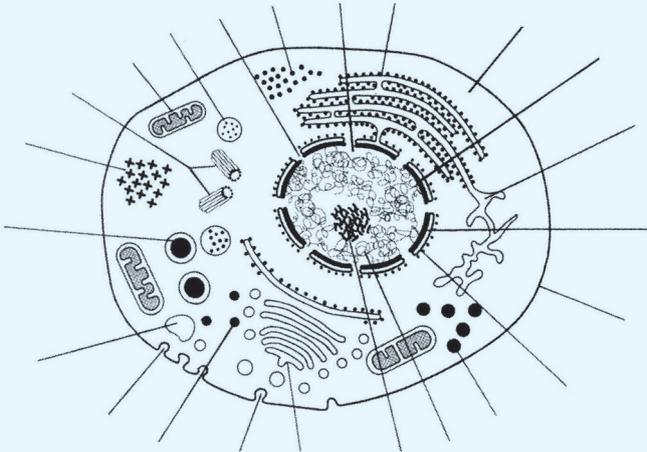
1. Les Cyanobactéries effectuent une photosynthèse très particulière utilisant H_2S .
2. Certaines espèces d'Archées synthétisent du méthane (CH_4) à partir de CO_2 et H_2 .
3. Les bactéries anaérobies strictes meurent en présence de dioxygène (O_2).
4. Seul l'azote organique est utilisé par toutes les bactéries pour leur métabolisme.
5. Les Halobactéries sont insensibles aux concentrations très élevées en sels.
6. Les bactéries sont incapables de métaboliser le pétrole et ses dérivés chimiques.
7. Les bactéries peuvent effectuer des symbioses avec des organismes animaux et végétaux.
8. Les mitochondries et les chloroplastes des cellules végétales sont issus de bactéries endocytées.

Solution

1. **Faux** : tout comme les végétaux verts, elles utilisent l'**eau** comme molécule donneuse d' H_2 et produisent de l' O_2 . Seules les bactéries photosynthétiques « vertes » et « pourpres » utilisent H_2S ou des composés soufrés réduits comme donneurs d' H_2 .
2. **Vrai** : ce sont les **Archées méthanogènes**.
3. **Vrai** : en revanche, de nombreuses espèces **anaérobies facultatives** survivent en absence d' O_2 et modifient alors leur métabolisme énergétique (fermentation).
4. **Faux** : de très nombreuses espèces tirent leur azote des **sels minéraux** du milieu (NO_3^- , NH_4^+) ou même du diazote (N_2) atmosphérique.
5. **Vrai** : non seulement ces Archées sont insensibles à des concentrations salines extrêmes, mais elles sont en fait tuées par des solutions salines diluées.
6. **Faux** : elles sont susceptibles de dégrader tous les **composés organiques** connus.
7. **Vrai** : par exemple, des bactéries du genre *Rhizobium* s'associent en symbiose avec des plantes de la famille des Fabacées. Grâce à leur capacité de fixation du N_2 atmosphérique, elles assurent la nutrition azotée du végétal.
8. **Vrai** : c'est la théorie endosymbiotique (cf. fiche 21).

EXERCICE 2 Organisation des cellules animales

Complétez les légendes de ce schéma (issue d'une observation en microscopie électronique) :



Solution

