

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)
Entraînement aux oraux • Proposition de plan détaillé

Comparaison cellule eucaryote-cellule eubactérienne

Introduction

- **Cellule** : unité de base des êtres vivants limitée par une membrane et comprenant une information génétique ; existence de fonctions de relation, nutrition et reproduction à l'échelle cellulaire.
- Organismes uni- ou pluricellulaires.
- **Cellule eucaryote** : IG (ADN) enfermée dans un noyau.
- **Cellule procaryote** : IG (ADN) libre dans le cytoplasme (dans une zone appelée nucléoïde) | Existence d'Archées et d'Eubactéries (cas étudié).
- Comment deux cellules d'organisation différente peuvent-elles réaliser les activités qui leur permettent de fonctionner et de se reproduire ?
- Annonce du plan.

I. Des unités fondamentales d'êtres vivants limitées par une membrane et plus ou moins compartimentées

A. Des cellules de taille variable

- **Eubactérie** en moyenne 1 µm, cellule animale en moyenne 10 µm, cellule végétale en moyenne 50-100 µm.

B. Un cytoplasme limité par une membrane

- Existence d'une membrane plasmique de composition semblable (à préciser)
- Dans le cytosol : présence de ribosomes (traduction) dans les deux cas
- Présence possible et fréquente d'inclusions (réserves) cytosoliques

C. Un réseau endomembranaire chez les eucaryotes, rarement chez les Eubactéries

- **Compartimentation eucaryote** : existence d'endomembranes et ainsi d'organites spécialisés fonctionnellement ; existence de flux transmembranaires et de flux vésiculaires
- Chez les **Eubactéries** : compartimentation rare, flux au travers de la membrane plasmique, y compris parfois flux de protons dans le cadre du métabolisme énergétique (production d'ATP)
 - Nuance 1 : Gram – avec un périplasma qui fait office de compartiment
 - Nuance 2 : présence en outre de thylakoïdes dans les Cyanobactéries (fonction photosynthétique, mais pas seulement)
 - Nuance 3 : question (non tranchée) des fameux mésosomes

D. Un cytosquelette important chez les cellules eucaryotes... mais « absent » des cellules eubactériennes ?

- Cytosquelette très présent chez les Eucaryotes, rôle squelettique dans les cellules animales, organisation des cellules végétales, autorisent la mobilité de structures cellulaires et des compartiments, interviennent dans les divisions cellulaires...
- Signaler l'existence de protéines dont on a montré la fonction cytosquelettique chez les Eubactérie, même si peu d'auteurs de manuels classiques l'ont intégré
- Flagelle : à comparer (complexe protéique vs. Expansion cytoplasmique avec axonème)

Conclusion partielle et transition

- Malgré des différences d'organisation, les deux types cellulaires présentent une structure semblable (membrane, « matrice », parfois compartimentation même rudimentaire) qui laisse à penser qu'en tant qu'êtres vivants, ces deux organismes présentent des similitudes de fonctionnement et peuvent interagir avec leur environnement : comment les cellules réalisent-elles leur métabolisme et sont-elles en interaction avec leur environnement ?

II. Des cellules animées d'un métabolisme et qui interagissent avec leur environnement

A. Des systèmes thermodynamiques ouverts où de nombreuses réactions sont catalysées par des enzymes (métabolisme) : existence de flux de matière et d'énergie

- Existence d'échanges de matière et d'énergie avec l'environnement (notamment éléments nutritifs vs. Déchets) = nutrition ; transformations catalysées par des enzymes : catabolisme produisant de l'énergie + anabolisme permettant la synthèse de molécules

B. Des métabolismes hétéro- ou autotrophes possibles chez les deux types cellulaires

- **Hétérotrophie** chez *E. coli*, cellules animales, cellules végétales des organes puits...
- **Autotrophie** chez Cyanobactéries, cellules végétales chlorophylliennes
- Dans tous les cas : **prélèvement de matière et d'énergie** dans l'environnement ; rejet de déchets
- Pour illustrer ce § : comparer par exemple la production d'ATP par respiration chez 3 types cellulaires : *E. coli*, cellule végétale, cellule animale

C. Des cellules souvent doublées d'une matrice extracellulaire

- **Matrice** : gel hydraté de composition polysaccharidique et souvent protéique situé autour des cellules de nombreux tissus (notion discutable pour les Eubactéries : pas vraiment de tissus... mais par extension, on considère que la paroi bactérienne est une matrice)
- **Organisation et composition** à comparer ; noter l'existence d'un gel hydraté (résistant à la compression), de molécules de résistance à la tension...

D. La capacité de former des colonies ou des organismes pluricellulaires

- **Pluricellularité** chez les eucaryotes : cellules attachées (jonctions intercellulaires animales) ou liées par leur matrice ; continuité des cytoplasmes possible (jonctions gap / plasmodesmes > symplasma), des matrices (paroi végétale > apoplaste)
- **Communications intercellulaires** (> participe au flux d'information dans la cellule)
- **Pluricellularité rudimentaire** chez les Cyanobactéries : colonies au sein d'un mucilage, parfois continuité pariétale, membranaire et cytoplasmique (*Nostoc, Anabaena...*) avec différenciation de types cellulaires (exemple : hétérocystes fixateurs de diazote chez certaines Cyanos).

E. Des symbioses possibles entre les deux types cellulaires

- **Lichen** : symbiose entre Cyanobactéries (ou algues eucaryotes) cellules fongiques
- **Nodosité** : symbiose entre *Rhizobium* (bactérie fixatrice de diazote) et racines
- Existence d'une coopération trophique entre les entités

Conclusion partielle et transition

- Les deux types cellulaires entretiennent des fonctions de nutrition, peuvent être hétéro- ou autotrophes et sont souvent associés à une matrice qui peut éventuellement autoriser la pluricellularité. Ces caractéristiques structurales et fonctionnelles sont sous le contrôle de l'information génétique : comment les cellules encodent-elles, expriment-elles et transmettent-elles leur information génétique ?

III. Des cellules avec une information génétique qui s'exprime et se transmet

A. Une information codée par l'ADN au sein des génomes

- Structure de l'ADN et codage de l'IG
- **Eucaryotes** : chromosomes dans noyau, souvent en double exemplaire (diploïdie), présence d'histones, génome non codant important, gènes morcelés
- **Eubactéries** : chromosome bactérien libre, gènes en opérons, peu d'ADN non codant, pas d'histones
- Taille des génomes (ex. Homme 30 000 gènes, *E. coli* 2000)
- Existence de portions « accessoires » de génome :
 - **Eucaryotes** : génome (de type eubactérien) des organites semi-autonomes (origine endosymbiotique ! >> mélange des deux types de génomes)
 - **Eubactéries** : plasmides et autres facteurs proches

B. Une information qui s'exprime de manière contrôlée

- **Processus communs** : synthèse d'un ARNm par une ARNpol (enzymes un peu différentes), intervention d'ARNt et de ribosomes (ARNr un peu différents) dans la traduction
- Chez les Eucaryotes : dissociation géographique de la transcription et de la traduction + maturation des ARN m (excision, épissage, coiffe...)

- Chez les **Eubactéries** : transcription et traduction se suivant quasi-immédiatement dans le cytosol, **pas de maturation**
- Existence de **mécanismes de contrôle de l'expression génétiques** : **séquences régulatrices** des Eucaryotes, fonctionnement des **opérons** chez Eubactéries...

C. Une information qui se transmet de manière fidèle par réplication et division cellulaire

- **Réplication** : mécanismes
- Division cellulaire eucaryote : **mitose** avec intervention du **cytosquelette**
- Division cellulaire eubactérienne : **scissiparité**

D. Une information qui autorise des modifications et des échanges

- Existence de **mutations** dans les deux cas et de mécanismes de **réparation** ; certaines mutations sont conservées et, parmi elles, il en est qui permettent un **gain de fonction** (> adaptation possible au milieu, évolution) alors que d'autres sont neutres ou encore néfastes
- **Échanges génétiques** et **recombinaisons** permis par la **reproduction** chez les **Eucaryotes** (**méiose, fécondation**)
- Échanges génétiques et recombinaisons permis par **conjugaison, transduction...** chez les **Eubactéries** (« **parasexualité** »)

Conclusion partielle

- Les deux types cellulaires ont pour **support de l'information génétique l'ADN**, l'expriment par **transcription et traduction** avec des mécanismes en commun qui autorisent un **contrôle**, et **transmettent** cette information génétique au moyen de la **réplication** et de la **division cellulaire**, une **variabilité** étant rendue possible, notamment par des mécanismes d'échanges génétiques.

Conclusion générale

- L'**organisation** des **cellules** et la possession (dans les deux cas) d'une **membrane limitante** ainsi que d'une **information génétique** en font des structures vivantes capables d'**échanges de matière et d'énergie** avec leur **environnement**, sous **contrôle** d'une **information génétique** qui **s'exprime** et **se transmet** aux **générations cellulaires**. Les deux types cellulaires peuvent présenter des **métabolismes** variés qui impliquent néanmoins toujours des **enzymes**.
- À côté des **cellules vivantes**, il existe des **virus**, structures biologiques **acellulaires** qui **parasitent** le **système d'expression des cellules** : ils sont caractérisés par une **information génétique (ADN ou ARN)** mais l'incapacité de l'exprimer ou de produire une activité métabolique sans infester une cellule. Il s'agit là d'un mode de vie tout à fait original qui place ces structures à une **frontière floue entre vivant et non-vivant**.

▼ **TABLEAU I. Comparaison cellule procaryote-cellule eucaryote.** D'après PEYCRU *et al.* (2013).

Caractères	Cellules d'eubactéries	Cellules d'eucaryotes
Organisation la plus commune	Unicellulaire	Unicellulaire et pluricellulaire avec différenciation cellulaire
Taille des cellules	1 à 10 µm	10 à 300 µm
Métabolisme	Anaérobie ou aérobie	Aérobie surtout
MEC dont paroi cellulaire	Peptidoglycane contenant de l'acide muramique	Paroi sans acide muramique Protéines (collagène...)
Membrane plasmique	Polyvalente (échanges, synthèse d'ATP...)	Échanges surtout et interactions cellulaires
Système endomembranaire	Absent en général ; pas de compartimentation le plus souvent	Présent ; compartiments spécialisés
Noyau	Absent	Présent
Matériel génétique	Un seul chromosome (molécule d'ADN circulaire associée à des protéines non-histones) + plasmides	Plusieurs chromosomes linéaires, molécules d'ADN associées à des protéines histones) + ADN de type procaryote des organites semi-autonomes (mitochondries, chloroplastes)
Organisation du génome	Gènes en opérons ; pas d'introns en général	Génome morcelé (gènes à introns) ; pas d'opérons
Expression génétique	Transcription et traduction simultanées	Transcription et traduction séparées dans l'espace et le temps
Maturation des ARNm	Non	Oui
Cytosquelette et mouvements cellulaires	Absent : pas de flux membranaire, pas d'exocytose ni d'endocytose	Cytosquelette ; mouvements cytoplasmiques ; exocytose et endocytose
Déplacement	Passif ou actif par flagelle* (rare)	Possible par cils et flagelles
Division cellulaire	Binaire Chromosomes séparés par leurs liens à la membrane	Mitose Chromosomes séparés par les microtubules du cytosquelette

* Le flagelle bactérien est différent du flagelle eucaryotique.

Référence

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2013). *Biologie tout-en-un BCPST 1^{re} année*. Dunod, Paris, 3^e édition (1^{re} édition 2006).

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.

Document produit en septembre 2015 • Dernière actualisation : novembre 2019.

Contact : Tanguy.Jean4@gmail.com

Adresse de téléchargement : <http://tanguyjean.businesscatalyst.com/>



Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.