

DS n°1

Les interactions entre une cellule et son environnement

Introduction

La vie sur Terre repose sur une unité à la fois structurale et fonctionnelle : la cellule. Cette unité est délimitée par une membrane capable à la fois d'isoler le milieu interne de la cellule et de réaliser des échanges avec son milieu de vie : elle peut se multiplier, prélever des substances ou en rejeter. Les premières formes de vie sur Terre ont été des êtres unicellulaires aquatiques, d'abord probablement simples, un peu à l'image actuelle des bactéries. Par la suite, sous l'effet d'une diversification des formes et de la sélection par l'environnement, les cellules ont pu constituer des organismes plus complexes, pluricellulaires.

Il existe aujourd'hui une multitude de formes de vie différentes, ayant colonisé la quasi-totalité des milieux de vie sur Terre. Le but de cet exposé est de préciser les liens qui existent entre d'une part l'organisation et l'activité des cellules et d'autre part l'environnement dans lequel elle vit.

Sur Terre, il y a plus de 2 milliards d'années, est apparue la photosynthèse : cette activité cellulaire a provoqué une consommation du dioxyde de carbone et une libération de dioxygène : l'hydrosphère puis l'atmosphère en ont été bouleversées, devenant oxydantes. La composition de l'atmosphère a changé jusqu'à devenir celle que nous connaissons. Le dioxygène libéré a conduit à la formation d'ozone, un gaz qui a protégé la surface terrestre des rayonnements UV mutagènes. Cette étape de la vie de notre planète montre que les cellules peuvent moduler leur environnement. Nous chercherons à préciser ce point à travers quelques exemples.

Ainsi, nous explorerons en premier lieu la diversité des environnements des cellules, en montrant leurs caractéristiques et leurs conséquences sur la vie cellulaire. Il faudra pour cela distinguer les organismes unicellulaires et pluricellulaires. L'environnement sera considéré à la fois comme le milieu de vie, avec ses conditions physico-chimiques mais aussi comme les cellules environnantes.

Nous montrerons dans un second temps que les cellules réalisent des échanges de matière et d'énergie avec leur milieu, ce qui peut conduire à une modification de leur environnement.

Enfin, nous mettrons l'accent sur l'équilibre permanent qui existe entre l'activité de la cellule et son environnement biotique et abiotique.

1. Des environnements différents selon la cellule

1.1. Les unicellulaires sont soumis au milieu extérieur

La cellule est adaptée au milieu dans lequel elle évolue : le plancton marin évolue en eau salée alors que les paramécies sont en milieu dulcicole. Les bactéries qui couvrent notre peau vivent dans un milieu plutôt desséchant. Cependant, le milieu extérieur est souvent variable. De plus, il abrite d'autres formes de vie qui peuvent entrer en interaction.

1.1.1. Le milieu extérieur est parfois changeant

- ⇒ adaptations possibles : cellule +/- turgescence
- ⇒ possibilités de modifier son état : sporulation des bactéries en cas de stress

1.1.2. Un milieu liquide est propice au déplacement

- ⇒ locomotion par nage : flagelle bactérien ou ciliature de la paramécie
- ⇒ milieu solide => accrochage ou développement dans le mucus (E. coli dans l'intestin de l'hôte, Penicillium à la surface du camembert)

1.1.3. Des relations sont possibles avec les autres cellules

- ⇒ traité ici ou plus loin : communication via le propionate (intestin) ou antibiotiques libérés par les bactéries

1.2. Les organismes pluricellulaires présentent un milieu plus stable

Les êtres pluricellulaires possèdent des cellules en surface mais la grande majorité est située dans un milieu intérieur régulé par l'organisme lui-même.

1.2.1. Les environnements diffèrent selon le type cellulaire

- ⇒ Environnement = milieu intérieur (fibroblaste et/ou cellule de parenchyme palissadique)
- ⇒ Environnement = mixte pour les épithéliums (entérocyte)

1.2.2. Les cellules sont au contact de matrices

- 1.2.2.1. L'environnement matriciel : description des MEC
- 1.2.2.2. Paroi végétale : synthèse de son propre environnement
- 1.2.2.3. Hémidésmosome et polarisation des entérocytes

1.2.3. Des liens avec les cellules voisines

- 1.2.3.1. Accrochage, communication, reconnaissance
- 1.2.3.2. Paroi végétale et accrochage par la lamelle moyenne

L'environnement biotique et abiotique diffère beaucoup selon le type de cellules, spécialisées ou totipotentes, mais toutes sont des systèmes thermodynamiques ouverts, c'est-à-dire qu'elles réalisent des échanges de matière et d'énergie.

2. Des échanges de matière et d'énergie

2.1. L'activité des cellules modifie leur environnement

La simple présence de cellules perturbe le milieu, ce qui est facile à déceler lorsqu'un aliment est contaminé par des bactéries.

2.1.1. Les cellules réalisent des réactions chimiques avec leur environnement

- ⇒ Sécrétion d'enzymes d'hydrolyse (ex : cellulase) qui digèrent la cellulase
- ⇒ Bioprécipitations et photosynthèse (non attendu)

2.1.2. Les cellules rejettent des déchets et absorbent des nutriments

- ⇒ exemple du rejet du CO_2 par les cellules eucaryotes hétérotrophes
- ⇒ fixation du CO_2 et rejet d' O_2 par les cellules chlorophylliennes
ne pas s'étendre : le but est juste de montrer que le milieu va varier

2.1.3. Les cellules modulent les populations cellulaires environnantes

- ⇒ exemple d'une phagocytose
- ⇒ exemple de la libération d'antibiotiques contrôlant la population des autres espèces (dans un microbiote)

2.2. La cellule capte de l'énergie

- ⇒ Cas des cellules végétales et de leur chloroplaste

2.3. La cellule puise des nutriments

- ⇒ exemple de l'absorption des nutriments par les entérocytes avec détail des transporteurs mis en jeu

⇒ exemple des bactéries

Cette partie a montré que les cellules réalisent des transferts de matière, ce qui conduit à modifier leur milieu. Dans le cas des organismes pluricellulaires, le milieu intérieur est maintenu constant grâce à des processus régulateurs. Cela montre que les cellules peuvent participer à l'obtention d'un équilibre.

3. Un équilibre permanent mettant en jeu des mécanismes de communication et des régulations

3.1. Un équilibre des populations se met en place de façon dynamique

3.1.1. La multiplication des cellules

- ⇒ Capacité de division des cellules : les unicellulaires occupent le milieu en se multipliant jusqu'à saturation (épuisement du milieu)
- ⇒ Les êtres pluricellulaires remplacent les cellules à leur mort (entérocytes remplacés tous les 3 jours)

3.1.2. Les individus interfèrent, se régulent

- ⇒ cas des compétitions ou des symbioses

3.2. Des communications sont possibles entre cellules

3.2.1. Les communications directes entre cytoplasme

- ⇒ jonctions gap
- ⇒ plasmodesmes

3.2.2. Des communications à distance via des messagers

- ⇒ adrénaline et transduction

3.2.3. Des reconnaissances cellulaires

- ⇒ glycocalix

Conclusion

Nous avons montré que les cellules évoluent dans un environnement très différent selon l'organisme. Néanmoins, toutes développent des relations étroites avec le milieu qui les entoure : elles puisent de la matière ou de l'énergie, ce qui façonne leur environnement. Elles communiquent entre elles, surtout dans le cas des cellules spécialisées d'un organisme pluricellulaire dont elle dépend, et où chacune participe à une fonction vitale. Elles peuvent aussi entrer en compétition ou symbiose : ce sont des interactions biotiques interspécifiques.

Les holobiontes sont des méta-organismes : l'environnement du microbiote est un organisme pluricellulaire avec lequel il établit des interactions intenses. Sa découverte récente ouvre des pistes intéressantes pour guérir certaines maladies dues à des dysfonctionnements de ces équilibres entre cellules.

Autres plans possibles

1. Les cellules et leur place dans l'environnement
2. Les cellules puisent matière et énergie
3. Les cellules modifient leur environnement

1. Le cas des unicellulaires, confrontés au milieu extérieur

- 1.1. Relation avec le milieu de vie
 - 1.1.1. Prélèvement de matière et d'énergie
 - 1.1.2. Locomotion et multiplication
- 1.2. Relation avec les autres organismes
- 2. Le cas des organismes pluricellulaires
 - 2.1. un environnement plutôt stable
 - matrice, cellule voisine...
 - 2.2. Des liens entre cellules (reconnaissance, communication...)

Moins évident à suivre :

- 1. Fonctions de nutrition
- 2. Fonctions de relation
- 3. Fonctions de reproduction et développement