

Auteurs : Travail collectif(plus d'infos)

Résumé : Trop souvent, les objets ou les mécanismes qui se situent à l'échelle moléculaire sont évoqués sans qu'aucune référence à la notion de cellule soit faite. Ce fait paradoxal reflète la dominance de l'approche moléculaire dans les filières d'enseignement scientifique du secondaire. Il s'agit alors de savoir si la notion de cellule est mineure pour la compréhension du vivant, ou si au contraire elle a une place centrale qui justifierait de l'évoquer avec des enfants de l'école primaire. Document de Charles Auffray issu de l'ouvrage "29 notions clefs pour savourer et faire savourer la science - primaire et collège", paru aux éditions Le Pommier en août 2009.

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



La cellule

La notion de cellule est-elle importante pour aborder le vivant ?

De manière classique, on considère qu'un être vivant se nourrit, grandit et se reproduit, définition qui reflète une approche de la biologie par les grandes fonctions : nutrition, croissance, reproduction. Après l'observation des propriétés des êtres vivants et de leurs comportements, la question de comprendre « comment ça marche ? » se pose.

Trop souvent, les objets ou les mécanismes qui se situent à l'échelle moléculaire sont évoqués sans qu'aucune référence à la notion de cellule soit faite. Ce fait paradoxal reflète la dominance de l'approche moléculaire dans les filières d'enseignement scientifique du secondaire. Il s'agit alors de savoir si la notion de cellule est mineure pour la compréhension du vivant, ou si au contraire elle a une place centrale qui justifierait de l'évoquer avec des enfants de l'école primaire.

Qu'est-ce qui est vivant ?

Comme nous venons de l'énoncer, la définition courante d'un être vivant est qu'il « se nourrit, grandit et se reproduit », autrement dit qu'il est capable de remplir les fonctions de nutrition, de croissance et de reproduction. On pourrait étendre la liste des fonctions en y ajoutant par exemple la locomotion, la communication ou le système de défense. On dirait alors qu'un être vivant « se déplace, communique et se défend ». Pour tenter de clarifier la situation, on peut se demander s'il existe dans le monde inanimé, non vivant, des objets capables de remplir chacune ou la plupart de ces fonctions. Un observateur situé sur la Lune aurait beau jeu d'affirmer que les véhicules automobiles sont vivants car ils se déplacent, en grand nombre à certaines heures, certains jours ou à certaines périodes de l'année, qu'ils communiquent à l'aide de signaux sonores ou lumineux, et qu'ils se défendent ou s'attaquent en se heurtant ou en s'envoyant des projectiles. De plus ils se nourrissent d'un liquide odorant collecté dans des stations-service et ils se reproduisent dans des usines. En cherchant bien, on en trouve même qui grandissent en longueur ou en hauteur.

On pourrait citer nombre d'exemples qui invalideraient chaque critère pris isolément. L'exemple qui précède montre que la conjonction des fonctions est peut-être une condition nécessaire, mais pas suffisante, pour définir les critères du vivant. C'est dans la capacité d'un être vivant à remplir les fonctions de lui-même, par ses propres moyens, qu'il faut rechercher la solution. En d'autres termes, c'est l'autonomie dans l'exécution des fonctions qui semble caractériser l'être vivant : il fonctionne, interagit avec son milieu et se reproduit au cours des générations selon ses propriétés intrinsèques.

Des enfants, même jeunes, peuvent débattre autour de cette question : qu'est-ce qui est vivant ? Les échanges qu'ils pourront avoir autour des grandes fonctions les conduiront à émettre et à réfuter des hypothèses, l'adulte n'étant qu'un auditeur attentif. Les exemples, cités plus haut, donnent des idées sur comment orienter le débat des enfants. L'issue de ce débat pourrait conduire les enfants à comprendre que le point commun entre les êtres vivants est les cellules qui les composent. Selon l'âge des enfants, l'adulte devra peut-être introduire cette notion. En tout état de cause, il ne faut pas sous-estimer la difficulté à appréhender cette notion en apparence si simple, mais dont l'acceptation n'a été acquise qu'après plusieurs siècles de débats, comme nous allons le voir.

Importance de la théorie cellulaire pour expliquer la diversité et l'unité du monde vivant

La théorie selon laquelle tout être vivant est constitué de cellules, et que toute cellule dérive d'une cellule préexistante date d'à peine plus d'un siècle. Elle est issue des observations faites à partir du xviii^e siècle, siècle qui a vu l'invention du microscope. Jusqu'à cette époque en effet, on savait bien qu'il existait une multitude d'animaux et de plantes, classables d'après leur apparence ou leur constitution, et dont on connaissait les capacités de reproduction. Mais la question de savoir ce qu'ils ont en commun qui les distingue du monde inanimé restait posée.

L'invention du microscope a mis en évidence des êtres vivants minuscules dont l'existence échappait à l'observation à l'oeil nu. Il est important de souligner qu'il faudra plus de deux siècles avant qu'une multitude d'observations soient rassemblées en une théorie cohérente, la théorie cellulaire. Il n'était pas a priori évident que le point commun entre le monde microbien, que le microscope révèle, et les plantes et les animaux soit simplement l'existence d'espaces délimités par une membrane où ont lieu les réactions chimiques caractéristiques de la vie. Alors que le monde vivant est d'une extrême diversité, l'idée même que celui-ci ait un même fondement heurtait le bon sens.

Les théories de l'hérédité et de l'évolution ainsi que les théories biochimiques de la vie se sont développées à la même époque que la théorie cellulaire. Ces théories affirment que le monde vivant a une origine commune et obéit aux lois de la physique et de la chimie.

Unité et diversité des cellules

Toutes les cellules ont en commun d'être délimitées par une membrane, principalement composée de lipides. Cette membrane, qui sépare l'intérieur de la cellule du milieu extérieur, n'est pas imperméable. Au contraire, elle possède la propriété de régler les échanges entre l'intérieur et l'extérieur d'une manière sélective, c'est-à-dire qui dépend de la nature chimique des éléments, ou des molécules susceptibles de pénétrer dans la cellule (eau, sels minéraux, gaz de la respiration, sucres, lipides, etc.). Toutes ces molécules sont dissoutes dans l'eau, qui constitue le milieu intérieur des cellules et la principale composante des êtres vivants. Ce milieu intérieur ou cytoplasme contient lui-même toutes sortes de structures spécialisées dans des fonctions d'échange, de transport, de production d'énergie, qui constituent le métabolisme cellulaire. Un grand nombre d'êtres vivants, comme les bactéries ou les protozoaires, sont constitués d'une seule cellule. À l'opposé, un animal ou une plante peuvent être formés de dizaines de milliers de milliards de cellules, appartenant à des centaines de types différents. Toutes les cellules sont issues de divisions successives de la cellule oeuf résultant de la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde. La reproduction, sexuée ou asexuée, la croissance et le développement reposent sur la capacité des cellules à se diviser et éventuellement à se différencier les unes des autres pour former les différents tissus et organes qui remplissent les différentes fonctions :

- sang et poumon pour la respiration,
- muscles et os pour la stature et la locomotion,
- estomac, intestin, foie, rein et vessie pour la nutrition,
- cerveau et nerfs pour la perception, la communication et la conscience,
- organes sexuels pour la reproduction ; etc., pour ne parler que du monde animal.

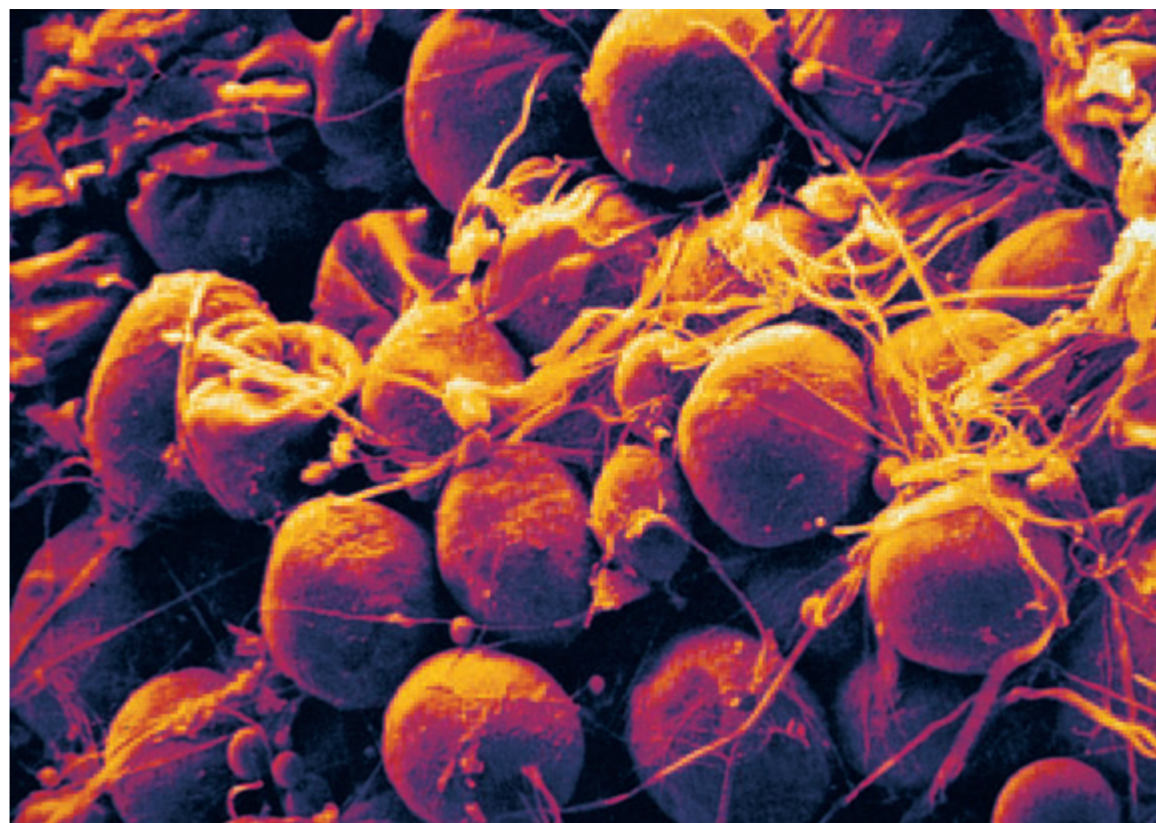
La plupart des cellules ont des dimensions qui se mesurent en millièmes de millimètres ou microns (millième de millimètre, ?), ce qui explique qu'on ne peut les observer qu'au microscope. Cependant, en fonction de leur spécialisation, elles peuvent atteindre des tailles importantes dans au moins une dimension, comme les cellules nerveuses dont les prolongements peuvent atteindre un mètre, ou comme les oeufs gonflés de réserves nutritives qui occupent un espace dont le diamètre est de l'ordre de quelques millimètres chez les poissons ou les batraciens, et de quelques centimètres chez les oiseaux. C'est donc à partir de l'étude d'oeufs accessibles à l'observation courante que l'on peut introduire la notion de cellule auprès des jeunes enfants, en la reliant à la fonction de reproduction.

La cellule et la reproduction

Il reste en effet à expliquer comment les cellules rendent compte de la capacité des êtres vivants à se reproduire. La théorie de l'hérédité conçue par Mendel au xix^e siècle impliquait l'existence d'une double commande à l'intérieur des organismes expliquant la transmission des caractères d'une génération à l'autre. Morgan a montré au début du xxe siècle qu'au coeur des cellules, des corps fixant des colorants, les chromosomes, ont exactement les propriétés attendues du support de cette commande intérieure, ou gène. Les biochimistes et les biologistes moléculaires ont ensuite montré qu'un acide nucléique, l'acide désoxyribonucléique – l'ADN –, qui constitue les chromosomes, est le support matériel de l'hérédité et du contrôle du fonctionnement des cellules.

Au sein des cellules ont lieu les réactions biochimiques spécifiques de la vie, sous le contrôle de l'ADN, qui assure également la pérennité de la cellule. L'ADN peut être pelotonné dans la cellule et simplement attaché à la face intérieure de la membrane, comme chez les bactéries. À l'opposé, dans le noyau eucaryote, l'ADN se combine avec des protéines pour former la chromatine. Au moment de la division du noyau, la chromatine se condense et s'enroule de façon très serrée pour former les chromosomes. Ces derniers sont porteurs de l'hérédité et sont contenus dans une enveloppe délimitée par un système de membranes, le noyau, qui est le principal corpuscule ou organite visible au microscope à l'intérieur de la cellule. La division cellulaire s'accompagne de la duplication de l'ADN, qui se répartit de manière égale entre les deux cellules filles qui possèdent ainsi le même matériel génétique.

La différenciation cellulaire est le processus par lequel des cellules initialement semblables suivent des voies différentes de développement. La différenciation s'explique par le fait que des ensembles de gènes différents (portés par les chromosomes) sont actifs dans chaque type cellulaire, ensembles qui sont modulés par les conditions de l'environnement (organes dans lesquels ils s'expriment). L'évolution des êtres vivants repose sur l'imperfection du mécanisme de duplication de l'ADN qui produit des différences à l'origine de la diversification des individus. Lorsque ces individus ne parviennent plus à se féconder mutuellement, on parle d'« espèce ». La cellule apparaît donc comme une unité centrale du monde vivant, tant sur le plan conceptuel que pratique, pour expliquer l'unité, la diversité et le fonctionnement des êtres vivants. Cependant son abord est difficile en raison de sa taille microscopique et des changements d'échelle pratiques et conceptuels que cela implique. La suite du chapitre présente le parcours qui conduit à la notion de cellule et à la compréhension de son rôle, parcours qui pourrait servir de base pour des activités à l'école.



Cellules du tissu adipeux gonflées de graisse, vues au microscope électronique à balayage. © CNRS

Chercher, voir et montrer des cellules

Après avoir demandé aux enfants ce qui caractérise les êtres vivants et introduit la notion de cellule, ces derniers pourront partir à la recherche d'êtres vivants ou de cellules dans l'environnement proche de l'école. Les « trouvailles » qu'ils pourront faire, proviendront essentiellement de la flore entourant l'école, ou il s'agira d'un oeuf de poule ou d'oeufs de poisson rapportés de chez eux, d'insectes trouvés dans la cour, etc. On peut imaginer toutes sortes de variantes : animaux, cheveux, salive...

Pour aborder le changement d'échelle qui requiert la visualisation des cellules, les enfants devront disposer, s'ils en font la demande, d'une loupe simple, d'une loupe binoculaire et d'un microscope optique. À chaque étape de l'observation, il est important de se demander : que voit-on ? combien cela mesure-t-il ?

Cela impliquera de décrire, d'observer à tour de rôle, de discuter d'interprétations possibles (est-ce un artefact – ce qui est introduit de façon non intentionnelle lors d'une expérimentation – ? est-on à la bonne échelle ?), de calculer les facteurs de grandissement.

Avec l'aide d'un professeur de biologie du collège ou du lycée voisin, vous disposerez également d'un échantillon de lames choisies à l'avance avec une variété de sujets : globules rouges, coupes de feuilles ou de tiges, etc., ainsi que de livres présentant des images de cellules.

Ainsi, en peu de temps, il est possible de trouver, d'observer et de décrire des cellules de notre environnement proche. Il ressort souvent de cette expérience pratique qu'il est difficile de comprendre et d'interpréter ce que l'on observe au microscope. Vous pourrez ainsi faire comprendre aux enfants qu'il n'est pas étonnant que deux siècles aient été nécessaires à l'humanité pour franchir cette étape ! Les préparations présentant une coloration naturelle ou les lames préparées avec des colorants spécifiques permettant l'identification des différents constituants s'avèrent les plus utiles pour progresser dans la discussion.

Molécules et cellules à l'origine de la vie

Comme un être vivant a hérité ses propriétés des êtres vivants qui lui ont donné naissance, il semble naturel de se poser la question de savoir dans quelles conditions la vie est apparue. Il existe à ce sujet toutes sortes de théories qui tentent d'expliquer comment les principaux éléments (atomes) qui constituent les êtres vivants (carbone, hydrogène, azote, oxygène) ont pu se combiner dans les océans et l'atmosphère terrestre des origines sous l'effet de décharges électriques, de rayonnements et à l'aide de catalyseurs minéraux, pour former des molécules de plus en plus complexes.

Certains supposent que de telles molécules, produites ailleurs dans l'Univers, ont été importées sur Terre par des météorites. En effet, il est possible de produire de telles molécules dans des expériences simulant les conditions d'une soupe primitive, ou de les détecter dans le milieu interstellaire. Mais les molécules que l'on peut ainsi produire ou détecter sont de petite taille et ne constituent qu'un premier pas sur l'échelle de la complexité qui nous laisse en deçà du vivant tel que nous le percevons. Il reste à expliquer comment ces petites molécules ont pu donner naissance à de grandes molécules, les macromolécules, telles que les protéines, les lipides, les sucres ou les acides nucléiques dont les êtres vivants sont constitués, et comment les différents types de molécules interviennent dans les réactions biochimiques caractéristiques du vivant.

Source URL: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/20357/29-notions-clefs-la-cellule>