



**HAL**  
open science

## **Proposition de modélisation cellulaire dans l'enseignement secondaire**

Olivier Dargent, Géraldine Dargent, Michèle Dell'Angelo-Sauvage

### ► **To cite this version:**

Olivier Dargent, Géraldine Dargent, Michèle Dell'Angelo-Sauvage. Proposition de modélisation cellulaire dans l'enseignement secondaire. Bulletin pédagogique trimestriel de l'APBG (association des professeurs de Biologie et de Géologie), 2005, 3, pp.481 - 487. <hal-01138096>

**HAL Id: hal-01138096**

**<https://hal.science/hal-01138096v1>**

Submitted on 3 Apr 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# *Proposition de modélisation cellulaire dans l'enseignement secondaire*

**Olivier DARGENT, Géraldine DARGENT et Michèle DELL'ANGELO-SAUVAGE<sup>1</sup>**

DARGENT, O., DARGENT, G. & DELL'ANGELO-SAUVAGE M. (2005). Proposition de modélisation cellulaire dans l'enseignement secondaire. *APBG*, n° 3, p. 481 – 487.

*La cytologie est abordée principalement dans l'enseignement secondaire et pose des problèmes de compréhension pour les élèves. De nombreux obstacles, liés aux techniques d'observation, au vocabulaire scientifique et à la représentation des structures en **trois dimensions** volume empêchent une appropriation juste des notions cytologiques élémentaires. La modélisation peut être un outil pertinent pour cet apprentissage. Un exemple de modélisation cellulaire est proposé en précisant les obstacles levés mais aussi les limites de validité du modèle.*

L'étude cellulaire est récurrente, tout au long du cursus scolaire, de l'enseignement secondaire jusqu'à l'enseignement universitaire. Si les SVT sont essentiellement abordées par leur aspect macroscopique au primaire (au niveau des organismes ou des populations –comportement, nutrition, reproduction...), l'enseignement secondaire traite de façon plus précise les notions au niveau cellulaire et microscopique, de la sixième (partie *Diversité, parentés et unité des êtres vivants*), jusqu'au lycée en seconde (partie *Cellule, ADN et unité du vivant*) et en première et terminale S. Pour ce niveau, des exemples d'évaluation de travaux pratiques portent sur la reconnaissance microscopique cellulaire (des cellules de l'immunité par exemple). L'approche universitaire précise ces notions cellulaires en privilégiant le niveau moléculaire.

L'organisation cellulaire pourrait être acquise de façon stable, en particulier dans l'enseignement secondaire, afin de garantir un socle de connaissances cytologiques solides à l'université.

Comment conceptualiser la structure cellulaire complexe, en ce qui concerne la compartimentation et la diversité des cellules ?

## ***Les obstacles à l'étude expérimentale des cellules***

Dans les pratiques de classe, l'étude cellulaire est abordée selon différentes approches :

---

➤ **MOTS-CLÉS** : cellule, modélisation, analogie, compartimentation cellulaire.

<sup>1</sup> ■ **Olivier Dargent**, professeur de SVT au Collège Albert Camus d'Auxerre (89), membre d'un groupe d'étude de la SD-TICE au Ministère de l'Education Nationale (75).

■ **Géraldine Dargent**, professeur de SVT au Lycée Jacques Amyot d'Auxerre (89), membre du groupe d'étude LIREST à l'Ecole Normale Supérieure de Cachan (94).

■ **Michèle Dell'Angelo-Sauvage**, professeur de SVT à l'IUFM de Créteil à Melun (77), membre du groupe d'étude LIREST à l'Ecole Normale Supérieure de Cachan (94).

- par des études au microscope photonique ; différentes préparations permettent dès la 6<sup>ème</sup> d'observer des cellules. Cependant, certains compartiments cellulaires sont invisibles sans coloration spécifique (noyau, mitochondries). Pour les organismes possédant une paroi, la difficulté tient dans la représentation de deux structures dont la limite n'est pas nettement visible : ~~d'une membrane collée à la paroi~~ je ne vois pas la membrane (obstacle d'abstraction, de représentation). Certaines techniques permettant la turgescence ou la plasmolyse, peuvent être employées, mais elles reposent sur des données physiques que seuls les premières et terminales scientifiques peuvent posséder. Avant, elles sont davantage du domaine de la « magie » et les élèves sont placés dans une situation où ils font et regardent, mais mémorisent peu, car il n'y a pas de réelle compréhension. Les cellules animales, quant à elles, sont peu visualisées à partir de matériel vivant. Le recours aux préparations du commerce a des avantages : qualité du montage, coloration, mais la relation avec le réel peut être difficile à faire (origine mystérieuse de ces tissus, couleurs mémorisées comme naturelles). Un obstacle majeur est l'apparente structuration en deux dimensions, liée à la minutie nécessaire à l'observation en trois dimensions. Le cas de l'ostiole de l'épiderme de poireau reste mystérieux pour beaucoup d'élèves ne parvenant pas, soit à faire une mise au point aussi fine à un fort grossissement, soit à relier par la pensée les différentes images vues dans des plans différents (Catel, Coquidé et Gallezot, 2002).

- par des documents issus de techniques d'observation complexes (MET, MEB<sup>2</sup>) ; les élèves rencontrent là, des difficultés pour comprendre les méthodes utilisées et mettre en relation les images obtenues d'un même tissu : échelle sans relation avec ce qu'ils ont vu en microscopie photonique, entraînant des confusions entre le tout et la partie (le noyau pris pour la cellule entière...); reconstitution de relief ; apparition de « fausses couleurs » plus ou moins mémorisées comme étant les vraies (le même problème est rencontré dans les schématisations de circulation du sang, où certains élèves retiennent que le sang dans la partie droite du cœur voire du corps dans certains schémas de manuels scolaires, est bleu, et qu'il est rouge dans la partie gauche).

Par ailleurs, la différence : procaryotes / eucaryotes est difficile à établir à partir de simples observations en microscope photonique. Comment faire comprendre que les procaryotes possèdent une information génétique non enfermée dans une enveloppe nucléaire alors que les élèves « ne voient pas » de noyau chez un eucaryote observé au microscope photonique. (obstacles liés aux outils scientifiques). Le recours à la coloration du noyau en microscopie photonique, ou le recours à la microscopie électronique, est nécessaire pour mettre en évidence le noyau eucaryote. Toutefois, pour l'élève, s'il n'y a pas de noyau, la cellule ne contient pas d'information génétique alors que chez les procaryotes, elle est présente dans le cytoplasme et non enfermée dans une enveloppe nucléaire.

Les élèves ne peuvent pas s'approprier le concept de cellule sans certaines précautions :

- les structures cellulaires peuvent être comprises par rapport à leurs rôles dans l'organisme. La présence d'une paroi chez les végétaux peut être reliée à la rigidité (au port végétal) tandis que la membrane cytoplasmique simple, souple et déformable est typique des animaux.

- le vocabulaire peut être explicité. Certains termes sont complexes et nouveaux tels que *cytoplasme* alors que la notion est simple : c'est le liquide cellulaire qui baigne toutes les organites d'une cellule ; le terme de *hyaloplasme* s'y rajoute parfois, bien souvent amalgamé ~~eonfondu~~ avec le premier. Le terme d'*organite* est confondu avec organisme, organique, organe, structures très différentes mais désignée par des mots proches qui impliquent une aisance avec les échelles de taille. D'autres termes, employés dans le langage courant, n'ont pas

---

<sup>2</sup> MET : Microscope Electronique à Transmission  
MEB : Microscope Electronique à Balayage

de signification scientifique pour les élèves ; c'est le cas pour *nucléaire* associé aux centrales nucléaires ou aux bombes nucléaires et non au noyau. Ce dernier mot désigne bien ce qui est à l'intérieur, mais le plus souvent au milieu (du fruit), dur, empêchant tout échange, ce qui ne donne pas l'idée du noyau justement lieu d'échanges. *Membrane* est tout aussi ambigu face à la grande diversité de structures qu'il désigne : membrane qui vibre pour donner du son... ; et par sa proximité linguistique avec le terme de *membre* : membre antérieur, membre d'un groupe... *Cellule*, même, désigne étymologiquement *une petite chambre* et par extension du sens, un endroit petit et clos. Veleida Anahi Da Silva (2004, 10) montre combien les termes se référant à des phénomènes quotidiens induisent *un sentiment de familiarité et de facilité* ce qui ne simplifie généralement pas le passage à une explication scientifique.

### ***Le recours à la modélisation***

L'étude cellulaire n'est pas aisée et le recours au modèle permet de lever un certain nombre d'obstacles, de représentations fausses, pouvant être générés par des observations dont les limites ne sont pas suffisamment expliquées. Giordan (1998, 143) définit les modèles comme des *aides à penser* ; il souligne l'importance de faire produire les modèles par les élèves pour que ces modèles *prennent sens*. Astolfi, Peterfalvi et Vérin (1998, 254) parlent de *constructions de l'esprit en partie arbitraires, mais qui permettent d'effectuer toutes sortes de calculs sur des objets substitutifs au réel, dès lors que celui-ci s'avère trop complexe ou inaccessible à l'expérimentation directe*. A la difficulté notionnelle s'ajoute la difficulté méthodologique liée à l'usage du microscope photonique par des élèves du secondaire. Par exemple, suite à une observation microscopique de cellules d'élodée du Canada, exceptés les chloroplastes et la paroi cellulaire, ni la vacuole, ni le noyau, ni les mitochondries, ni la membrane ne sont visibles, mais ils existent néanmoins. La simple observation en microscopie photonique ne suffit pas à comprendre la complexité cellulaire. Le modèle permet de dépasser cette complexité même s'il comporte ses propres limites : *le modèle le plus performant, un moment donné, se métamorphose tôt ou tard en obstacle. Tout support imagé fige les processus* (Giordan, 1998). La démarche pédagogique doit permettre d'associer la modélisation à l'observation du réel et à l'utilisation de différents supports imagés. Elle doit alors être confrontée aux différentes représentations des élèves, acteurs de sa réalisation.

### ***Proposition de modélisation - Exploitation pédagogique***

Pour que ce travail puisse être mis en œuvre par le plus grand nombre d'enseignants, le matériel est choisi pour son intérêt pédagogique dans la modélisation, sa facilité de manipulation, sa rapidité de mise en œuvre et son faible coût.

#### Matériel utilisé :

- Sacs plastiques transparents (de congélation par exemple) de différentes tailles : petits, moyens et grands.
- Colorants : bleu de méthylène, vert de méthyle, rouge neutre, colorants alimentaires (sirop) ou encres de différentes couleurs.
- Cristalliseur en Plexiglas ou tout autre récipient rigide transparent.

**Une première étape** peut consister à recueillir les représentations des élèves sur l'organisation des cellules (animales, végétales, fongiques, procaryotes et eucaryotes...) suite à leurs observations en microscopie photonique ou sur des documents de microscopie électronique. La production d'un ou plusieurs dessins permet à chacun de prendre conscience des difficultés qu'il rencontre et de ses ignorances. La confrontation des représentations des élèves aboutit à poser clairement un certain nombre de questions communes à la classe :

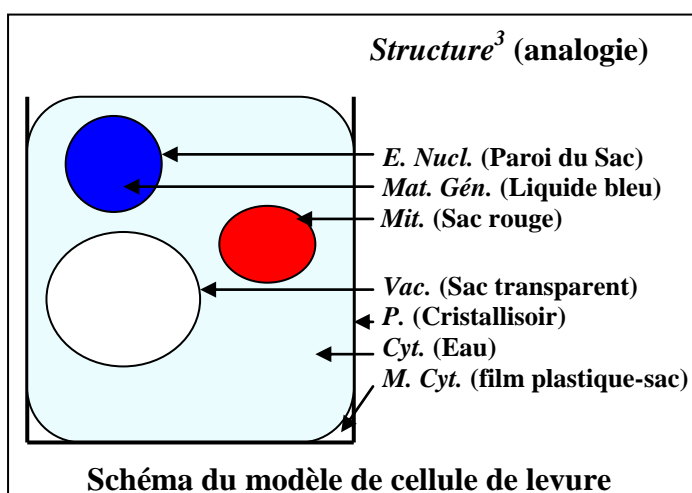
- le nombre d'organites présents dans la cellule (vacuoles et mitochondries invisibles au microscope sont fréquemment absentes).
- la différence entre les types de cellules (paroi et membrane non distinctes l'une de l'autre au microscope photonique ne sont souvent pas clairement identifiées ; l'épaisseur de la paroi d'une cellule végétale est parfois assimilée à une paroi et une membrane juxtaposées ; le matériel génétique est indiqué seulement lorsqu'il y a un noyau ; la forme de la cellule ne semble pas dépendre de sa nature).

Poser les questions avec les élèves, permet de proposer la modélisation comme une démarche explicative. Cependant, une réflexion sur le modèle paraît nécessaire. Elle permet d'en définir les principales caractéristiques et d'en préciser les limites. Les élèves doivent clairement en comprendre les enjeux car pour certains, remplir des sacs plastiques d'eau n'est pas valorisant à l'heure des nouvelles technologies, et cela particulièrement dans les filières scientifiques. Simplifier le modèle permet de comprendre des concepts complexes (compartimentation, place du matériel génétique...). Pour cette raison, il est préférable de se mettre d'accord avec les élèves pour ne représenter chaque organite qu'en un seul exemplaire.

**Une seconde étape** : deux méthodologies sont possibles pour aboutir à la modélisation.

Le choix dépendra des connaissances des élèves, de la classe et des objectifs définis pour le niveau d'enseignement.

- 1<sup>ère</sup> proposition : en partant de l'observation, de la photographie et de la représentation schématique d'une cellule, un premier modèle de cellule est réalisé par l'enseignant, avec les élèves en définissant les analogies et les codes couleurs entre les structures biologiques et le matériel utilisé. A ce niveau-là l'attention des élèves doit être attirée sur le fait que les membranes ou les enveloppes des organites sont représentées par le film plastique des sacs alors que les contenus (information génétique pour le noyau, chlorophylle pour le chloroplaste, intérieur de la mitochondrie, hyaloplasme de la vacuole) sont modélisés par de l'eau colorée.



<sup>3</sup> E. Nucl : Enveloppe nucléaire ; Mat. Gén. : Matériel Génétique ; Mit. Mitochondrie ; Vac. : Vacuole ; P. Paroi ; Cyt. Cytoplasme ; M. Cyt. Membrane cytoplasmique

## Les analogies entre le réel et le modèle (exemple de la cellule de levure) (photo 1)

Les élèves sont ensuite invités par groupe, en suivant les consignes, à réaliser l'un des modèles cellulaires (cellule végétale, animale et procaryote) (photos 2 à 5).



**Activité : modélisation cellulaire (photos 2 et 3)**  
*Elèves de Seconde - Lycée Jacques Amyot (Auxerre)*



**Modèle de la cellule végétale (photo 4)**

-comme la cellule de levure mais avec les chloroplastes en plus, modélisés par des petits sacs remplis de colorant vert (analogie avec la chlorophylle)-



**Modèle de la cellule animale (photo 5)**

-comme la cellule de levure mais sans la paroi ni la vacuole-

- 2<sup>ème</sup> proposition: le matériel à disposition des élèves est présenté et les consignes concernant les codes couleurs sont écrites. Chaque groupe d'élèves est alors invité à construire un modèle cellulaire donné, d'après ses observations microscopiques antérieures. Cette démarche est plus difficile car les élèves doivent, en autonomie, concevoir les analogies entre le réel et le modèle. Elle permet de mieux connaître et de confronter leurs représentations.

**Une troisième étape :** la réalisation concrète de cette modélisation cellulaire, relativement rapide (15-20 minutes) permet à chaque groupe de venir présenter son modèle à la classe. Une discussion entre les élèves peut alors avoir lieu, amenant à d'éventuelles modifications des modèles de cellules. Un des élèves du groupe réalise alors un schéma du modèle au tableau pendant qu'un autre l'explique oralement (voir photo 6). A la transposition du réel au modèle se rajoute une transposition du modèle au schéma légendé et du modèle à une présentation orale. Pour aider l'élève à passer d'une représentation à une autre, l'enseignant doit exiger à cette étape une grande rigueur quant à la représentation schématique et au vocabulaire utilisé. L'intérêt pédagogique est d'arriver à travailler sur différents supports (réel, modèle, oral, schéma) pour l'appropriation de notions scientifiques justes.



**Présentation des cellules devant les élèves / discussion - débat (photo 6)**

*Elèves de Seconde - Lycée Jacques Amyot (Auxerre)*

### ***Bilan et perspectives***

La réalisation de ces modèles, en relation avec l'observation du réel, les schématisations et les présentations orales, permettent de construire des représentations plus justes de l'organisation des cellules en trois dimensions. Les élèves comprennent mieux le lien entre le réel et les images qu'en donnent les microscopes. Une fois la modélisation réalisée, des précisions peuvent être apportées concernant la taille relative des différentes organites, leur nombre (plusieurs mitochondries, un seul noyau...), leur mobilité, les couleurs (avec un éventuel nouveau recours à l'observation microscopique). Les échanges cellulaires ne sont pas non plus traduits dans ce modèle. La simplification du modèle doit être clairement soulignée par des échanges avec les élèves ce qui permet en plus de développer leur esprit critique.

Ces va-et-vient entre le réel et le modèle permettent de préciser les concepts. De cette façon, les élèves pourront dépasser le modèle, pour accéder à *une véritable conceptualisation du réel* (Giordan, 1998). De plus, la réalisation concrète peut favoriser l'appropriation du vocabulaire scientifique : en construisant le chloroplaste, le noyau ou la vacuole, les élèves en mémorisent plus facilement le nom.

La mise en œuvre de cette modélisation, relativement aisée (faible coût, peu d'investissement de temps, relation avec les programmes), permet de lever de nombreuses représentations afin d'aborder avec des concepts cellulaires justes, la biologie au niveau moléculaire en partie au lycée mais surtout dans l'enseignement supérieur. Cette facilité de mise en œuvre ne doit pas occulter la complexité cellulaire ni la vigilance que l'enseignant doit porter dans les différentes étapes de la démarche.

Cette pratique offre aussi l'occasion d'aborder le modèle en sciences. Du primaire à l'enseignement supérieur, la modélisation est une démarche souvent bénéfique aux apprentissages par les obstacles qu'elle peut lever. Cette démarche de modélisation, utilisée au cours de la scolarité secondaire et supérieure, de façon beaucoup plus complexe (modélisations en génétique, en phylogénie, en géologie, par les logiciels de simulations), mérite d'être soigneusement définie avec ses apports et ses limites.

### **Bibliographie succincte :**

ASTOLFI, J-P., PETERFALVI, B. et VÉRIN, A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.

CATEL, L., COQUIDÉ, M. et GALLETZOT, M. (2002) « Rapport au savoir » et appropriation différenciée de savoirs scientifiques de collégiens et de lycéens. *In Aster* n° 35.

DA SILVA, V. (2002). Thèse de Doctorat.. Paris VIII..

DA SILVA, V-A. (2004). *Savoirs quotidiens et savoirs scientifiques : l'élève entre deux mondes*. Paris : Economica. Anthropos.

GIORDAN, A. (1998). *Apprendre !* Paris : Belin.

MARTINAND, J-L. (2002). *Apprendre à modéliser*. Québec : Logiques.