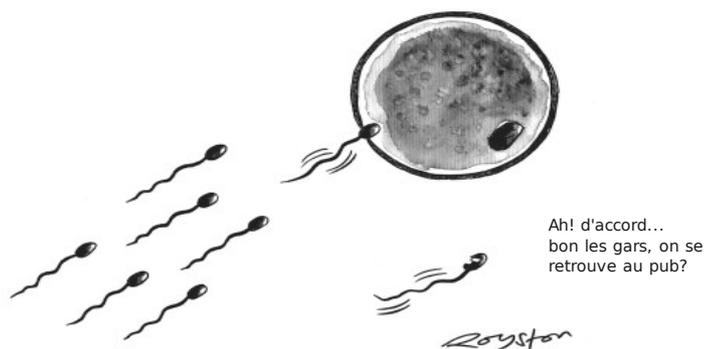


# Didactique de la Biologie versus didactique de la Chimie : similitudes et divergences avec l'exemple de la Reproduction Humaine en biologie



## Table des matières

I.Introduction.....	1
II.Démarche.....	2
III.Classification des sciences.....	3
IV.Description des exercices et discussion.....	4
Programme d'étude.....	5
Anatomie (exercices 1 à 7).....	5
Gamètes (exercice 8).....	5
Puberté et Cycle menstruel (exercice 9 à 13).....	6
Fécondation (exercices 14 à 17).....	6
Gestation (exercices 18 et 19).....	7
Contrôle de la reproduction (exercice 20).....	8
Synthèse (exercices 21 et 22).....	8
V.Conclusion.....	8
VI. Annexe .....	10
VII. Références .....	11
Textes.....	11
Images.....	11

## I. Introduction

Enseignantes en formation, désireuses d'enseigner les disciplines de la *chimie* et de la *biologie*, nous complétons notre certificat complémentaire didactique (CCDIDA) de chimie obtenu en 2010 par celui de biologie. Pour cela, il nous est demandé de faire un travail d'équivalence pour l'atelier de didactique de la biologie de première année, non suivi, seule différence curriculaire entre un certificat orienté biologie et un certificat orienté chimie. En effet, la formation des enseignants de science mise en place à Genève par l'Institut Universitaire de Formation des Enseignants (IUFE) comporte des cours généralistes (psychologie de l'éducation, histoire de l'éducation, profession enseignante, etc.); un cours de didactique des sciences de la Nature (commun aux disciplines Biologie, Chimie et Physique); et enfin un cours - atelier spécifique à chaque discipline.

La question de départ pour ce travail était « En quoi enseigne-t-on différemment la biologie ou la chimie? », que nous pouvons aussi formuler ainsi « En quoi un atelier de didactique de la biologie est-il différent d'un atelier de didactique de la chimie? », ou encore « Faut-il parler d'une didactique pour chaque science, ou d'une didactique de toutes les Sciences de la Nature? ». L'enjeu est élevé car dans le cas où nous ne pourrions démontrer la singularité des didactiques de ces disciplines, on pourrait se poser la question 1) de l'utilité de ce travail, 2) de la validité de l'existence d'ateliers spécifiques à chaque science: biologie, chimie, physique.

Mais nous n'allons y apporter qu'une réponse partielle puisque nous ne traiterons qu'un aspect de cette question, mis en évidence par une enseignante en formation dans la même situation que nous-même (Pierreclos, 2010): en cours de chimie, la plupart des notions sont exerçables à travers des exercices, déclinables à large échelle par la variation des données<sup>1</sup>, donnant à l'élève un rôle actif pour développer, exercer, puis tester sa compréhension des concepts étudiés, alors qu'en cours de biologie, il semble difficile de le faire: l'enseignement consiste d'abord principalement en la mémorisation de concepts et de processus, où l'élève est souvent mis face à un enseignement de type transmissif, malgré une part de démarches telles que: se poser des questions, observer, tester, classer, comparer, relier, décrire, expliquer, argumenter, modéliser et communiquer qui peuvent être acquises et approfondies par des exercices. Cette vision est-elle le propre d'un enseignant en formation plus habitué à l'enseignement de la chimie que de la biologie, ou est-elle générale? Vient-elle d'une habitude par rapport à l'enseignement classique de la biologie, ou cette façon de travailler découle-t-elle de la forme des objets de savoirs à enseigner?

## II. Démarche

Nous avons convenu avec nos chargés d'enseignement d'une démarche consistant pour partie en la production d'une batterie d'exercices applicatifs sur un thème particulier, pour partie en l'analyse des éléments et raisons permettant ou non de décliner ces exercices un grand nombre de fois; les exercices nous donnant une base concrète pour fonder et soutenir notre réflexion. Le thème choisi, la reproduction humaine, figure au programme de la 10e année de la scolarité obligatoire (selon le nouveau PER), ce qui nous permettra de tester en classe l'efficacité des exercices produits, l'une des auteurs de ce travail ayant effectivement cette thématique à son programme d'enseignement.

Notre commencerons notre analyse par une exploration au niveau des différences entre les sciences de la Nature et discutons ci-dessous de la classification des sciences.

---

<sup>1</sup> Par exemple: exercices d'application de règles ou de lois (cf nomenclature: nombreuses molécules différentes, équilibrage d'équations: réactions diverses, calculs de pH ou de solubilité: données variées, etc.)

### III. Classification des sciences

Le débat sur la classification des sciences est aussi vieux que les sciences elles-mêmes (Science et Vie sur le Net, Wikipedia). Il est ouvert aujourd'hui encore et génère une abondante littérature sur les définitions et contenus des sciences exactes, des sciences dures, des sciences molles, etc., preuve en est le nombre de résultats d'une recherche google [sciences dures molles exactes: 38700 hits]. Cependant, « *on reconnaît généralement qu'on peut classer [les sciences] selon leur objet (...), selon leur méthode (...), et selon leur but* » (Nadeau, 1999). Selon l'objectif poursuivi, un mode de classification ou un autre peut se révéler plus approprié, aucun ne permettant de classer les sciences de façon définitive.

Le premier type de classification, selon l'objet de savoir, génère trois catégories: mathématiques, traitant d'objets abstraits; sciences de la nature, traitant de la matière et du vivant; sciences humaines ou morales, traitant des comportements humains. Mais cette classification ne convient pas pour les développements des sciences des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles: physique et chimie théorique, où des objets du vivant sont traités comme des objets abstraits, ou encore neurobiologie, où des comportements humains sont reliés à des objets du vivant.

Le second type de classification, selon le but, sépare les sciences du raisonnement (mathématiques), au caractère intelligible et certain, mais ne donnant aucune explication sur le monde, des sciences de l'observation (sciences de la nature), intellectuellement insatisfaisantes, mais révélant la nature du monde. Ces deux pôles, écrit Edmond Globot (1898), “[semblent marcher] en un sens inverse et [aller] à la rencontre l'un de l'autre. L'un analyse et développe les lois de l'esprit pour les rendre applicables à la diversité et à la complexité des faits; l'autre rassemble les faits et les coordonne en des conceptions de plus en plus conformes aux lois de l'esprit” (concept du “dualisme logique”).

Mais où situer alors les sciences mathématisées telles que physique théorique (optique, mécanique, cinématique, etc.), chimie théorique (mécanique quantique, cinétique, thermodynamique, etc.) et biologie théorique (génétique des populations, biologie moléculaire, biologie du développement, etc.), qui font certainement partie des sciences de raisonnement, alors même qu'elles décrivent la Nature. Cette difficulté est-elle un indice de l'existence d'un glissement des objets de savoir des sciences de la nature vers les sciences du raisonnement, lorsque les méthodes de raisonnement parviennent à les décrire? Ce glissement sera-t-il opérant dans le futur pour tous les objets de savoir biologiques et le vivant finira-t-il par être totalement prédictible? Nous ne saurions l'affirmer.

Le troisième type de classification distingue les sciences par les méthodes employées et nous semble plus approprié pour discuter des rapports entre les sciences d'aujourd'hui, point de départ d'une discussion sur les différences dans leurs didactiques. Nous avons ainsi d'un côté les sciences formelles avec les mathématiques, basées sur axiomes et démonstrations, et de l'autre les sciences expérimentales, basées sur observations, hypothèses et expériences. Une partie du vivant peut être décrite par la démarche analytique qui suppose qu'un problème complexe peut être décomposé en autant de sous-problèmes simples (avec peu d'éléments, mesurables) que nécessaire (Descartes, 1637), permettant un excellent niveau de modélisation et une grande prédictibilité des systèmes étudiés. Si les grands progrès scientifiques des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles (chimie, biologie et physique théorique) ont été réalisés à l'aide de cette méthode, celle-ci se révéla peu adaptée à l'étude des systèmes vivants, instables, comportant un grand nombre d'éléments assemblés en sous-systèmes interdépendants. Ludwig von Bertalanffy et d'autres proposèrent alors, dans la deuxième partie du 20<sup>e</sup> siècle, la démarche systémique (von Bertalanffy, 1973), qui procède différemment: elle considère les problèmes posés par le vivant comme des boîtes noires dont l'observation permettrait d'en connaître le comportement, mais pas

d'en comprendre le fonctionnement. Le fonctionnement de la boîte noire est compris graduellement grâce à la répétition des observations, l'analyse des réponses, la modélisation et la mise à l'épreuve avec le réel par l'expérience. Cette dernière démarche a favorisé le développement de la biologie *moderne*: biologie cellulaire, biologie moléculaire, neurosciences, et de ses outils: biologie moléculaire et bioinformatique. Ces outils, et d'autres qui leur succéderont, nous permettront probablement d'aller encore plus loin dans la modélisation du vivant, et qui sait, peut-être un jour de traiter tout le vivant comme des objets mathématiques. Mais nous n'en sommes pas là.

Au jour d'aujourd'hui, une grande partie des sciences du vivant est décrite par des théories qui peinent à les modéliser de façon exacte, expliquant que nous ne puissions en traiter les objets de façon mathématique, c'est-à-dire en tant qu'objets abstraits. Cependant, la connaissance progressant et les outils se développant grâce aux chercheurs/trouveurs, nous observons le même processus de glissement que ci-dessus (Globot, 1898), et reformulons le même *credo*: l'enseignant de biologie se doit d'être au courant des développements de sa science et d'adapter son enseignement aux nouvelles découvertes et aux nouveaux modèles mis en place.

C'est dans cette optique, avec l'hypothèse qu'il est possible de produire des exercices déclinés en plusieurs variantes en biologie, que nous nous sommes attelées à créer des exercices (cf. Annexe) que nous décrivons ci-après.

## IV. Description des exercices et discussion

Les exercices proposés (cf. Annexe) sont présentés dans l'ordre dans lequel les notions seront abordées en cours selon le programme d'étude ci-dessous. La plupart des exercices permettent d'exercer les niveaux inférieurs de Bloom (Crowe, 2008): savoir ou compréhension, mais certains travaillent un niveau intermédiaire: application ou analyse. Le programme d'étude a influencé les niveaux travaillés, inférieurs et intermédiaires, puisque ce sont les bases qui sont abordées à ce stade de la scolarité. Listons ici brièvement les compétences mises en jeu dans les différents niveaux de Bloom ainsi que définis par Crowe: niveau 1 (savoir), niveau 2 (compréhension), niveau 3 (application), niveau 4 (analyse), niveau 5 (synthèse), niveau 6 (évaluation).

### Programme d'étude

- Anatomie des systèmes reproducteurs masculin et féminin;
- Gamètes mâles et femelles, lieu de production et rôles respectifs y compris information génétique (nombre de chromosomes);
- Puberté (changements morphologiques, physiologiques et psychologiques), rôle des hormones et cycle menstruel ;
- Fécondation, définition, étapes (de l'ovulation à la nidation);
- Gestation, définition, rôle du placenta;
- Contrôle de la reproduction, méthodes, modes d'actions et efficacités respectives.

Nous avons cherché à décliner ces exercices de base en jouant sur des variables identifiées, parfois sans succès. Nous discutons ci-dessous des succès et difficultés rencontrés dans ce travail, thème après thème.

### Anatomie (exercices 1 à 7)

*Les élèves doivent être capables 1) d'identifier sur un schéma les organes de l'appareil reproducteur de l'Homme, et 2) d'en décrire le rôle dans le processus de la reproduction.*

Nous avons rapidement réalisé qu'en ce qui concerne le premier objectif, il était facile de multiplier les exercices en changeant d'angle de vue (face ou profil; ex. 1 et 3), de type d'image (schéma, dessin, image médicale - microscope, radiographie, échographie, IRM, tomographie, etc.; ex. 5), la coupe (organe en coupe (2D) ou en 3D; ex. 1 et 2); ce qui est rarement déployé en classe, peut-

être faite de temps. Ce sont les niveaux de Bloom inférieurs (1-2: connaître les organes et comprendre leur fonction) qui sont travaillés dans les exercices 1 à 4. La lecture d'images ou de photos étant plus difficile que celle de schémas, car les structures inutiles y sont aussi représentées, nous avons jugé intéressant de donner des images à schématiser (exercice 5), en ajoutant une donnée médicale: la sténose des trompes, ce qui permet aussi de travailler une compétence de niveau intermédiaire (3-4: appliquer les connaissances et analyser les conséquences de données différentes).

Pour le second objectif, relatif au rôle des organes, nous avons trouvé pertinent de varier à travers les exercices les définitions des fonctions relatives aux structures des systèmes reproducteurs masculin et féminin, de sorte à permettre à l'élève une meilleure mémorisation par le fait, qu'étant confronté à différentes définitions, il lui serait ainsi plus aisé de construire sa propre représentation mentale des structures et fonctions des différents organes. A travers la pluralité des exercices, nous espérons lever d'éventuelles ambiguïtés et approfondir la compréhension du rôle des organes pour permettre à une compréhension globale d'émerger. Nous proposons quelques exercices de type classique (appariement de noms et de définitions (ex. 2, 4 et 7); mot-croisé (ex.6). Ici encore sur un niveau de Bloom inférieur (1: connaître).

### **Gamètes (exercice 8)**

*Les élèves doivent être capables de citer les caractéristiques morphologiques des gamètes masculine et féminine ainsi que leur lieu de production, et l'apport génétique pour le futur embryon.*

Cet objectif peut être travaillé à travers des exercices classiques tels que ceux décrits ci-dessus (appariement de noms et de définitions, mot-croisé, etc.), et nous proposons cette fois un exercice sous forme de tableau à compléter (ex. 8). Contrairement à des exercices où la mémorisation est entraînée par différentes formulations des définitions, dans le cas d'exercices sur les gamètes, les informations que les élèves ont à retenir (niveau 1 de Bloom: connaître) sont succinctes et la répétition d'exercices de forme variée ne nous semble pas pouvoir amener un meilleur niveau de connaissance.

Une alternative pour exercer la compréhension des élèves à l'apport génétique égal de chacune des gamètes aurait été d'ajouter un exercice leur demandant de décrire le rôle de celles-ci avec leurs propres mots (niveau 2 de Bloom: comprendre).

### **Puberté et Cycle menstruel (exercice 9 à 13)**

*Les élèves doivent être capables 1) de nommer les caractères sexuels primaires et secondaires des deux sexes et 2) de décrire le cycle menstruel.*

La connaissance des modifications intervenant au cours des processus de puberté et du cycle menstruel est basée sur des données empiriques (observables). Nous voyons peu de possibilités de déclinaison d'exercices, à part pour le calcul de la période de fécondité qui est un problème mathématisé.

Pour le premier objectif, l'exercice proposé permet aux élèves de travailler leur compétence de lecture de schéma avec un axe de coordonnées, l'âge (ex. 9). Une étape suivante pourrait être de leur demander de reprendre les données de ce schéma, i.e. apparition des caractères sexuels communs à l'homme et à la femme en fonction de l'âge, dans un autre type de représentation (e.g. graphique à barres horizontales); exercice que nous n'avons pas réalisé pour ce travail. Cet exercice leur permettrait d'entraîner leur compétence à produire et à lire un graphique dans une branche autre que les mathématiques, avec pour effet de voir l'utilité de la représentation graphique. L'interprétation d'un graphique et la représentation des données sous une autre forme implique une bonne compréhension et éventuellement aussi de pouvoir interpréter les données en se posant des questions (pourquoi des traits communs aux garçons et aux filles n'apparaissent-ils pas au même âge?), nous rapprochant ainsi du 4e niveau de Bloom (analyse).

Concernant le deuxième objectif, relatif à la description du cycle menstruel, nous avons décidé de le décliner sous l'angle des différents aspects modifiés au cours du cycle menstruel: paroi de l'utérus, maturation de l'ovule, consistance de la glaire cervicale, évolution de la température corporelle. Un obstacle épistémologique identifié ici est que le premier jour du cycle est fixé au premier jour des règles, seul événement visible de l'extérieur, mais qui correspond en fait à la fin « logique » d'un processus physiologique cyclique. Pour aider les élèves dans ce franchissement d'obstacle, nous avons donc élaboré deux exercices qui permettent d'exercer cette notion de début de cycle (ex. 10 et 11). L'exercice 11 a la particularité de fournir une vue d'ensemble des divers processus en jeu au cours du cycle, atteignant le 4e niveau de Bloom: analyser et interpréter par la mise en relation des processus impliqués). L'exercice 12 reprend plus en détail l'évolution de la température au cours du cycle (3e niveau de Bloom: appliquer). L'exercice 13 présente la période de fécondité d'une femme de manière totalement modélisée, basée sur un modèle mathématique et permet de travailler sur le troisième niveau de Bloom (appliquer, ici un modèle).

### **Fécondation (exercices 14 à 17)**

*Les élèves doivent être capables de décrire les étapes de la fécondation: de l'ovulation à la nidation de l'œuf dans la paroi utérine.*

La connaissance des étapes de la fécondation est, comme pour la puberté et le cycle menstruel, basée sur des données empiriques (observables) avec un faible niveau d'abstraction, empêchant un travail mathématique de la notion. Les exercices travaillent des compétences de bas niveau (1er niveau: connaître). Nous pouvons, comme pour le cycle menstruel, aborder le problème sous différents angles tels le lieu (pour l'ovulation, la migration, la fécondation, la division cellulaire et la nidation), le trajet (de l'ovule, des spermatozoïdes, de l'embryon) et la durée de ce trajet. Une autre alternative qui pourrait encore être exploitée est celle d'utiliser des photos plutôt que des schémas, de montrer des organes en coupe (2D) ou en 3D, comme mentionné plus haut pour l'anatomie, mais avec moins de possibilités au niveau du type d'image.

Les deux premiers exercices (ex. 14 et 15) abordent le processus de la fécondation sous les différents angles mentionnés ci-dessus, sous deux formes différentes : pour l'exercice 14, il s'agit d'un schéma, pour l'exercice 15, d'un dessin réaliste.

Ces deux exercices sont aussi intéressants d'un point de vue représentatif. En effet, tous deux montrent un pavillon de trompe ne recouvrant que partiellement l'ovaire, ce qui est effectivement le cas, alors que dans la conception des élèves, la trompe et l'ovaire sont perçues comme reliées de façon étanche l'une à l'autre (comme un grain de raisin à son pétiole). La présence du ligament utéro-ovarien sur une seule des images pourrait être le point de départ d'une discussion sur les points d'attaches des ovaires et des trompes donc en lien avec cet obstacle. Les images de l'exercice 5 montrant l'échappement du liquide de contraste par le pavillon de la trompe, comme des volutes de fumée, pourraient d'ailleurs être également utilisées dans ce but. Cette approche permet de travailler un niveau de Bloom supérieur (4e niveau: analyser et interpréter).

Les exercices 16 et 17 permettent d'exercer la chronologie des étapes de la fécondation, la lecture d'images provenant d'un microscope et le lien entre images réelles et schémas (niveau 1-2 de Bloom: connaître, comprendre).

### **Gestation (exercices 18 et 19)**

*Les élèves doivent être capables 1) de reconnaître quelques étapes de la gestation à la naissance (embryon, fœtus), ainsi que 2) le rôle du placenta.*

Étant donné le peu de notions par rapport à la gestation figurant dans le plan d'études, les possibilités de déclinaisons d'exercices sont également limitées en ce qui concerne la gestation.

Le premier exercice (ex. 18) met en évidence les échanges placentaires (échanges gazeux, nutriments, déchets et toxines). Il est intéressant car il reprend le thème de la respiration abordé précédemment dans l'année: soit lors de la partie sur la cellule, soit lors de la partie sur le système respiratoire.

Il est souvent difficile de faire comprendre aux élèves que respiration pulmonaire et respiration cellulaire sont deux processus liés. Cet exercice permet de mettre en évidence la respiration cellulaire comme un processus essentiel à la vie intra- et extra-utérine, en faisant réfléchir les élèves sur l'origine de l'oxygène: air ambiant pour le nouveau-né après sa naissance, sang oxygéné pour le fœtus avant sa naissance. Un des buts de cet exercice est aussi de permettre la compréhension du fait que la respiration pulmonaire n'est importante que dans le sens où elle permet la captation d'oxygène. Un tel traitement de cet exercice permet de passer à un niveau 4 de Bloom.

Le second exercice (ex. 19) permet d'exercer une démarche essentielle du plan d'étude, à savoir, expliquer un phénomène biologique. Il reprend la notion d'hormones vue précédemment dans la partie *puberté et cycle menstruel* en mettant l'accent sur les causes hormonales du déclenchement de la grossesse. L'élève est placé dans une activité lui demandant des compétences non exercées dans les exercices précédents: sélection d'informations utiles dans un texte scientifique et compréhension de celles-ci pour répondre à des questions précises, pour atteindre un niveau 4 de Bloom. De plus, cette forme d'exercice constitue également une compétence transversale. Pour cet exercice, nous avons choisi le déclenchement de l'accouchement, nous aurions pu le faire pour n'importe quel autre thème traitant d'un processus à comprendre (puberté, fécondation, etc.).

## Contrôle de la reproduction (exercice 20)

*Les élèves doivent être capables d'identifier les modes d'action des principales méthodes contraceptives.*

Comme précédemment pour la gestation, étant donné le peu de notions figurant dans le plan d'études, il nous a été difficile d'imaginer un exercice d'un autre type que celui-ci (exercice 20) où nous demandons aux élèves d'identifier à quel niveau du processus de fécondation les différentes méthodes contraceptives agissent, d'en donner les avantages et inconvénients et leur efficacité respective. Une alternative aurait pu être de leur demander d'expliquer avec leurs propres mots la façon dont elles agissent, avec pour effet une meilleure compréhension du processus de fécondation. Les méthodes très peu fiables de la température ou du calcul de la période de fécondité abordées dans le thème de la fécondation (ex. 12 et 13) auraient également pu être incluses dans cet exercice. Le niveau de Bloom identifié est le niveau 1, mais avec une possibilité de monter vers un niveau supérieur (2-4) par discussion en classe.

## Synthèse (exercices 21 et 22)

Les deux derniers exercices proposés (ex. 21 et 22), un vrai/faux et un QCM, permettent de faire une synthèse et une révision des différents thèmes abordés sur la reproduction humaine et de combler des lacunes encore existantes à ce stade. Ces exercices sont très complets en ce qui concerne les notions et notre intention n'est pas de les proposer dans leur intégralité, mais plutôt d'en prendre un échantillon selon les thèmes qui auront posé le plus de difficultés aux élèves.

La forme choisie pour le QCM, où les élèves ne savent pas quel est le nombre de bonnes réponses pour chaque question, nous a paru intéressante pour éviter un choix rapide et peu réfléchi des élèves et pour favoriser un investissement cognitif plus approfondi. Le type de questions et de réponses proposées fait exercer des compétences de niveau inférieur selon Bloom.

## V. Conclusion

Nous avons pu prendre, au cours de ce travail, la mesure de la difficulté de créer des exercices de type mathématique en biologie, spécialement pour des notions dérivées d'observations telles que la fécondation ou la puberté, car le degré d'abstraction du modèle ne le permet pas. Par contre, nous avons constaté la possibilité de décliner des exercices sous diverses formes par rapport au thème de l'anatomie des systèmes reproducteurs masculins et féminins, en variant le type d'image ou de texte, ce qui répond aussi à l'objectif de ce travail.

La biologie, une science mathématisée à terme? Globot a-t-il vu juste lorsqu'il disait à la fin du 19e siècle: "Au terme de leur développement, devenues déductives et abstraites, les sciences de la nature seront, comme les mathématiques, idéales et indépendantes de la réalité de leurs objets" (Globot, 1893)? La modélisation mathématique de la percolation du café par Stanislav Smirnov, lauréat de la médaille Fields, est un argument dans ce sens: ce problème physique est dorénavant décrit mathématiquement, et prédictible. Mais qu'en est-il de la boîte noire du vivant, arriverons-nous un jour à un tel degré d'abstraction dans la modélisation de ses phénomènes? Nous sommes bien incapables d'y apporter une réponse.

La pensée de Morange nous paraît plus réaliste, lorsqu'il dit « Nous ne pensons pas, comme beaucoup de darwiniens le font, que la biologie soit définitivement condamnée à crouler sous la diversité et la complexité, qu'il faille renoncer pour toujours à trouver quelques principes d'ordre et d'organisation au sein du monde vivant. Mais ces principes seront de nature très différente de ceux mis en évidence dans les autres sciences. Il ne sera pas possible de réduire totalement la diversité et la complexité du monde vivant, mais simplement de définir quelques règles qui limiteront et contraindront le *bricolage* de l'évolution » (Morange, 2003).

Pouvons-nous trouver une relation entre les niveaux de Bloom et la multiplication des exercices? Focalisées sur le programme de la 10e année de scolarité obligatoire, nous avons d'abord exercé des notions et des démarches de niveau inférieur, point de départ pour un début d'apprentissage, pour ensuite passer aux niveaux intermédiaires. Cependant, des exercices de niveau supérieur devraient également être réalisables par ces élèves, par exemple de niveau 5 (exercices de la démarche expérimentale) où nous pourrions demander aux élèves de créer un modèle à partir de données ou d'observations sur la fécondation (cf modèle basé sur les expériences de Spallanzani démontrant la nécessité d'un contact matériel entre l'ovule et le spermatozoïde), ou de concevoir une expérience pour démontrer la robustesse d'un modèle. Le sixième niveau nous semble hors de portée pour ces élèves dont les compétences cognitives en sont aux prémices de l'argumentaire.

Nous pourrions faire une analogie entre la progression dans les niveaux de Bloom et l'apprentissage d'une langue où les niveaux inférieurs correspondraient à la maîtrise de l'alphabet et de la grammaire, les niveaux intermédiaires à la maîtrise de la lecture et de l'écriture, et les niveaux supérieurs à la maîtrise de l'argumentation et de la dissertation. Nous le voyons, les niveaux supérieurs permettent une grande latitude dans les exercices proposés, par la variation des situations et expériences pouvant être mises en place (prédire les effets de l'ablation d'un organe, d'un déficit hormonal, comprendre les relations entre des éléments à partir de plusieurs sources d'informations, critiquer et expliquer l'efficacité respective des différentes méthodes contraceptives, développer une hypothèse concernant l'impact sur les êtres vivants de la présence d'hormones dans le milieu naturel, créer un modèle expliquant la diminution de la fertilité masculine due à des facteurs environnementaux, etc.). Nous n'avons pas profité de ces possibilités car nous étions dans l'obligation d'asseoir les bases pour les élèves ciblés, naturellement guidés vers des niveaux de Bloom inférieurs, avec une progression vers les niveaux intermédiaires au fur à mesure des apprentissages, limitant par là même le nombre d'exercices de niveau supérieur que nous pouvions proposer. L'ampleur du travail demandé, ainsi que le temps pouvant être consacré au thème de la reproduction sexuée humaine en classe ont par eux-mêmes limité le champ des possibles.

Enfin, en réponse à la question de savoir si la didactique de la chimie est transposable à la biologie, nous répondrons que si en chimie, nous pouvons utiliser une méthode de *drill and practice* dès les niveaux inférieurs<sup>2</sup> (Bloom), nous avons pu observer que cela est difficile en biologie, sauf en usant de *stratagèmes* tels que ceux que nous avons décrits et utilisés (variation des angles de vue, du type d'image, etc.). Notre analyse a pourtant montré qu'en biologie, il devenait aisé de démultiplier les exercices dès lors que l'on montait dans les niveaux de Bloom.

Et en conclusion, oui la didactique de la biologie est différente de celle de la chimie!

---

<sup>2</sup> Nous expliquons cette différence au niveau des connaissances de base ainsi: la compréhension des processus chimiques au niveau microscopique a permis l'établissement de modèles mathématiques, modèles qui sont présentés aux élèves dès leur première approche de cette science et qui autorisent un apprentissage à travers des exercices dans lesquels il suffit de faire varier des données. La compréhension des processus biologiques se situe plus largement au niveau macroscopique (sauf pour la génétique avec traitement bioinformatique) et explique cette difficulté à procéder de manière analogue. Mais aussi, la variation d'exercices en biologie est plus facilement réalisable par l'inter-relation des systèmes entre-eux et par la globalité des phénomènes étudiés.

## VI. Annexes

- Exercice 1: Les organes génitaux de l'homme
- Exercice 2: Les organes génitaux de l'homme
- Exercice 3: Les organes génitaux de la femme
- Exercice 4: Les organes génitaux de la femme
- Exercice 5: Anatomie féminine
- Exercice 6: Mot-croisé anatomie
- Exercice 7: Appareils reproducteurs masculin et féminin
- Exercice 8: Comparaison entre ovule et spermatozoïdes
- Exercice 9: La puberté
- Exercice 10: Risque de grossesse
- Exercice 11: Cycle menstruel
- Exercice 12: Modification de la paroi de l'utérus
- Exercice 13: Evolution de la température au cours du cycle
- Exercice 14: La fécondation
- Exercice 15: Les étapes de la fécondation à la nidation
- Exercice 16: Les différentes étapes menant à la fécondation
- Exercice 17: Les étapes de la reproduction
- Exercice 18: Le placenta
- Exercice 19: Rédiger une explication scientifique : La grossesse
- Exercice 20: Les méthodes contraceptives
- Exercice 21 : Vrai/faux : La reproduction
- Exercice 22 : QCM : La reproduction

## VII. Références

### Texte

- Crowe, A., Dirks, C., & Wenderoth, M. (2008). *Biology in bloom: implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology*. *Life Sciences Education*, 7, 368, traduction par Lombard, F. à [http://edutechwiki.unige.ch/fr/Taxonomie de Bloom adapt%C3%A9e %C3%A0 la Biologie](http://edutechwiki.unige.ch/fr/Taxonomie_de_Bloom_adapt%C3%A9e_%C3%A0_la_Biologie), 29.12.2010.
- Descartes, R. (1637). *Discours de la méthode*.
- Globot, E. (1898). *Essai sur la classification des sciences*, <http://www.philagora.net/capes-agreg/goblot-classific1.php>, 10.11.2010.
- Morange, M. (2003). *Histoire de la biologie moléculaire*. Ed. Paris: La Découverte.
- Nadeau, R. (1999). *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*. PUF.
- Pierreclos, M. (2010). Communication personnelle.
- von Bertalanffy, L. (1973). *Théorie générale des systèmes*. Ed. Paris: Dunod.
- Science et Vie sur le Net, <http://www.science-et-vie.net/definition-science-1-pg18.html>
- Wikipedia. *Classification des sciences*, [http://fr.wikipedia.org/wiki/Science#Classification\\_des\\_sciences](http://fr.wikipedia.org/wiki/Science#Classification_des_sciences), 27.12.2010.

### Exercices

- Sciences de la vie et de la Terre (2001), 5e, Ed. Paris: Bordas.
- Sciences de la Vie et de la Terre (2007), 4e, Ed. Paris: Delagrave.
- Sciences de la vie et de la Terre(2007), 4e, Ed. Paris: Hachette.
- Rôle de l'ocytocine dans l'accouchement*: <http://www.science.gouv.fr/fr/dossiers/bdd/res/2481/comment-le-foetus-se-prepare-t-il-a-l-accouchement/>

#### Vulve

<http://bv.cdeacf.ca/bvdoc.php?no=22892&col=RA&format=htm&ver=old>

#### Appareil génital masculin de face

<http://www.intellego.fr/soutien-scolaire--/aide-scolaire-svt/l-appareil-genital-masculin-schematises-de-face-et-de-profil/38422>

<http://www.ac-creteil.fr/lycees/77/uruguay-france/svt/contraception2.html>

<http://www.sexualityandu.ca/parents/puberte-6-2.aspx>

#### Appareil génital féminin

[http://www.alyon.asso.fr/InfosTechniques/biomedical/medical/le\\_corps\\_humain/organes\\_genitiaux\\_femins.html](http://www.alyon.asso.fr/InfosTechniques/biomedical/medical/le_corps_humain/organes_genitiaux_femins.html)

[http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id\\_article=552](http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=552)

[http://martinwinckler.com/article.php3?id\\_article=731](http://martinwinckler.com/article.php3?id_article=731)

<http://www.ta-sexualite.com/PBCPPlayer.asp?ID=144987>

<http://app-asap.over-blog.com/10-categorie-11150233.html>

#### Organes génitaux masculins et féminins

<http://www.vivelessvt.com/college/devenir-une-femme-devenir-un-homme/>

#### Fécondation

<http://www.cpma-ulg.be/physiologie.htm>

[http://www.ac-grenoble.fr/svt/log/1\\_es/procreation/revisions/ch2.htm](http://www.ac-grenoble.fr/svt/log/1_es/procreation/revisions/ch2.htm)