



HAL
open science

Les modèles au service des savoirs scientifiques en classe de seconde

Delphine Vieillard, Mélanie Véret

► **To cite this version:**

Delphine Vieillard, Mélanie Véret. Les modèles au service des savoirs scientifiques en classe de seconde. Education. 2017. dumas-01681187

HAL Id: dumas-01681187

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01681187>

Submitted on 11 Jan 2018

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.

Master 2 MEEF : Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation
et de la Formation (Second degré)

Sciences de la Vie et de la Terre

**Les modèles au service des savoirs
scientifiques
en classe de seconde**

VIEILLARD Delphine et VERET Mélanie
Référent de mémoire : Mme PABA-ROLLAND

Année 2016 – 2017

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le lycée Saint Charles de nous avoir reçu et permis de réaliser notre stage d'enseignant de Sciences de la Vie de la Terre sans lequel nous n'aurions pu faire ce mémoire. Nous remercions également le professeur Mounier qui a été notre tutrice sur la durée du stage. Elle nous a permis d'organiser les séances de relevées de données comme nous l'entendions. Nous remercions nos élèves de seconde, pour leur sérieux et leur engagement. C'était une bonne expérience.

Nous remercions, également, l'équipe de formateurs de l'ESPE (École Supérieure du Professorat et de l'Enseignement) d'Aix-Marseille pour son implication et son aide notamment dans la recherche de sources.

Nous tenions à remercier M. Castera pour les précieuses explications concernant le travail du mémoire ainsi que le codage des résultats qui fut fastidieux.

Finalement nous tenons à remercier notre responsable de mémoire Mme Paba Rolland, pour sa bonne humeur, sa motivation et pour nous avoir suivi et aiguillé tout au long de ce mémoire.

Table des matières

Remerciements.....	2
Introduction :.....	5
I- Présentation du modèle et de la modélisation.....	7
I- 1) Historique.....	7
I- 2) La place des modèles dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre.....	16
I-2) a/ Mise en place des modèles et de la modélisation dans l'enseignement.....	16
I-2) b/ L'apport des modèles dans l'enseignement des sciences.....	19
I-2) c/ Relations entre modèle et réel.....	21
II- Partie pratique.....	23
II-1) Cas d'étude et descriptif.....	23
II-1) a/ Le cadre établissement/classe.....	23
II-1) b/ Dispositif pédagogique.....	24
II-1) c/ Indicateurs utilisés permettant de voir l'influence du dispositif.....	24
II-2) La place des modèles en classe de seconde.....	24
II-2) a/ La place dans le programme officiel.....	24
II-2) b/ la Biodiversité en classe de seconde.....	25
II-2) c/ Déroulé des séances de relevés de données.....	26
III- Traitement et analyse critique des résultats.....	27
III-1) Les résultats.....	27
III-1) a/ Rappel de la contextualisation.....	27
III-1) b/ traitement des données.....	27
III- 2) Analyse des résultats :.....	29
III-2) a/ Les interactions.....	29
III-2) b/ Les perceptions.....	30
III-2) c/ La construction des notions.....	33
III-3) Discussion et limites.....	34
III-3) a/ Le faible effectif.....	34
III-3) b/ Le choix du dispositif.....	35
III-3) c/ Au vu du programme.....	35
III-3) d/ Retour sur l'hypothèse.....	36
III-4) Perspectives.....	36
III-4) b/ Remédiations possibles.....	36

III-4) c/ Enrichissement sur notre pratique enseignante.....	37
III-4) d/ Enrichissement personnel et professionnel de l'élève.....	37

<u>Conclusion.....</u>	38
-------------------------------	-----------

<u>Références bibliographiques.....</u>	39
--	-----------

<u>Annexes.....</u>	41
----------------------------	-----------

<u>Résumé.....</u>	61
---------------------------	-----------

<u>Abstract.....</u>	61
-----------------------------	-----------

Introduction :

Nous enseignons les Sciences de la Vie et de la Terre, qui sont des sciences expérimentales et dont les objets d'étude sont la compréhension des processus biologiques et géologiques : ceux-ci sont la résultante de nombreux paramètres réunis dans les conditions naturelles de leur environnement. Les appréhender dans le cadre scolaire nécessite donc de confronter les élèves au réel, donc de l'introduire en classe , qu'il soit animal, végétal ou minéral. Cependant cet objet n'est alors qu'un élément extrait du contexte et ne suffit pas à la compréhension globale du phénomène.

Lors de nos différents stages en Sciences de La vie et de la Terre, nous avons alors constaté que l'utilisation de modèles était souvent nécessaire.

Un modèle est une construction matérielle ou abstraite représentant de manière simplifiée un processus, un phénomène ou autre objet réel, en considérant un certain nombre de concepts, dans l'optique de comprendre et de prédire son comportement.

Les processus et événements biologiques ou géologiques n'étant pas des objets d'étude toujours atteignables, il est impossible, parfois, de les amener en classe, le modèle devient un recours incontournable à condition de toujours le mettre en parallèle avec la réalité, naturellement.

D'autre part, pour comprendre un phénomène précis, il faut s'interroger sur les paramètres susceptibles d'intervenir , et envisager le moyen de les mettre à l'épreuve. Les observations permettent de formuler des hypothèses, leurs conséquences vérifiables qui seront alors sujet d'expérimentations et de manipulations.

Ainsi, beaucoup de séances comportent au moins l'utilisation d'une maquette, un logiciel de travail, une structure analogique ou bien un schéma...

Un modèle est une représentation qui permet de réduire la complexité du réel pour le comprendre, le paradoxe se fait car un modèle est construit par des hypothèses qui seront confrontées au réel et ainsi validées ou non.

Il est possible de distinguer deux grandes catégories de modèles. D'une part le modèle explicatif analogique, qui est sous forme d'une maquette, d'une dissection, d'un matériel à palper... Il est également appelé modèle physique et sa mise en œuvre sera dite « manipulatoire ».

D'autre part le modèle explicatif numérique, sous forme de logiciel ; il est appelé modèle mathématique et sa mise en œuvre sera dite « informatique ».

D'autre part, il existe aussi le modèle représentatif qui se présente sous la forme d'un schéma résumant l'ensemble des découvertes scientifiques faites sur un sujet à un moment donné.

Nous avons également pu constater que les élèves ne se comportaient pas d'une manière identique selon la nature du modèle. Nous avons noté un groupe classe plus dispersé lorsque les élèves étaient confrontés à un modèle analogique, où l'envie de manipuler le matériel se fait fortement ressentir. Les élèves semblaient plus scolaires lorsqu'ils étaient face à un modèle numérique. Nous nous sommes donc demandées l'impact de la nature des modèles sur la construction des notions scientifiques corrélatives par les élèves en envisageant la mobilisation de compétences adéquates. Par compétence nous entendons l'ensemble des connaissances, capacités et attitudes mobilisées pour permettre de faire face à une situation donnée.

Dans le programme du secondaire, le terme « modéliser » est présent un bon nombre de fois dans la colonne des capacités/attitudes. C'est une capacité que l'élève doit développer au cours de sa scolarité. Toutefois modéliser rassemble plusieurs actions ; à savoir la conception du modèle, sa mise en œuvre et l'exploitation de ce modèle, ainsi « modéliser » rassemblant plusieurs capacités pourrait à lui seul être une compétence.

Étant toutes deux stagiaires non lauréates, lors de notre stage nous suivons la progression de notre tutrice. Nous avons principalement travaillé, avec les élèves, sur le thème 1 du programme officiel : « *La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée* » (B.O., 2010) et lors de nos relèves de données nous avons abordé la partie : « *La biodiversité, résultat et étape de l'évolution* » (B.O., 2010). Durant nos deux séances de relèves de données nous avons abordé les deux forces évolutives qui sont la dérive génétique et la sélection naturelle.

Comment l'exploitation de modèles, en classe de seconde, participe-t-elle à la construction de savoirs scientifiques ?

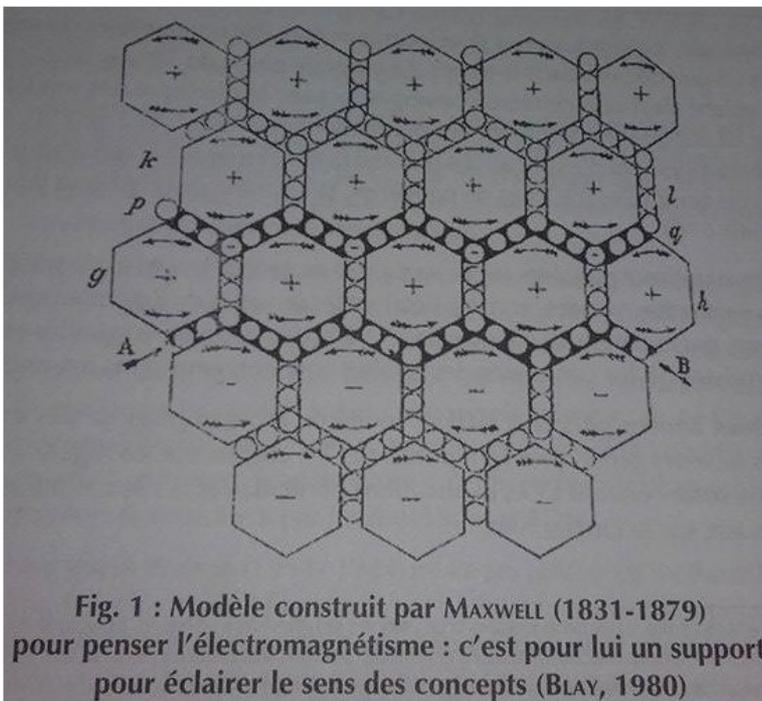
On entend par exploitation de modèles l'utilisation de modèles explicatifs en classe, au cours d'une activité réalisée par les élèves, dans le but de comprendre les principales forces évolutives exigées par le programme officiel à savoir la dérive génétique et la sélection naturelle.

Répondre à cette question nécessite dans un premier temps d'en appréhender l'origine, la diversité, puis dans un second temps d'étudier l'impact de la mise en œuvre de modèles sur la construction des connaissances par les élèves, en fonction du type de modèle exploité. Leurs intérêts et leurs limites doivent être pris en compte.

I- Présentation du modèle et de la modélisation

I- 1) Historique

En se basant sur Evrard, T. et Amory, B, les auteurs de Les modèles des incontournables pour enseigner les sciences, on apprend que la thématisation du concept de modèle nous vient de la physique au cours du XIXe siècle et que, l'un des premiers à en proposer un est Maxwell, physicien et mathématicien, (1831-1879) sur l'électromagnétisme et le développement d'équations différentielles. Les premiers modèles correspondent à une modélisation représentative, c'est à dire qu'ils présentent les connaissances scientifiques établies à un moment donné.



A partir de là, le concept « modélisation » devient explicite et est un choix de méthode, car en réalité, les modèles furent toujours utilisés mais dans un sens implicite. Sur ce, des controverses naissent entre les scientifiques « *contraints de justifier l'utilisation d'hypothèses mécanistes face à une opposition positiviste et phénoménologie* » (Evrard, T. et Amory, B.,2015).

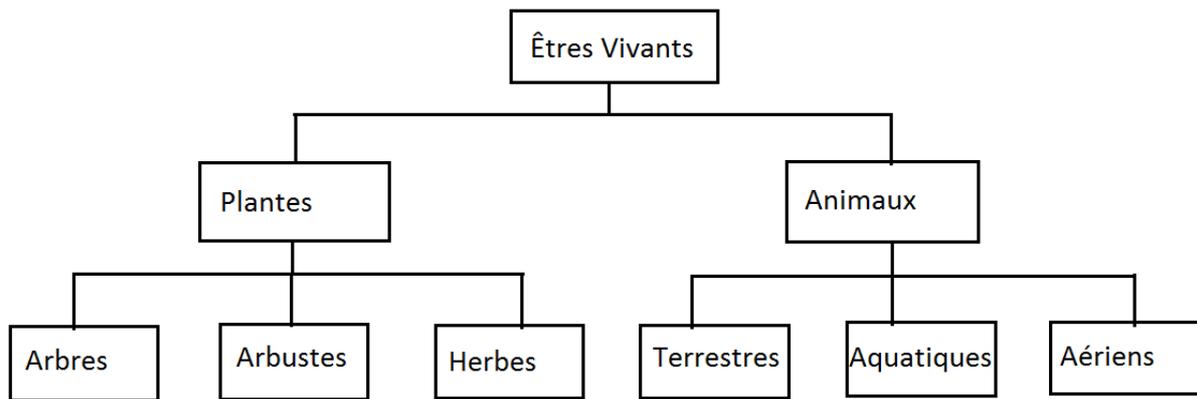
Le livre explique, de plus que « *La mise en avant des modèles et de la modélisation en physique est donc liée à un conflit épistémologique* » (Evrard, T. et Amory, B.,2015). Et Suzanne Bachelard (1979), philosophe et universitaire française ajoute que « *Les problèmes posés par l'utilisation des modèles renvoient toujours finalement à des questions fondamentales telles que : " Qu'est-ce qu'expliquer pour la science de telle époque ? "* ». L'auteur du livre ajoute que « *La prise en compte ou non de la modélisation dans l'enseignement n'est donc pas neutre quant à l'idée de la science que l'on souhaite promouvoir* » (Evrard, T. et Amory, B (2015) .p14)

En ce qui concerne la Biologie, cette controverse existe aussi, un peu plus tard, dans le thème de la génétique à l'aide d'explications particulières du modèle de Boltzmann et Thomson ; l'un physicien et philosophe et l'autre physicien, face à Morgan, embryologiste et généticien qui, en 1909 leur reproche « *de reprendre les vieilles explications préformistes où les caractères des adultes sont contenus dans les œufs* ». Puis en 1913 Morgan propose des explications particulières, des modèles, pour les facteurs génétiques portés par les chromosomes (drosophile).

Un modèle va, au cours du temps, se perfectionner et évoluer. Les scientifiques cherchent à établir un modèle parfait prenant en compte toutes les découvertes scientifiques afin de proposer un modèle universel et fonctionnel.

Si on prend l'exemple de la classification des êtres vivants. On remarque que le modèle de classification n'a cessé d'évoluer depuis sa première apparition à l'Antiquité proposé par Aristote(-350 avant JC). Ce modèle antique proposant les bases de la classification, mettait l'Homme à part et proposait des entités avec des parties similaires et non similaires tout en conservant les caractères fonctionnels.

À la même époque, se faisait la distinction entre deux règnes; animal et végétal, par Théophraste qui proposait une classification des plantes (selon leur forme et leur utilité).



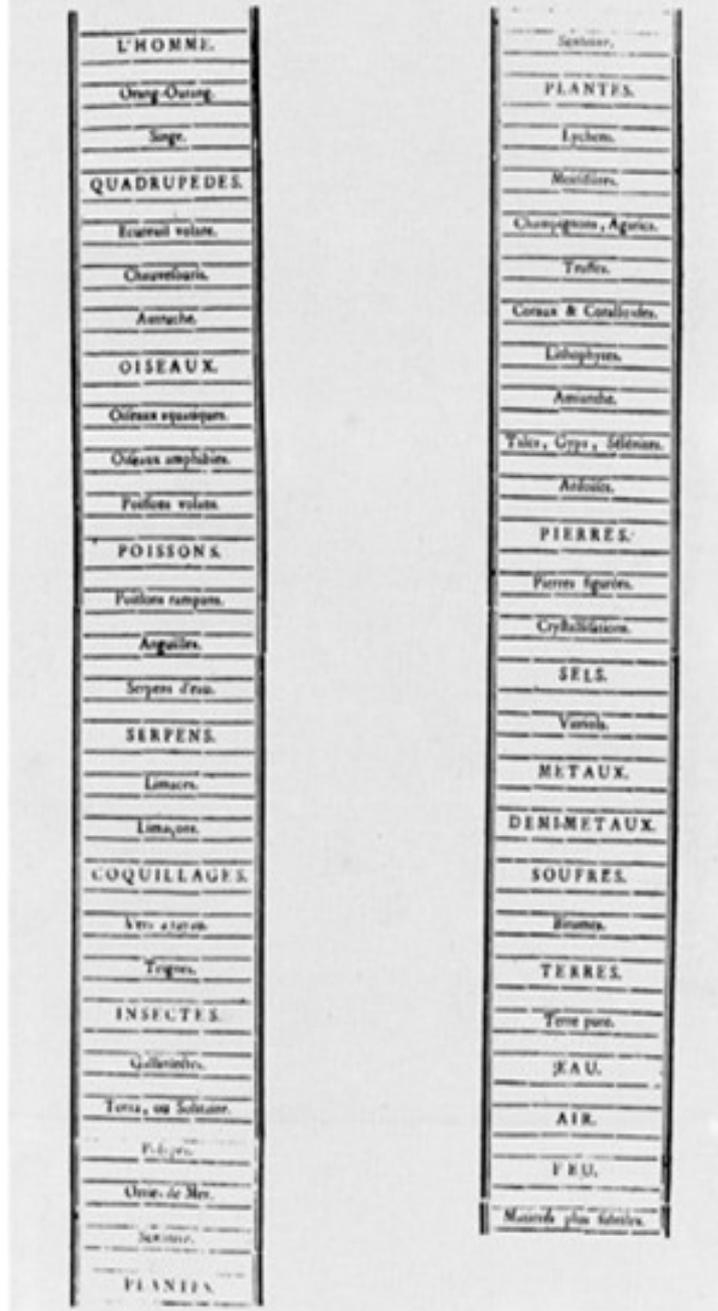
Classification des êtres vivants par Aristote (-350)

Par la suite, ces modèles ont évolué ; premièrement par une classification basée sur des croyances (1492/1789). Tournefort propose une logique agglomérative et Jussieu une logique par différence, Carl Von Linné établit une classification en sept ordres (Règne, Phylum, classe, ordre, famille, genre et espèce) ainsi qu'une nomenclature binomiale, puis il utilise différents caractères pour classer les espèces.

Leibniz est le premier à proposer une échelle des êtres par paliers, comprenant les roches, les animaux, les hommes, les anges et enfin Dieu.

Puis l'idée est reprise par Bonnet, une cinquantaine d'années plus tard, il propose

**IDEE D'UNE ECHELLE
DES ETRES NATURELS.**



une échelle linéaire reflétant la création et en considérant l'Homme supérieur aux autres espèces. Scala Naturae créée par Aristote et améliorée par Leibniz

Vers les années 1800 commence alors les prémises transformistes avec Cuvier, qui propose une anatomie comparée. Il définit, par ailleurs, des plans d'organisations malgré le catastrophisme qui explique les discontinuités entre les êtres vivants et un refus de l'évolution.

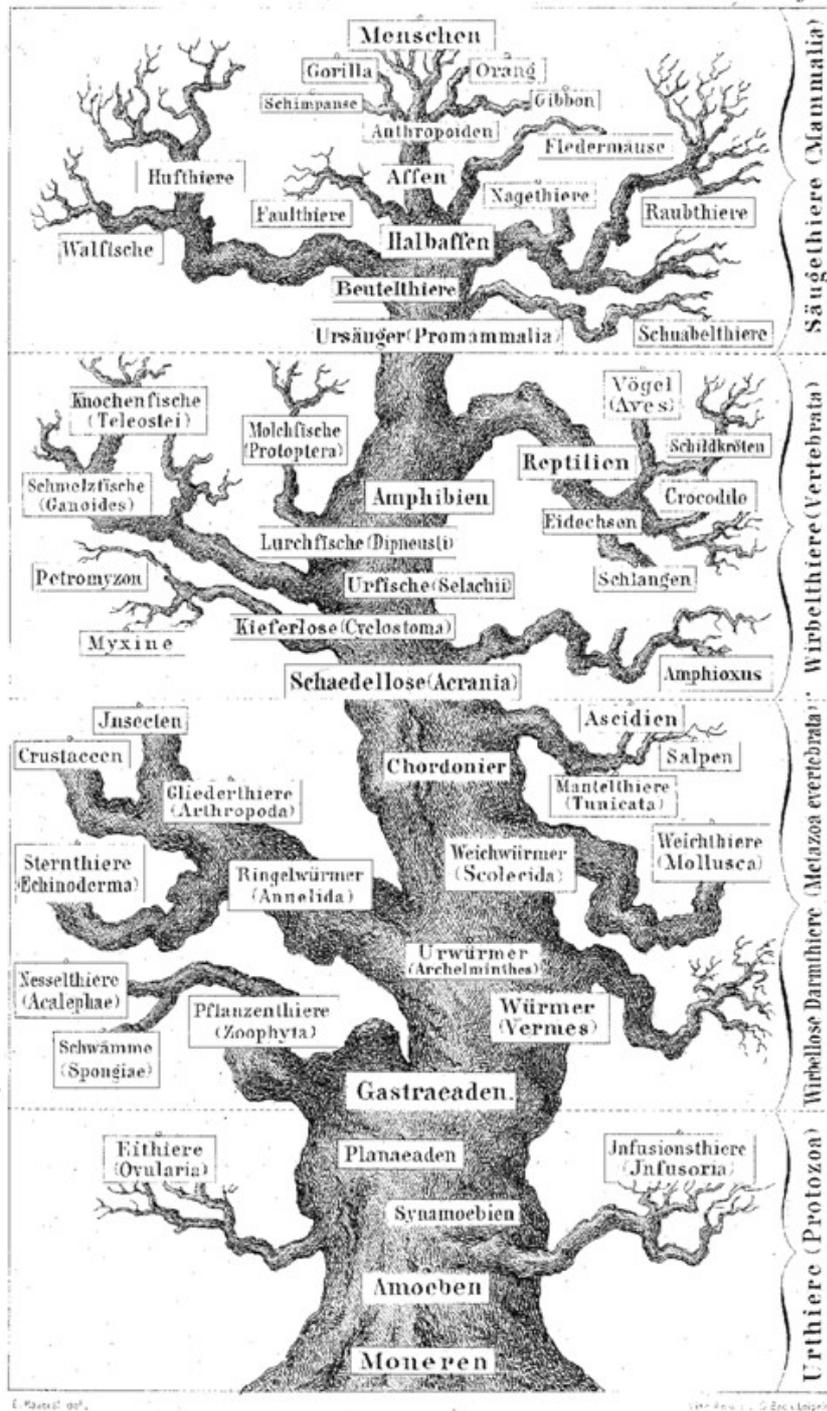
Puis, Lamarck, toujours en 1800, remet en cause que l'immutabilité des espèces ne suit pas la théorie du catastrophisme de Cuvier, et qu'il doit exister une continuité régulière entre les êtres vivants. Il est l'un des premiers à proposer l'hérédité des caractères acquis dans le principe « la fonction crée l'organe ». Ce principe est illustré grâce à l'analogie du cou des girafes qui, à force de tirer dessus pour manger les feuilles en hauteur c'est agrandi.

Une cinquantaine d'années plus tard, la théorie de l'évolution naît, grâce à Wallace et Darwin. Lors de grands voyages, notamment celui de 6 ans à bord du Beagle, Darwin propose la théorie de la sélection naturelle pour comprendre pourquoi certains individus survivent dans un environnement donné. Il observe le polymorphisme qui correspond à une variation intra-spécifique. Il observe également l'allopatricité, correspondant à une séparation d'une population initiale sur deux aires géographiques différentes engendrant la naissance d'espèces différentes. De plus, Darwin écrit son livre en 1859 De l'origine des espèces grâce au manuscrit de Wallace tendant vers les mêmes idées.

Ainsi, la classification reflète l'évolution.

Stammbaum des Menschen.

Fig. 111.



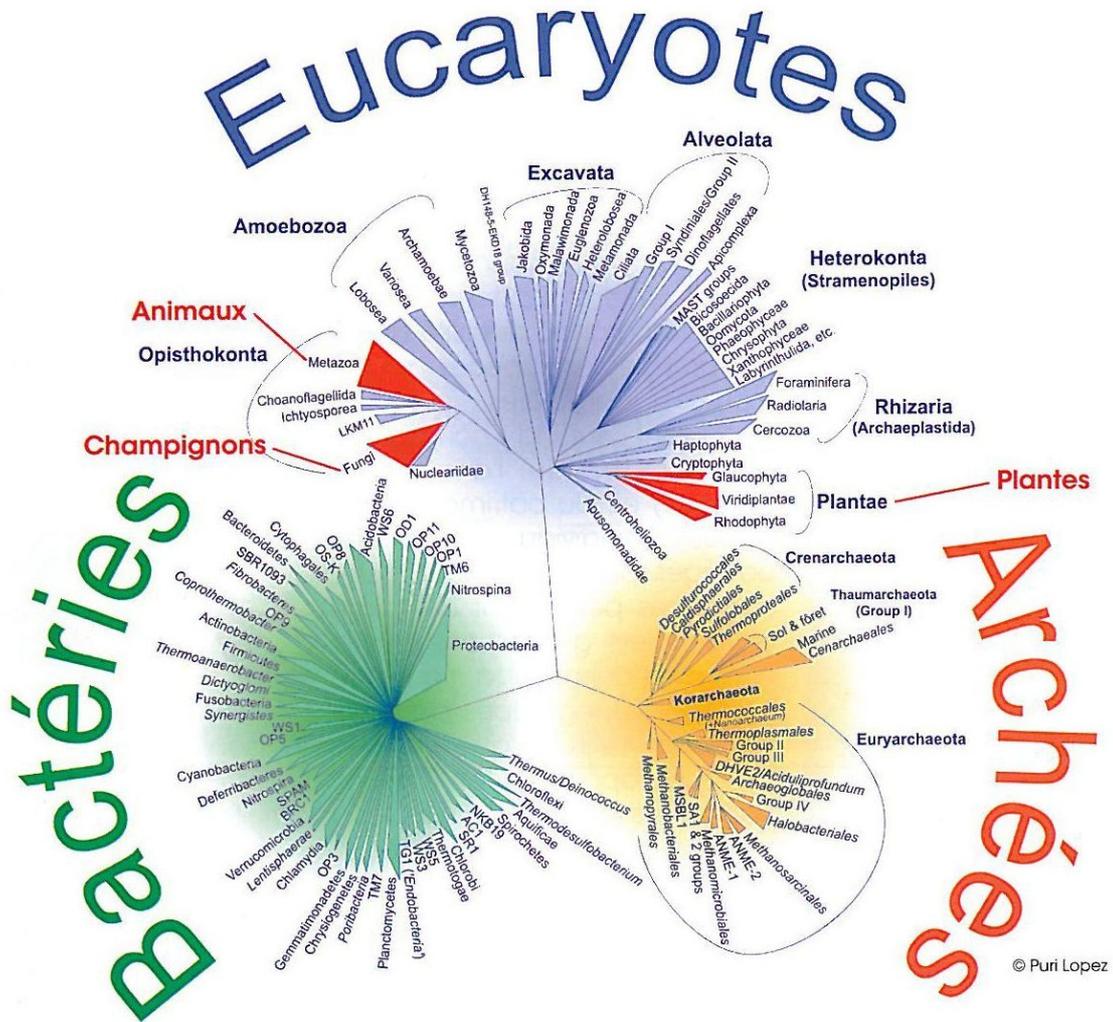
Arbre de vie de Haeckel en 1879

Cette proposition d'arbre reste cependant très artistique.

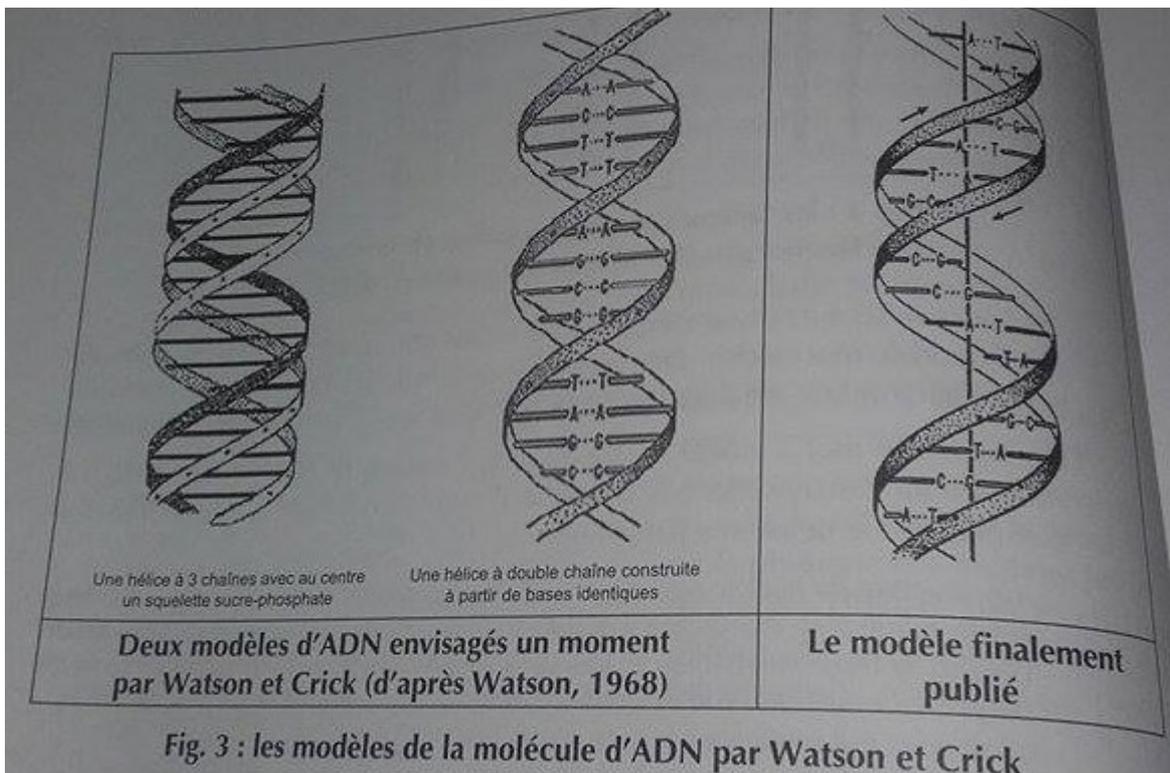
Des avancées scientifiques ont permis, par la suite, de proposer des modèles d'arbres phylogénétiques complets, notamment grâce à Haeckel en 1900 avec la théorie de la récapitulation où l'ontogénèse reflète la phylogénèse.

Une cinquantaine d'années plus tard, Woese propose trois groupes du vivant ; deux procaryotes et un eucaryote selon l'Arn ribosomal .

Enfin le séquençage de l'ADN (Acide Désoxyribonucléique) de Sanger en 1955 ainsi que d'autres avancées scientifiques ont permis par la suite de construire le modèle de l'arbre phylogénétique connu:



Arbre phylogénétique du monde vivant actuel



D'autre part, le mot « modèle » est utilisé dans le courant du XXe siècle dans l'article « *Principes* » de Watson et Crick, l'un généticien et biochimiste et l'autre biologiste, dans *Nature* de 1953. C'est ainsi que de fortes discussions de méthode apparurent, Watson et Crick construisaient « *Un ensemble de modèles moléculaires ressemblant grosso modo aux jouets des enfants d'âge préscolaire* » pour trouver la structure alpha des protéines, alors que Wilkins et Franklin, l'un physicien et l'autre biologiste moléculaire, utilisaient la cristallographie.

Au vu de la figure 3 : « les modèles de la molécule d'ADN par Watson et Crick », les deux scientifiques rajoutent « *Il n'a pas échappé à notre attention que l'appariement spécifique des bases que nous avons proposé suggère immédiatement un mécanisme possible de transcription pour le matériel génétique* ».

Par la suite l'auteur conclut que « *Ce point est essentiel : ce qui donne sa force à un modèle est au moins autant sa capacité explicative et la façon dont elle dépasse l'investigation de départ que son adéquation fine avec les données empiriques disponibles* ».

C'est ainsi, avec le développement de la biologie moléculaire que les modèles en biologie se banalisent, François Jacob écrit « *Pour la pensée scientifique [...] l'imagination n'est*

qu'un élément du jeu. A chaque étape, il lui faut s'exposer à la critique et à l'expérience pour limiter la part du rêve dans l'image du monde qu'elle élabore ».

Ceci permet de proposer le schéma suivant (Evrard, T. et Amory, B (2015) .p17):

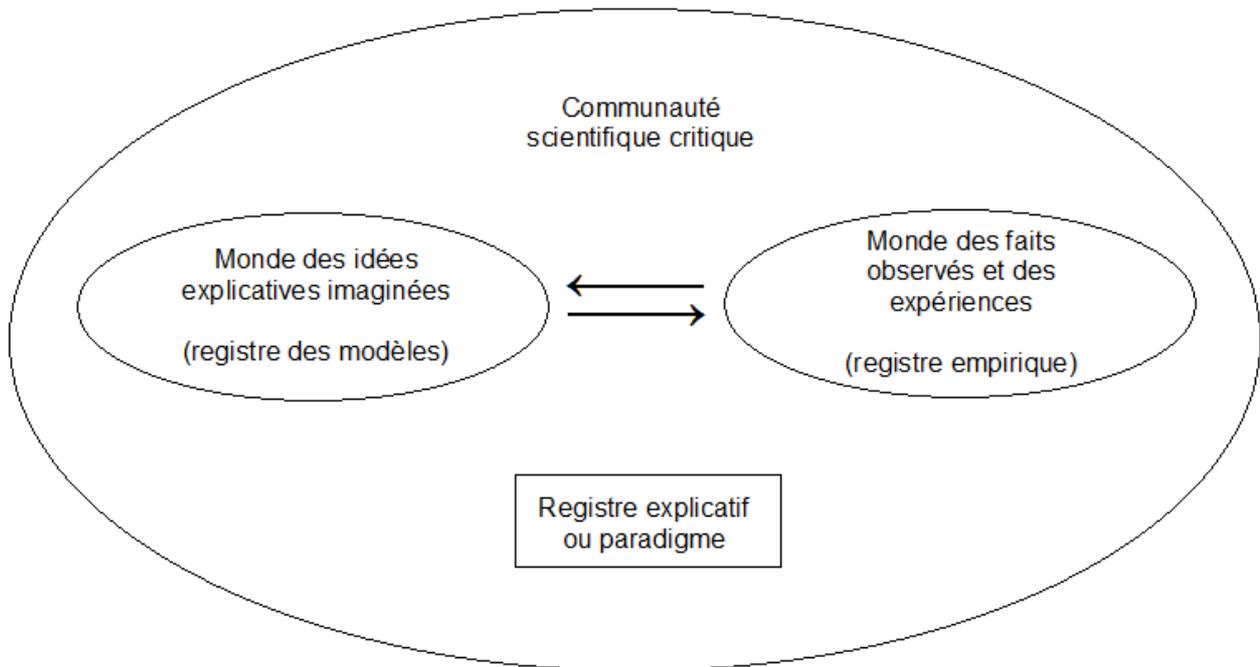


Fig. 4 : Schéma de l'activité scientifique comme travail de problèmes explicatifs (d'après Orange, 2003a, 2012)

Deux catégories de modèles sont distinguées ; les modèles de représentation qui présentent et décrivent les données scientifiques et les modèles explicatifs qui amènent des éléments permettant de comprendre un phénomène scientifique.

I- 2) La place des modèles dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre

I-2) a/ Mise en place des modèles et de la modélisation dans l'enseignement

En reprenant les auteurs Evrard, T. et Amory, B (2015) dans le livre Les modèles des incontournables pour enseigner les sciences, nous apprenons que les modèles n'ont pas

toujours été enseignés et que l'apprentissage de la science (Biologie et Géologie) n'était basé que sur des investigations empiriques et laissait de côté l'imagination et la recherche d'explications.

L'apparition du terme « modèle » dans l'enseignement français apparaît pour la première fois dans les années 1980 pour la structure interne de la Terre : « *Modèle de fonctionnement du globe exprimé dans une théorie dont on soulignera les imperfections résiduelles (programme de 1erS)* ». Beaucoup, ne considérant les maquettes uniquement comme des modèles d'observation, disent que ce modèle est « *une simple méthode alternative quand on ne peut rien faire d'autre* » et qu'il permet seulement d'expliquer ce qui n'est pas observable.

Pourtant les idées changent et en 2001 les programmes précisent que « *L'exercice de modélisation du réel est sans doute la démarche la plus importante et aussi la plus difficile dans la démarche scientifique* », mais le concept de « modélisation explicative » n'apparaît que dans les programmes de Géologie et très peu en Biologie sauf pour « *Modélisation de la synthèse des protéines* » et pourtant savoir modéliser des faits observés fait partie d'une des six compétences scientifiques à avoir en classe de terminale.

Par la suite les programmes officiels imposent l'utilisation d'une modélisation explicative pour construire les notions scientifiques.

La difficulté la plus importante, quand on parle de modèle explicatif, est que celui-ci ne doit pas servir qu'à observer et expérimenter, mais il doit avoir pour but principal d'apporter des explications.

Pour cela, dans le livre Les modèles des incontournables pour enseigner les sciences (Evrard, T. et Amory, B (2015)), l'auteur nous propose de prendre en compte « *des productions d'élèves comme autant d'essais de modélisation* » pour éviter « *une vision empirique des sciences* ».

Ainsi, les représentations initiales des élèves, ayant valeur de modélisation, ne seraient pas utilisées dans le seul but d'amener une expérimentation ou une observation du modèle en question, mais permettraient, au cours d'une séquence, d'inviter les élèves à représenter un phénomène selon les connaissances déjà abordées. Par la suite, la classe pourrait débattre de la cohérence des modèles ainsi proposés.

Ainsi, on ne serait pas dans le schéma classique suivant :

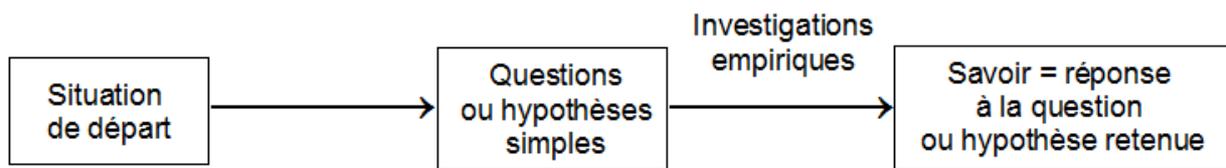


Fig. 14 : une interprétation usuelle de la démarche d'investigation (Orange, 2012)

Mais plutôt dans « *une démarche d'investigation, qui donne toute sa place à la modélisation et au travail critique* » comme présenté ici :

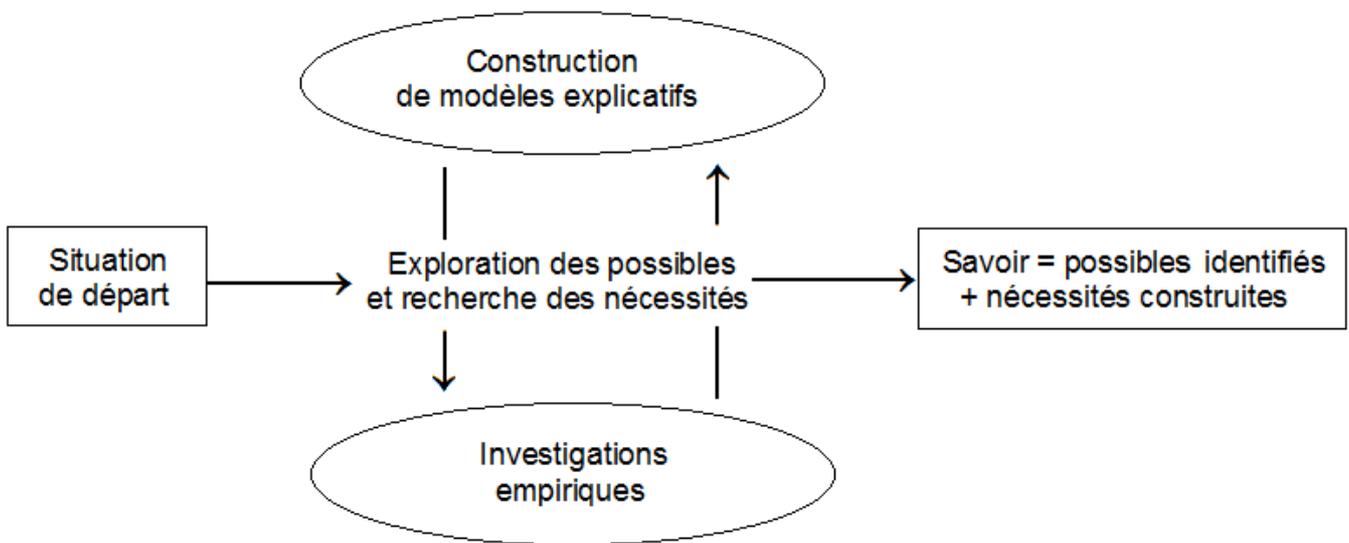


Fig. 15 : une interprétation de la démarche d'investigation donnant toute sa place à la modélisation (Orange, 2012)

Un modèle doit partir du réel comme une « *invention d'un système théorique* » qui se comporte comme la « *réalité* ».

Les auteurs G. Lemeignan et A. Weil-Barais (1988), amènent la première réflexion sur le concept « modèle » et sur la diversité de ses emplois. Par ailleurs, ils présentent leur envie de ne donner qu'une définition de modèle.

En effet le concept de modèle représente une multitude de « *choses* » (G. Lemeignan et A. Weil-Barais, 1988) tels que des schémas, des diagrammes, des maquettes, des analogies...

I-2) b/ L'apport des modèles dans l'enseignement des sciences

« *L'enseignement scientifique a pour ambition de développer chez les élèves des représentations du monde plus opérantes que celles qu'ils ont pu construire dans leur vie quotidienne* » (Modèles et modélisation, G. Lemeignan et A. Weil-Barais).

Dans l'apprentissage des sciences, la modélisation permet de comprendre, d'un point de vue descriptif et explicatif, tout en se basant sur le réel et d'en acquérir des connaissances. La modélisation permet également d'appréhender des phénomènes dynamiques et d'en avoir une dimension prédictive afin d'anticiper les événements.

La modélisation, actuellement, est présente dans les classes de collèges et de lycées au sein des programmes scientifiques et dans toutes les filières générales (L, ES et S). Nous constatons que les deux types de modèles explicatifs sont représentés (analogique et numérique).

Pour l'enseignant, le modèle peut avoir un rôle didactique et pédagogique lié à la mise en activité des élèves (E.Sanchez, M. Prieur, D.Devallois INRP 2004).

Cependant, beaucoup disent qu'il est difficile d'élaborer un modèle avec les élèves au cours d'une activité. Les modèles sont dits peu rigoureux et non fidèles à la réalité. Les limites des modèles sont encore trop peu exploitées et analysées avec les élèves. Ainsi, le modèle n'a plus sa place dans l'acquisition de connaissances mais devient un objet d'enseignement.

Dans la démarche d'investigation proposée aux élèves, le modèle doit retrouver sa place au cœur de cette activité afin de donner un point d'appui et du sens au travail, le modèle se retrouve au centre de l'investigation.

Ainsi on peut voir :

- Des activités d'investigation basées sur l'appropriation du modèle en identifiant ses caractéristiques, ses nécessités, ses contraintes, les données de terrain.... Mais également des activités qui mobilisent les actions « réaliser un modèle analogique » et « faire fonctionner ce modèle ».

- Des activités permettant d'éprouver un modèle comme « concevoir un protocole », « sélectionner des données pertinentes et les confronter », « contextualiser le modèle via le terrain », « compléter un modèle pré-construit », « le faire fonctionner en établissant des prévisions », et « valider le modèle selon le domaine ».
- Des activités en liens avec la maîtrise du registre empirique comme « situer des données dans le temps et l'espace », « sélectionner des données pertinentes », « les mettre en forme pour faciliter la lecture », « les confronter à un modèle connu » pour leur donner du sens et « déterminer les caractéristiques du registre empirique à l'aide de diverses observations et relevés ».
- Des activités telles que : « choisir parmi plusieurs modèles le plus adapté à l'objet d'étude », « le valider via un contexte donné », « le compléter s'il manque des données » et « discuter d'un ancien modèle inadapté par rapport à de nouvelles données ».

Dans les Sciences de la Vie et de la Terre, plusieurs concepts doivent être maîtrisés concernant toutes les sciences, ainsi on peut élaborer des modèles complexes qui conduisent à négliger certaines phases du travail. Cependant, le but en SVT est de favoriser la contextualisation et l'acquisition des connaissances, l'accès au réel, la démarche d'investigation et de modélisation, et l'interdisciplinarité.

Dans l'enseignement des sciences le modèle peut être également un « organisme ». « *Un organisme modèle est une espèce qui est étudiée de manière approfondie pour comprendre un phénomène biologique particulier, en supposant que les résultats de ces expériences seront partiellement valables pour la connaissance d'autres organismes* »(Wikipédia).

Le modèle explicatif peut être analogique, comme présenté précédemment, mais il peut aussi être numérique.

L'utilisation du modèle numérique doit être accompagnée d'identification d'objectifs d'apprentissage afin de voir un apport pertinent de celui ci (Académie de Caen. 2015). Diverses capacités peuvent être mises en avant lors de l'utilisation classique du numérique dans les disciplines, les enseignements et les projets interdisciplinaires comme : « *rechercher l'information, traiter des données, collaborer, produire, expérimenter, modéliser, simuler, coder* » (Vadémécum, 2015).

Les élèves ont un excellent rapport avec le numérique et notamment en dehors de la classe via les réseaux sociaux, les jeux vidéos... Son utilisation permet de construire une éducation en collaboration avec le numérique tout en équilibrant enthousiasme et compétence à développer.

A travers l'outil numérique, l'enseignant à une posture d'accompagnateur. Il aide pédagogiquement les élèves à l'utilisation du numérique. En effet, il peut, en plus d'apporter les connaissances nécessaires, « *aider l'élève à expliciter ses procédures et ses raisonnements, à identifier et surmonter les obstacles rencontrés, à construire son autonomie intellectuelle et à progresser* ».

Un modèle numérique peut également être un « jeu sérieux » . Celui-ci doit être adapté aux objectifs pédagogiques mis en jeu lors de séances.

Ces outils de simulation permettent aux élèves de comprendre certaines situations liées à des phénomènes dynamiques telles que des catastrophes naturelles. D'autres outils peuvent leur permettre de réaliser une expérience virtuelle car, toutes les conditions n'étant pas réunies en classe, il est impossible de la mettre en place réellement. C'est le cas des dissections ; lorsque le matériel est manquant il est possible d'utiliser des logiciels illustrant virtuellement la dissection. Le numérique permet d'ajouter une source supplémentaire qui prend en compte la diversité d'élèves.

Le modèle numérique peut être construit par les élèves via des tableurs, des vidéos, des graphiques... Le numérique ainsi que les modèles associés permettent aux élèves de développer leur initiative, leur autonomie et leur imagination au sein de démarches d'investigation.

Le numérique peut donc être utilisé en classe à condition de ne pas en oublier les objectifs visés.

I-2) c/ Relations entre modèle et réel

Le modèle, d'après Rojat, D. dans Des outils pour la sciences, applications pédagogiques, « *cherche à comprendre la réalité des faits via des simplifications accessibles et viables* ».

De ce fait on distingue trois usages du modèle scientifique :

- Un matériel d'expérimentation et d'observation dit « moyen d'études ». Il est utilisé par le professeur pour la construction d'une connaissance inductive. Pour un

modèle analogique, l'étude d'une patte de grenouille permet de généraliser le fonctionnement d'un membre. Pour un modèle numérique, l'utilisation de logiciels construits via une théorie, impose à l'élève de prendre conscience de cette théorie. Néanmoins sachant qu'aucune expérience n'est faite, l'élève se rend compte que le numérique ne peut se soustraire aux confrontations avec réel.

- Un outil d'explication et/ou d'exposition de concepts scientifiques dit « outil de compréhension ». C'est ainsi que la subduction est modélisée analogiquement par des schémas en 2D/3D ou numériquement avec un logiciel qui rend les schémas plus attractifs. Cependant ce dernier ne présente pas un progrès pédagogique décisif car l'élève n'est pas réellement actif mais il fait naître un discours où l'esprit critique des élèves est développé.
- Une construction et validation d'un modèle dit le modèle « objet d'étude » : les élèves comprennent comment se construit un modèle, comment le perfectionner et comment l'utiliser en tant qu'outil de progression dans la recherche scientifiques ici, le modèle numérique n'est pas encore suffisamment simple et efficace.

Naturellement le modèle ne rassemble que quelques paramètres et non l'intégralité des conditions qui se trouvent dans la nature. Le modèle est une représentation simplifiée de la réalité qui permet d'expliquer certains mécanismes ou phénomènes, mais, le modèle n'est pas une représentation miniaturisée de la réalité et ne peut, en aucun cas, supplanter le travail avec le réel, imposé par le programme officiel. Le travail sur modèle expérimental, permet d'isoler le phénomène à étudier et de tester plusieurs paramètres qui pourraient l'influencer. Ces tests se font en considérant certains paramètres et en les faisant varier et en supposant les autres invariants. La réalité est tout autre évidemment, ainsi, un grand nombre de paramètres varient et influencent le phénomène étudié, voilà pourquoi, une fois le travail sur modèle accompli il est essentiel de replacer ce phénomène dans l'intégralité de la réalité et donc de le confronter au réel.

Nous venons de présenter l'origine des modèles dans le domaine scientifique et sa mise en place dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre, nous allons, maintenant, nous intéresser à l'impact de l'utilisation des modèles explicatifs ; analogique et numérique, sur la construction des connaissances scientifiques.

II- Partie pratique

II-1) Cas d'étude et descriptif

II-1) a/ Le cadre établissement/classe

Nous enseignons toutes deux dans le même établissement, le Lycée saint-Charles qui accueille environ mille deux cents élèves dont cent prépa post BAC ES. Ce lycée fait parti des plus anciens de Marseille et fait perdurer son image positive malgré la progression continue d'une plus grande hétérogénéité. Cet établissement présente tout d'abord un pourcentage élevé d'élèves ayant plus d'un an de retard d'étude en classe de seconde ; 14,7 % contre 12,7 % dans l'académie. Il présente également un taux croissant de jeunes issus de milieu modeste ou en difficulté ; 36,5 % contre 23,6 % dans l'académie. Cette année, dans ce lycée, 43 % des élèves sont issus de catégorie socio professionnelle défavorisée et 29,5 % sont boursiers en CPGE (Classes Préparatoires aux Grandes Écoles). Les trois priorités du projet d'établissement sont de :

1. Lutter contre l'absentéisme et le décrochage scolaire en mettant en place des stages professionnels, en accueillant des exclus de cours, en faisant un tutorat des redoublants de seconde etc.
2. Contribuer à la réussite éducative en offrant à tous les élèves un cadre de vie et d'études : favoriser la mixité sociale, développer l'exercice de la citoyenneté, promouvoir la santé en construisant des lieux d'accueil à l'usage des parents, en facilitant l'activité de la Maison des Lycéens et en permettant l'accès pour tous les élèves aux outils numériques et à la maîtrise des compétences du B2i lycée.
3. Favoriser l'ouverture internationale en mettant en place des projets linguistiques et culturels comme la classe section ABIBAC que nous avons en stage. Depuis le 31 mai 1994, l'accord signé entre l'Allemagne et la France permet aux élèves de cette section d'obtenir à la fin du lycée le baccalauréat et l'examen de maturité allemand ; l'abitur. Cette classe présente également le programme Sauzay, programme individuel d'échange scolaire. Ainsi les élèves inscrits à ce programme partent trois mois chez leur correspondant en Allemagne et accueillent trois mois leur correspondant allemand. Vingt-neuf élèves bénéficient de ce programme.

Chacune de nous prend en charge un demi-groupe comprenant dix-sept élèves. Les élèves du premier groupe, de 9h à 10h20, présentent une attitude plus scolaire que ceux du deuxième, de 10h40 à 11h55. Le deuxième groupe comprend une correspondante allemande.

Stagiaires non lauréates, nous nous partageons une seule classe de seconde, nous sommes donc à même de tester le dispositif uniquement sur cette classe.

D'autre part, dans le programme de seconde beaucoup de notions appellent la capacité et attitude : « Modéliser ».

II-1) b/ Dispositif pédagogique

Au cours des séances de relevés de données les élèves vont modéliser la même notion au travers de deux types de modèles. À chaque séance un demi-groupe évolue sur un modèle analogique et l'autre demi-groupe sur un modèle numérique. Le but étant de comparer l'impact des modèles analogique et numérique sur les élèves et leurs perceptions.

II-1) c/ Indicateurs utilisés permettant de voir l'influence du dispositif

Les relevés de données se font tout d'abord sous la forme d'un QCM (cf. annexes 1 et 2). Les deux premières questions permettent de mettre en évidence l'acquisition de la notion scientifique grâce à l'utilisation du modèle. Les autres questions rendent compte des perceptions : affective, de l'utilité et du contrôle des élèves face aux modèles.

Au cours de la séance les interactions sont relevées. Il s'agit de relever, toutes les cinq minutes, les interactions positives, c'est à dire qui concernent l'activité, et les interactions négatives ; ne traitant pas de l'activité. Les interactions professeur-élève et élève-élève sont distinguées.

II-2) La place des modèles en classe de seconde

II-2) a/ La place dans le programme officiel

Le travail se fait sur le thème : « *La terre dans l'univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée* » (B.O., 2010), dans la partie : « *La biodiversité, résultat et étape de l'évolution* » (B.O., 2010) au niveau de la sous partie : « *La diversité des allèles est l'un des aspects de la biodiversité. La dérive génétique est une modification aléatoire de la diversité des allèles. Elle se produit de façon plus marquée lorsque l'effectif de la population est faible. La sélection naturelle et la dérive génétique peuvent conduire à l'apparition de nouvelles espèces* »(B.O., 2010). On peut apercevoir, dans le bulletin officiel que l'une des capacités et attitudes que l'élève doit développer est : « *Manipuler, utiliser un logiciel de modélisation* » (B.O., 2010) pour comprendre la dérive génétique et la sélection naturelle.

II-2) b/ la Biodiversité en classe de seconde

La biodiversité est la diversité des êtres vivants. Elle est mesurable en un endroit donné et à un moment donné. Pour qualifier la biodiversité actuelle globale, ne pouvant la mesurer en tout lieu au même moment, il est nécessaire de faire appel à des lois mathématiques et à des modélisations.

La biodiversité change au cours des temps géologiques par l'action de plusieurs forces évolutives ; la dérive génétique et la sélection naturelle.

La dérive génétique modifie de façon aléatoire la fréquence des allèles au sein d'une population. Cette notion a été construite grâce à deux modélisations ; le logiciel suivant <http://www.ac-nice.fr/svt/productions/freeware/derive/> et un modèle analogique basé sur un tirage aléatoire de billes via un dé (cf. annexe 1, rassemblant les supports de la séance sur la dérive génétique).

La sélection naturelle est une modification non aléatoire de la fréquence des allèles avantageux et désavantageux par rapport au milieu. Cette notion a été construite grâce à un modèle numérique *nazca.roux* et un modèle analogique basé sur le ramassage de pompons colorés sur des nappes de différentes couleurs (cf annexe 2, rassemblant les supports de la séance sur la sélection naturelle)

II-2) c/ Déroulé des séances de relevés de données

Pour évaluer l'impact du type de modèle sur les élèves nous allons travailler sur la même notion avec les deux demi groupes mais en utilisant un modèle analogique avec le premier et un modèle numérique avec le second. L'impact des différents modèles sera mis en évidence par un questionnaire à choix multiples post activité. Nous cherchons à évaluer la compréhension de la notion à construire et les compétences mobilisées par l'utilisation du modèle.

Lors de la première séance de relèves de données la notion abordée est : « la dérive génétique est une force évolutive faisant varier les fréquences alléliques aléatoirement. Elle est d'autant plus marquée dans les populations à faible effectif ».

La deuxième séance de relèves s'appuie sur la notion : « la sélection naturelle est une force évolutive faisant varier les fréquences alléliques de manière non aléatoire. La version du gène présentant un caractère avantageux dans un milieu donné est sélectionnée ». Lors de cette deuxième séance nous travaillons sur le modèle numérique avec le premier groupe et sur le modèle analogique avec le second groupe à l'inverse de ce qui est fait au cours de la première séance de relèves de données.

Tableau 1 : Représentation du type de modélisation explicative utilisée avec les demi groupes d'élèves selon la notion construite

Groupes	Groupe 1	Groupe 2
Notion abordée		
Dérive génétique	Modèle analogique	Modèle numérique
Sélection naturelle	Modèle numérique	Modèle analogique

III- Traitement et analyse critique des résultats

III-1) Les résultats

III-1) a/ Rappel de la contextualisation

Le QCM (questionnaire à choix multiples) du premier relevé de données comptabilise sept questions. Lors de l'exploitation de ce premier relevé nous nous sommes aperçues que la septième question n'était pas judicieuse. Nous cherchons à évaluer, dans ce QCM, la compréhension de la notion grâce au modèle, or la question sept nécessite une compréhension de la notion mais aussi un degré d'assimilation de cette notion permettant à l'élève de la reporter dans une nouvelle situation. Nous avons donc décidé de ne pas la traiter et de la retirer du QCM. C'est pourquoi les QCM des autres relevés de données ne comportent que six questions.

III-1) b/ traitement des données

Pour faciliter le traitement des données nous avons trié les items par thématiques. Pour ce faire, nous nous sommes inspirées de la méthode de traitement des données de Teo (Teo, 2009).

Quatre thèmes sont mis en lumière par ce QCM ; la compréhension de la notion, la perception affective, la perception de l'utilité et la perception du contrôle chez l'élève.

Les deux premières questions, faisant référence à la compréhension de la notion, présentent chacune trois propositions dont une bonne réponse et deux mauvaises. Elle est codée ainsi : si la réponse est juste, on lui attribue un point et si elle est fausse on lui attribue alors zéro point.

De plus, pour les questions trois à six incluse, nous codons chaque item de manière indépendante selon un codage binaire.

Ce codage, pour les quatre questions, est soit -1/0 si la proposition est à connotation négative soit 0/1 si la proposition est à connotation positive. Prenons l'exemple de la question trois de notre QCM (cf. annexes 1 et 2) : « *j'ai trouvé l'activité :* », la première proposition « *Ennuyeuse* » est à connotation négative ainsi quand cette réponse est choisie le code correspondant est -1 et quand elle ne l'est pas le code est 0. Lorsque cette proposition est sélectionnée l'élève exprime une perception affective négative, pour que cela ressorte dans notre analyse nous avons dû mettre à ce choix un poids inférieur à celui qui ne la sélectionne pas.

Concernant la proposition « *Amusante* » de cette même question, l'élève exprime une perception affective positive, en sélectionnant cette proposition le code est donc 1. Quand la proposition n'est pas sélectionnée le code est 0. Nous avons également cherché à distinguer un choix exprimant une perception positive en lui donnant plus de poids que lors d'une absence d'expression.

Ainsi en classant les items par thématiques nous obtenons le codage suivant :

- Compréhension de la notion :

Q1) juste : 1 / Faux : 0

Q2) juste : 1 / Faux : 0

NS : proposition non sélectionnée

S : proposition sélectionnée

- Perception affective :

Q3)1- S : -1 / NS : 0

Q3)2- NS : 0 / S : 1

Q4)6- NS : 0 / S : 1

Q5)3- NS : 0 / S : 1

- Perception de l'utilité :

Q3)3- NS : 0 / S : 1

Q3)4- NS : 0 / S : 1

Q5)1- NS : 0 / S : 1

Q5)2- NS : 0 / S : 1

Q5)4- S : -1 / NS : 0

Q5)5- S : -1 / NS : 0

Q6)1- S : -1 / NS : 0

- Perception du contrôle

Q4)1- S : -1 / NS : 0

Q4)2- S : -1 / NS : 0

Q4)3- NS : 0 / S : 1

Q4)4- S : -1 / NS : 0

Q4)5- S : -1 / NS : 0

Q6)2- NS : 0 / S : 1

Q6)3- S : -1 / NS : 0

Q6)4- S : -1 / NS : 0

Q6)5- NS : 0 / S : 1

La proposition cinq de la question trois, à savoir « *Autre :* » nécessite un traitement particulier ; le terme associé sera dans un premier temps classé dans un des quatre thèmes puis selon sa connotation le codage sera soit -1/0 soit 0/1.

III- 2) Analyse des résultats :

III-2) a/ Les interactions

Les interactions sont comptées durant les activités analogiques et numériques des deux séances de relèves de données. Nous les avons comptabilisées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Les différentes interactions selon le modèle utilisé :

	Interactions positives		Interactions négatives	
	Élève-élève	Professeur-élève	Élève-élève	Professeur-élève
Modèle analogique (groupe1 - dérive génétique)	12	5	6	0
Modèle analogique (groupe 2 - sélection naturelle)	18	3	8	1
Modèle analogique	30	8	14	1
Modèle numérique (Groupe 1 - sélection naturelle)	25	3	4	0
Modèle numérique (groupe 2 - dérive génétique)	21	5	6	0
Modèle numérique	46	8	10	0

Lorsque nous regardons les données du tableau 2 nous observons que le modèle

numérique permet soixante quatre interactions contre cinquante trois pour le modèle analogique. Le modèle numérique semble favoriser les interactions. En approfondissant nous constatons que 84,4 % des interactions relevées pour le modèle numériques sont des interactions positives alors qu'il y en 71,6 % pour le modèle analogique. De plus les interactions élève-élève sont plus importantes pour le modèle numérique que pour le modèle analogique, respectivement cinquante six interactions contre quarante quatre.

D'après les observations précédentes nous constatons que le modèle numérique engendre plus d'interactions positives et inter-élèves. Nous pouvons donc poser l'hypothèse que les élèves sont plus impliqués lorsqu'ils travaillent sur un modèle numérique.

Nous nous attendons à ce que les données sur les perceptions suivent ces premiers résultats, à savoir les perceptions prises en comptes lors du relevé de données (affective, du contrôle et de l'utilité) soient supérieures pour le modèle numérique.

III-2) b/ Les perceptions

Pour traiter ces données nous avons calculé, pour chaque notion, les moyennes globales pour chaque grand ensemble d'items et pour chacun des deux modèles. Ces moyennes sont comptabilisées dans les tableaux suivants :

Tableau 3 : La dérive génétique :

Moyenne	Compréhension de la notion (min=-1, max=1)	Perception affective (min=-1, max=1)	Perception de l'utilité (min=-1, max=1)	Perception du contrôle (min=-1, max=1)
Modèle Analogique n=12	0,7916666667	0,4489795918	0,1547619048	0
Modèle Numérique n=14	0,75	0,3157894737	0,31632655306	0,0396825397
P-value Significativité Test de Wilcoxon - Mann Whitney	0,697240420816 02	0,194498325509 82	0,049143014808 315	0,429549969408 24

Tableau 4 : La sélection naturelle :

Moyenne	Compréhension de la notion (min=-1, max=1)	Perception affective (min=-1, max=1)	Perception de l'utilité (min=-1, max=1)	Perception du contrôle (min=-1, max=1)
Modèle Analogique n=17	0,9705882353	0,5942028986	0,3277310924	0,0784313725
Modèle Numérique n=15	0,9333333333	0,2096774194	0,1428571429	0,0296296296
P-value Significativité Test de Wilcoxon - Mann Whitney	0,928304250448 223	0,000423914306 15969	0,030938771364 863	0,265823885538 75

Nous avons ensuite réalisé le test de Wilcoxon - Mann Whitney. Ce test réalisé sur deux échantillons, permet de distinguer des différences significatives ou non significatives. La p-

value traduit la valeur de la significativité entre les échantillons.

Ce test est utilisé lorsqu'il faut décider si 2 groupes indépendants sont issus de la même population. Les groupes peuvent avoir des nombres d'observations différents. Nous avons ainsi obtenu les valeurs-p (p-value) ; c'est à dire le pourcentage de chance de se tromper lorsque l'on rejette l'hypothèse nulle (H_0 = pas de différence entre l'utilisation des deux types de modélisation).

Selon la valeur de la valeur-p le résultat est considéré comme significatif ou non ;

- Si $p < 0,01$ alors le résultat est très significatif (nous avons ici moins de 1% de chance de se tromper sur H_0)
- Si $0,05 < p < 0,01$ alors le résultat est plutôt significatif (nous avons ici entre 1 et 5 % de chance de se tromper sur H_0)
- Si $p > 0,05$ alors le résultat n'est pas significatif (les chances de se tromper sur H_0 sont trop élevées)

En prenant en compte les données des tableaux 3 et 4, certains résultats obtenus, malgré un faible effectif, sont très significatifs. C'est le cas de la perception affective concernant la sélection naturelle où la moyenne pour le modèle analogique est bien supérieure à celle du modèle numérique, respectivement 0,59 et 0,21. Cependant, pour la dérive, même si les résultats ne sont pas significatifs, nous observons que la moyenne pour la perception affective est supérieure pour le modèle analogique, respectivement 0,45 et 0,32.

Nous constatons donc que la perception affective, qui correspond à la préférence des élèves pour l'un des modèle, est orientée vers le modèle analogique, ce qui va à l'encontre de ce que nous avons prévu.

La perception du contrôle lors de la première séance est plus grande pour le modèle numérique ; 0,04 contre 0. Pour la deuxième séance c'est l'inverse ; 0,08 pour l'analogique et 0,03 pour le numérique. Nous nous attendions à obtenir les mêmes résultats sur les deux séances, c'est à dire que les élèves ont une meilleure emprise sur l'un des types de modèles. Cependant nous notons une différence entre les deux séances. Cette différence peut être expliquée par l'utilisation de matériels de modélisation différents ; différents logiciels et différents dispositifs analogiques, et par l'utilisation de protocoles différents car spécifiques du matériel et de l'activité.

Il semble que les élèves aient eu un meilleur contrôle lors de l'activité numérique sur la dérive génétique que lors de l'activité analogique. Le protocole expérimental de l'activité

analogique était long et complexe et peu d'élèves l'ont réellement lu en entier. L'activité n'a pas été très bien comprise par les élèves malgré un apport d'explications et de précisions individuel par le professeur. Au cours de l'activité numérique le protocole a été suivi correctement par la totalité des élèves.

Au cours de la deuxième séance l'effet inverse s'est produit ; les élèves ont eu un meilleur contrôle lors de l'activité analogique. Le protocole de cette activité était plus simple que celui de l'activité analogique de la première séance et les élèves évoluaient en deux groupes et non en binômes. Ce protocole a été suivi correctement par les élèves même si un apport de précisions sur l'une des étapes du protocole a été fait par le professeur. Concernant l'activité numérique les élèves ont bien suivi le protocole et l'activité a été bien comprise en classe ce qui ne ressort pas forcément sur les relevés des données.

Ainsi nous avons pu constater que quand nous plaçons des élèves face à un ordinateur, ils cherchent par eux mêmes ; ils utilisent les informations qui leur sont présentées ; ici le protocole. Lors de l'utilisation du matériel de modélisation analogique selon la difficulté du protocole, les élèves le suivent, ou, manipulent juste le matériel comme ils l'entendent. Les élèves semblent être plus autonomes lors d'une activité numérique.

Nous constatons que le contrôle et l'affectif sont non liés.

Toutefois les valeurs pour cette thématique sont faibles ; de l'ordre du centième, il faut donc en tenir compte quant à la validité et à la significativité des résultats.

Quant nous nous intéressons à la perception de l'utilité, nous observons pour la dérive génétique des moyennes de 0,32 pour le modèle numérique et de 0,15 pour le modèle analogique, et pour la sélection naturelle, une moyenne de 0,14 pour le modèle numérique et une moyenne de 0,33 pour le modèle analogique.

Les valeurs pour cette thématique sont significatives.

Nous constatons que, comme pour la perception du contrôle, les moyennes sont plus élevées pour le modèle numérique de la première séance et pour le modèle analogique de la deuxième séance.

La perception de l'utilité traduit le fait que les élèves aient compris la notion grâce à l'utilisation du modèle. Il semblerait qu'il y ait un lien entre le fait que les élèves perçoivent l'utilité de l'activité et le fait qu'ils se sentent au contrôle lors de l'activité.

III-2) c/ La construction des notions

Dans la première séance nous obtenons, pour la thématique « compréhension de la

notion » des moyennes de 0,79 pour le modèle analogique et 0,75 pour le numérique. Pour la deuxième séance nous avons respectivement 0,97 et 0,93 de moyenne.

Dans les deux séances les moyennes sont élevées donc la notion est comprise.

Nous notons, cependant, pour les deux séances, une légère différence entre les modèles analogique et numérique, à savoir quatre centièmes de plus pour le modèle analogique. Le modèle analogique aide donc légèrement à la construction de notions.

D'autre part, entre les deux séances donc entre les deux notions « dérive génétique » et « sélection naturelle » il y a une différence de dix-huit centièmes en faveur de la sélection naturelle. Cela peut être expliqué par le fait que la sélection naturelle est une notion plus intuitive ou déjà abordée au cours du cycle 4.

III-3) Discussion et limites

III-3) a/ Le faible effectif

Tout d'abord, malgré quelques résultats significatifs, la validité des résultats est contestable du fait du faible effectif sur lequel nous avons travaillé. Il aurait fallu travailler sur un effectif bien plus grand.

D'autre part, travailler avec plusieurs classes de même niveau permet de tester l'impact des différents modèles sur la construction des mêmes notions sur des classes à profil varié. Chaque classe étant différente, cela permettrait de se rendre compte de l'impact de l'environnement « classe » sur le retour des élèves par rapport aux deux types de modèles étudiés.

Néanmoins travailler avec plusieurs niveaux pourrait mettre en lumière l'impact des modèles sur la construction des notions au cours du secondaire. Il serait intéressant de pousser cette recherche au primaire également. Peut être qu'à un certain âge, un type de modèle est plus adapté à la construction des notions.

Pour finir, travailler sur une année scolaire entière, où toutes les notions du programme abordables par modélisation le sont, renseignerait sur les retombées de la notion, elle-même, et sur le retour des élèves par rapport aux différentes modélisations.

III-3) b/ Le choix du dispositif

Lors de la construction des deux notions, l'utilisation du même matériel analogique pour les activités analogiques et du même logiciel pour les activités numériques aurait permis de lever l'obstacle de la compréhension et de l'appropriation du dispositif, et de discuter du poids de la notion à construire sur le retour des élèves concernant l'activité modélisant cette notion. De fait, il aurait été profitable de demander aux élèves de proposer le protocole pour la sélection naturelle.

Toutefois, le modèle analogique de la dérive génétique ne permet ni de travailler avec de nombreuses générations ni avec de gros effectifs. L'analogique qui s'est révélé plus attrayant, d'après les élèves, est plus limité en terme de données.

De plus il faut constamment s'assurer de la validité du modèle, c'est à dire vérifier que le modèle soit en accord avec les connaissances scientifiques actuelles. En effet, la science est en perpétuelle évolution, de ce fait les programmes officiels aussi, ainsi il faut donc actualiser la liste des modèles exploitables en classe et disponibles dans l'établissement.

III-3) c/ Au vu du programme

Selon la notion à construire, il faudra travailler avec la modélisation la plus adéquate ; numérique ou analogique ou bien les deux combinées. Dans le but de gérer au mieux la diversité des élèves, il est important de diversifier les supports d'apprentissages, ainsi les élèves doivent manipuler les deux types de modèles.

Par ailleurs, alterner les modèles est enrichissant car les deux modèles mobilisent des compétences différentes.

Premièrement le numérique permet d'aborder des points essentiels pour la validation du B2i. D'autre part le programme officiel impose l'intégration des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) en classe, mais, impose également de favoriser le travail en autonomie ; et comme nous l'avons observé d'après nos résultats, durant une activité numérique les élèves sont plus autonomes.

L'analogique permet un travail à plusieurs ; en binôme ou en groupe. Il permet aux élèves de travailler en équipe et en coopération. Cette modélisation favorise la mise en place des actions de conception d'un protocole et de manipulation pour le mettre en œuvre.

III-3) d/ Retour sur l'hypothèse

Suite aux recherches effectuées, et étant dans l'air du numérique, nous nous attendions à ce que les élèves préfèrent le numérique. Cependant, ici, ça n'a pas été le cas. On peut proposer les hypothèses suivantes pour tenter d'expliquer ce résultat :

Les élèves ont préféré le modèle analogique au numérique parce que :

- celui-ci s'est avéré amusant et a été assimilé à un jeu,
- les élèves ne travaillaient pas en binôme mais en groupe de sept ou huit,
- des rôles à responsabilité ont été mis en place, ce qui met en lumière l'intervention d'un nouveau paramètre dans le choix des élèves.

Les élèves n'ont pas préféré le numérique à l'analogique parce que :

- le protocole du numérique offre moins de possibilités d'action que le protocole du modèle analogique. Il s'agit d'une « activité clic ».
- les élèves connaissent l'outil numérique, ils l'utilisent quotidiennement pour aller sur les réseaux sociaux, ils sont donc plus à l'aise lorsqu'ils le manipulent mais il perd son côté attractif.

Les résultats auraient pu être différents si nous avions utilisé d'autres dispositifs que ceux utilisés pour les activités analogique et numérique.

III-4) Perspectives

III-4) b/ Remédiations possibles

Si nous devons à nouveau faire une comparaison sur l'impact des deux modélisations sur la construction de notions en classe, nous travaillerions toujours sur les trois thématiques que nous avons traitées ; les interactions, les perceptions et la compréhension de notions mais nous élargirions le travail sur plusieurs classes de même niveaux et de niveaux différents, et sur plusieurs années.

Afin d'être plus accessibles aux élèves et de diminuer le problème de la compréhension des protocoles et des supports de relevés de données, nous utiliserions les retours des élèves pour simplifier et améliorer les instructions.

De plus, concernant les deux notions abordées cette année avec nos élèves nous conserverions le même dispositif de modélisation (analogique ou numérique) pour modéliser les deux notions, ainsi il serait possible de demander aux élèves d'adapter le protocole de l'activité sur « la dérive génétique » pour modéliser « la sélection naturelle ».

Pour définir le réel rôle de la modélisation sur la compréhension et la construction des notions, il faudrait travailler sur deux groupes/classes de même niveau avec une modélisation quelle qu'elle soit pour l'un des groupes et sans modélisation pour l'autre groupe.

Finalement nous varierions le dispositif de modélisation chaque année afin de réellement travailler sur les modélisations analogiques et numériques et pas uniquement sur un seul modèle de chaque type de modélisation.

III-4) c/ Enrichissement sur notre pratique enseignante

Ce mémoire nous a permis de nous rendre compte, tout d'abord, que le modèle est essentiel dans l'enseignement, car il permettrait, selon nous, une réelle compréhension des notions. En effet l'élève travaille lui-même à la construction de son savoir. Il ne s'agit pas d'un savoir transmis par l'enseignant auquel l'élève doit s'adapter mais d'un savoir pleinement construit.

Nous nous sommes rendues compte, par la suite, que les modèles analogique et numérique mobilisent des compétences différentes. Ainsi dans notre pratique enseignante nous veillerons à varier et combiner le plus possible les modèles (numérique et analogique) au cours de l'année. Nous relèverons les modèles qui ont eu le plus de succès pour construire les notions en question, en se basant donc sur les retours des élèves des années précédentes, afin de maximiser l'accessibilité à la notion.

Cependant dans le but de gérer au mieux la diversité des élèves, certaines activités, lorsque cela sera possible, seront présentées sous plusieurs modélisations analogique(s) et/ou numérique(s). De ce fait les élèves pourront travailler avec la modélisation qui leur correspond le plus.

III-4) d/ Enrichissement personnel et professionnel de l'élève

Notre dispositif pédagogique a apporté un travail en coopération entre les élèves au sein de la classe. C'est une initiation au travail en équipe auquel ils seront soumis au cours de leur carrière professionnelle.

D'autre part, l'utilisation des modèles numériques a imposé l'utilisation des TICE par les élèves, qui est inscrit dans le projet d'établissement.

Conclusion

Tout d'abord nous avons vu l'origine du modèle et son histoire, en sciences et en pédagogie. Nous nous sommes ensuite intéressées aux modèles explicatifs, analogique et numérique, et à leurs implications dans la construction des notions en classe de seconde mais également sur les perceptions des élèves et les interactions élève-élève et professeur-élève. Nous avons réfléchi à un dispositif permettant de relever des données ciblant ces trois thématiques. Après le codage et l'analyse nous avons pu discuter de ces résultats.

Pour répondre à notre problématique de recherche qui est « Comment l'exploitation de modèles, en classe de seconde, participe-t-elle à la construction de savoirs scientifiques ? », nous pouvons clairement affirmer que le modèle numérique n'est pas meilleur que le modèle analogique et vis versa. En effet, les deux modélisations sont essentielles à la construction des savoirs scientifiques du programme officiel.

D'autre part, ne mobilisant pas les mêmes compétences à savoir l'autonomie, l'utilisation des TICE permettant de valider le B2i pour le modèle numérique et le travail à plusieurs, la manipulation et la formulation de protocole pour le modèle analogique, il est donc nécessaire d'utiliser les deux modélisations pour aborder les compétences requises par ce programme officiel.

Enfin pour prendre en compte la diversité des élèves il est judicieux de fonctionner avec les deux modélisations explicatives, analogique et numérique, afin de permettre à chaque élève d'avoir accès à la modélisation qui lui convient le mieux.

Finalement il est du devoir du professeur de choisir le modèle le plus adapté à la notion à construire et au public visé.

Références bibliographiques

- (1) Académie de Caen. (2015). Vadémécum : Les usages pédagogiques du numérique. repéré le 10 avril 2017 à <https://www.ac-caen.fr/mediatheque/numerique/vademecum-usages-pedagogiques-du%20numerique-Caen.pdf>
 - (2) Evrard, T. et Amory, B. (2015). Les modèles : des incontournables pour enseigner les sciences : apprendre les sciences de 2 ans 1/2 à 18 ans (1ère édition.). Louvain-la-Neuve : De Boeck.
 - (3) Lemeignan G., Weil-Barais A., Modèles et modélisation, recherches en didactiques des sciences expérimentales, institut national de recherche pédagogique (1988), ASTER n°7 Paris, ISSN 0297-9373
 - (4) Ministère de l'éducation national enseignement supérieur recherche. (2010) Bulletin Officiel spécial n°4 du 29 avril 2010 : programme de sciences de la vie et de la terre en classe de seconde générale et technologique Modèles et modélisation, G. Lemeignan et A. Weil-Barais
 - (5) Organisme modèle. (s. d.). Dans Wikipédia, l'encyclopédie libre. Repéré le 2 novembre 2016 à https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisme_mod%C3%A8le
- Projet d'établissement du lycée Saint - Charles (2016-2017)
- (6) Rojat, D. Document modélisation et simulation articles: des outils pour la sciences, applications pédagogiques, groupe SVT
 - (7) Sanchez E., Prieur M., Devallois D. INRP (2004) La place des modélisations dans l'enseignement des SVT, des pistes pour réfléchir et débattre tiré de « place et rôle des modèles dans l'enseignement des sciences de la terre. » et tiré de « L'enseignement des sciences de la terre en classe de seconde. »

(8) Teo, T. (2009). Assessing the Factorial Validity of the Computer Attitude Scale (CAS) Using a Singaporean Sample: A Confirmatory Factor Analysis. (National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore). repéré à http://www.academia.edu/3165538/Assessing_the_factorial_validity_of_the_Computer_Attitude_Scale_CAS_using_a_Singaporean_sample_A_confirmatory_factor_analysis

Annexes

Annexe 1 : Les supports d'activité de la séance 1 sur la dérive génétique

1) Les supports d'activités

Activité : La dérive génétique (groupe 1)

Problématique : La dérive est elle aussi marquée sur des petites population que sur des grandes ?

Stratégie de réponse : Utiliser un modèle pour simuler la dérive génétique sur des petites et des grandes populations

I/ Modéliser la dérive génétique pour une petite population :

1. Suivre le protocole 1 et remplir le tableau 1 suivant :

Tableau 1 :

Génération	2	5
Fréquences		
Groupe :	R = blanc = B = V = J = O =	R = blanc = B = V = J = O =

2. Remplir le tableau sur l'ordinateur du professeur (Tableau 2)

II/ Modéliser la dérive génétique pour une grande population :

1. Suivre le protocole 2

Activité : La dérive génétique (groupe 2)

Problématique : La dérive est elle aussi marquée sur des petites population que sur des grandes ?

Stratégie de réponse : Utiliser un modèle pour simuler la dérive génétique sur des petites et des grandes populations

I/ Modéliser la dérive génétique pour une petite population :

1. Suivre le protocole 1 et remplir le tableau 1 suivant :

Tableau 1 :

Génération	1	5	100
Fréquences			
Groupe :	R =	R =	R =
Effectif de la population =	G =	G =	G =
	B =	B =	B =
	V =	V =	V =
	J =	J =	J =

2. Remplir le tableau sur l'ordinateur du professeur (Tableau 2)

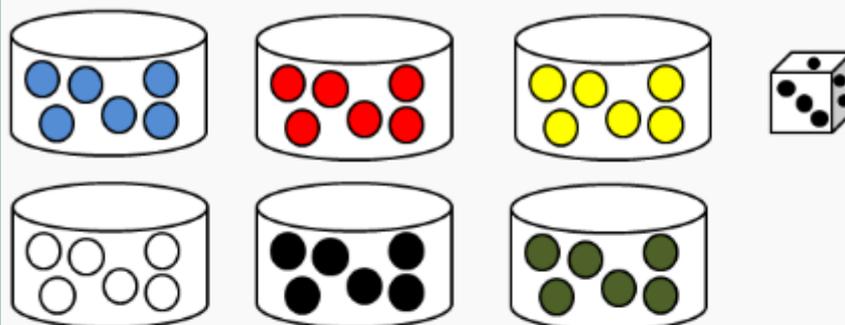
II/ Modéliser la dérive génétique pour une grande population :

1. Suivre le protocole 2
2. Noter vos observations sous forme de phrases.

2) Les protocoles

Protocole 1 (groupe 1)

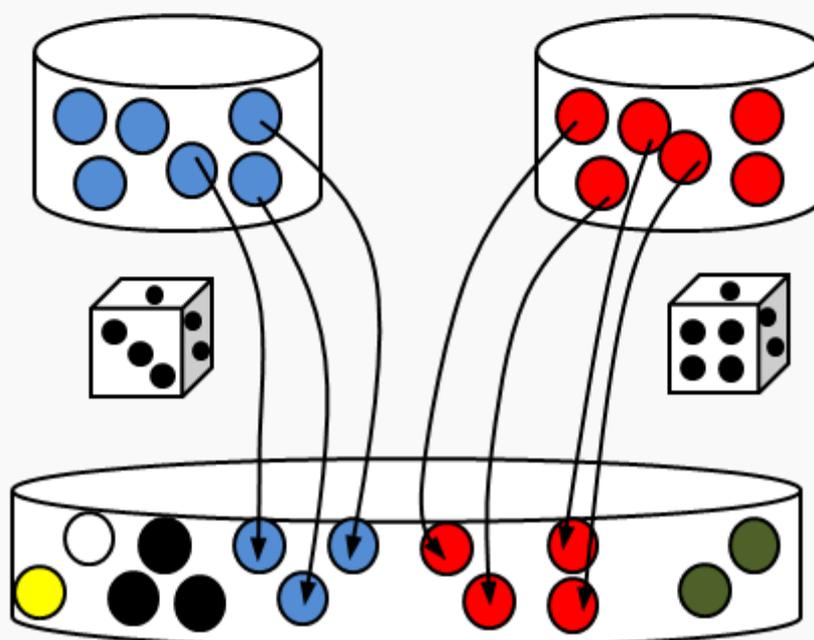
Chaque groupe d'élève possède 6 sacs de billes de couleurs différentes et un dé. Chaque sac contient 6 billes au minimum (10-15 sera mieux pour la suite).



Etape 1 :

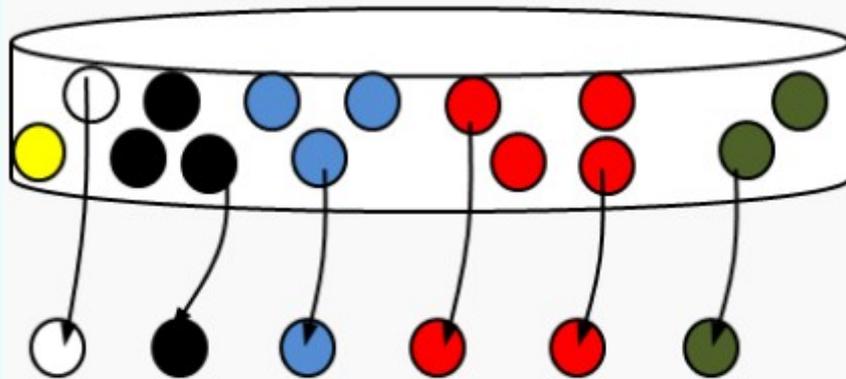
Pour chaque sac un élève lance le dé et obtient un chiffre entre 1 et 6. Il puise alors dans ce sac le nombre de billes correspondant au lancé et le(s) place dans une urne commune.

Dans cette urne commune il y aura, à la fin des lancés, entre 6 et 36 billes correspondant aux 6 lancés de dé.



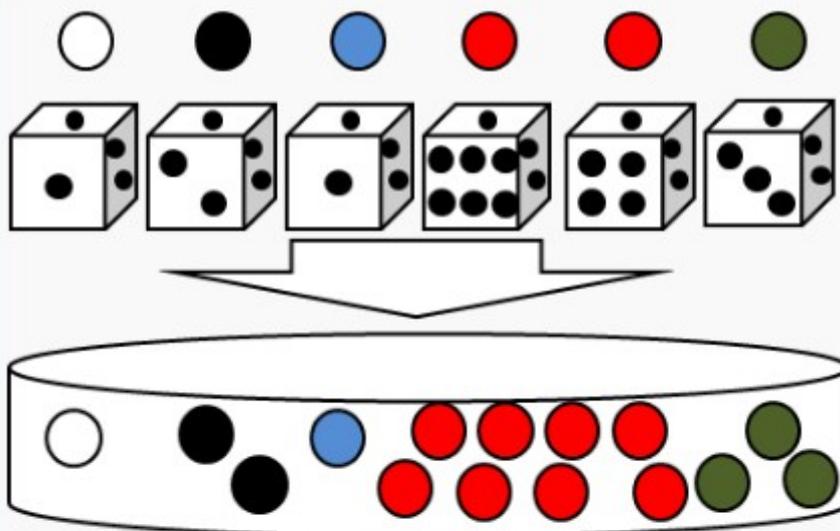
Etape 2 :

L'élève effectue un tirage au sort de 6 billes de l'urne commune (cela doit impérativement se faire au hasard)



Etape 3 :

Pour chaque bille tirée, l'élève lance le dé. Il placera alors dans une nouvelle urne autant de billes de cette couleur que le chiffre obtenu au dé.



Etape 4 :

Les étapes 2 et 3 sont reproduites : on tire au hasard à nouveau 6 billes dans la nouvelle urne,...

L'activité s'arrête lorsqu'il ne reste que des billes d'une seule couleur.

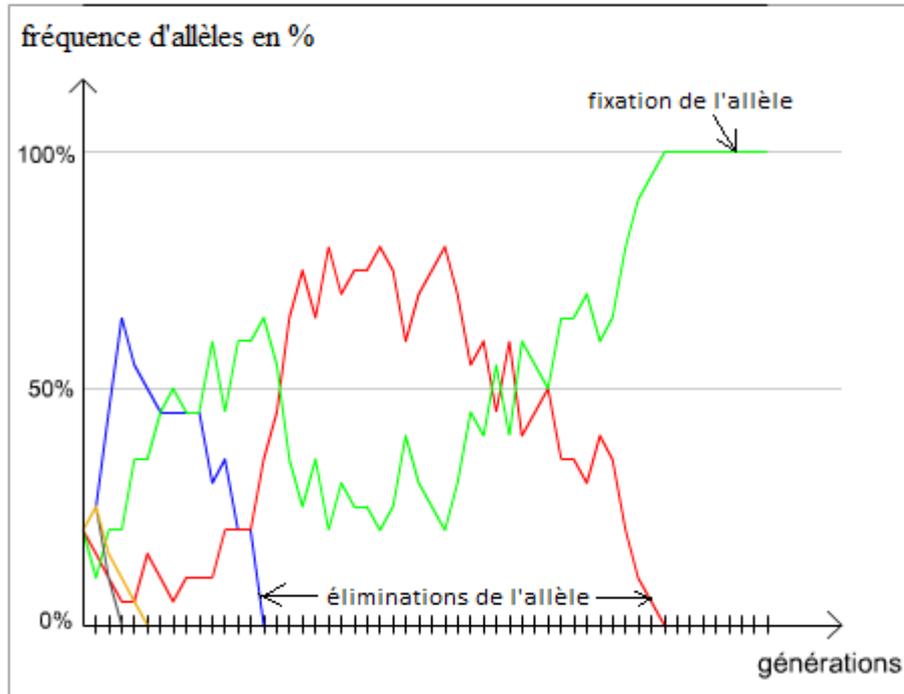
Protocole 1 (groupe 2):

1. **Ouvrir** une page internet
2. **Écrire** dans la barre de recherche l'adresse suivante :
<http://www.ac-nice.fr/svt/productions/freeware/derive/>
3. **Sélectionner** 5 couleurs de boules
4. **Choisir** l'effectif que vous voulez entre 5 et 100
5. **Inscrire** l'effectif choisi dans la case sur le logiciel
6. **Remplir** la première colonne du tableau.
7. **Ne pas autoriser** les mutations
8. **Cliquer sur** « Lancer le modèle »
9. **Cliquer** sur « tirer une boule »
10. **Cliquer** sur « tout tirer »
11. **Remplir** la deuxième colonne du tableau ; pour cela **relever** le nombre de boules de chaque couleur.
12. **Cliquer** sur « génération suivante »
13. **Répéter** l'étape 8. et 9. jusqu'à atteindre la génération 5
14. **Remplir** la troisième colonne du tableau ; pour cela **relever** le nombre de boules de chaque couleur.
15. **Répéter** l'étape 8. et 9. jusqu'à atteindre la génération 100
16. **Remplir** la quatrième colonne du tableau ; pour cela **relever** le nombre de boules de chaque couleur.

3) Le bilan construit avec les élèves

Bilan :

La **dérive génétique** modifie de façon aléatoire (hasard) la fréquence des allèles au sein d'une population.



Le graphique présenté a été obtenu en relevant, pour un gène, les différentes versions possibles et en précisant la fréquence (en pourcentage) de chaque allèle au cours des générations.

Le cumul de toutes les versions du gène, pour une génération, a une fréquence de 100 %.

Modification des fréquences alléliques liée au phénomène de la dérive génétique, au cours des générations

La dérivé génétique est d'autant plus marquée que la population est petite.

4) Les QCM

QCM

(Groupe 1 - La dérive génétique – Modèle analogique)

Entourer la bonne réponse :

1/ La dérive génétique :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ La dérive génétique :

- Est plus marquée dans une population à grand effectif que dans une population à petit effectif
- Est plus marquée dans une population à petit effectif que dans une population à grand effectif
- Modifie les fréquences alléliques de la même manière pour les grandes et les petites populations

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la sélection naturelle)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle analogique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles analogiques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle analogique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle analogique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

7/ D'après les cartes de la répartition des groupes sanguins dans le monde, je peux dire que cette répartition :

- Est due au hasard
- Dépend de l'ensoleillement
- Dépend de l'âge des personnes

QCM

(Groupe 2 - La dérive génétique – Modèle numérique)

Entourer la bonne réponse :

1/ La dérive génétique :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ La dérive génétique :

- Est plus marquée dans une population à grand effectif que dans une population à petit effectif
- Est plus marquée dans une population à petit effectif que dans une population à grand effectif
- Modifie les fréquences alléliques de la même manière pour les grandes et les petites populations

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante

- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la dérive génétique)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle numérique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles numériques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle numérique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle numérique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

7/ D'après les cartes de la répartition des groupes sanguins dans le monde, je peux dire que cette répartition :

- Est due au hasard
- Dépend de l'ensoleillement
- Dépend de l'âge des personnes

5) Quelques QCM remplis par les élèves

QCM

(Groupe 1 - La dérive génétique – Modèle analogique)

Entourer la bonne réponse :

1/ La dérive génétique :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ La dérive génétique :

- Est plus marquée dans une population à grand effectif que dans une population à petit effectif
- Est plus marquée dans une population à petit effectif que dans une population à grand effectif
- Modifie les fréquences alléliques de la même manière pour les grandes et les petites populations

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la sélection naturelle)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle analogique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles analogiques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle analogique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle analogique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

7/ D'après les cartes de la répartition des groupes sanguins dans le monde, je peux dire que cette répartition :

- Est due au hasard
- Dépend de l'ensoleillement
- Dépend de l'âge des personnes

QCM

(Groupe 1 - La dérive génétique – Modèle analogique)

Entourer la bonne réponse :

1/ La dérive génétique :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ La dérive génétique :

- Est plus marquée dans une population à grand effectif que dans une population à petit effectif
- Est plus marquée dans une population à petit effectif que dans une population à grand effectif
- Modifie les fréquences alléliques de la même manière pour les grandes et les petites populations

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la sélection naturelle)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle analogique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles analogiques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle analogique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle analogique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

7/ D'après les cartes de la répartition des groupes sanguins dans le monde, je peux dire que cette répartition :

- Est due au hasard
- Dépend de l'ensoleillement
- Dépend de l'âge des personnes

QCM

(Groupe 2 - La dérive génétique – Modèle numérique)

Entourer la bonne réponse :

- 1/ La dérive génétique :
 - Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
 - Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
 - Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

- 2/ La dérive génétique :
 - Est plus marquée dans une population à grand effectif que dans une population à petit effectif
 - Est plus marquée dans une population à petit effectif que dans une population à grand effectif
 - Modifie les fréquences alléliques de la même manière pour les grandes et les petites populations

- 3/ J'ai trouvé l'activité :
 - Ennuyeuse
 - Amusante
 - Compréhensible
 - Constructive (permet de comprendre la dérive génétique)
 - Autre(s)

- 4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle numérique :
 - J'ai peur de l'abîmer
 - J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
 - Je n'ai pas peur de l'utiliser
 - Je suis mal à l'aise
 - J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
 - Je l'utilise avec plaisir

- 5/ Les modèles numériques :
 - M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
 - Me permettent de travailler plus productivement
 - Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
 - Ne m'apportent rien
 - M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

- 6/ Je pense que :
 - Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
 - Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
 - Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle numérique
 - J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle numérique
 - Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

- 7/ D'après les cartes de la répartition des groupes sanguins dans le monde, je peux dire que cette répartition :
 - Est due au hasard
 - Dépend de l'ensoleillement
 - Dépend de l'âge des personnes

QCM

(Groupe 2 - La dérive génétique – Modèle numérique)

Entourer la bonne réponse :

1/ La dérive génétique :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ La dérive génétique :

- Est plus marquée dans une population à grand effectif que dans une population à petit effectif
- Est plus marquée dans une population à petit effectif que dans une population à grand effectif
- Modifie les fréquences alléliques de la même manière pour les grandes et les petites populations

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la dérive génétique)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle numérique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles numériques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle numérique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle numérique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

7/ D'après les cartes de la répartition des groupes sanguins dans le monde, je peux dire que cette répartition :

- Est due au hasard
- Dépend de l'ensoleillement
- Dépend de l'âge des personnes

Annexe 2 : Les supports d'activité de la séance 2 sur la sélection naturelle

1) Les supports d'activités

Activité : la sélection naturelle (Groupe 1)

Problématique : Comprendre la théorie de Darwin sur la sélection naturelle

Stratégie de réponse : utiliser un modèle pour simuler la transmission d'un allèle au sein d'une population par la sélection naturelle

Consignes:

1- Remplir le tableau, à l'aide du protocole 1

Couleur Cycles	Espace pixel	Blanc Nombre (en %)	Noir Nombre (en %)	Bleu Nombre (en %)
Début de l'environnement 1				
Transition entre les deux environnement				
Fin de l'environnement 2				

2- **Préciser** se que représente les "carrés" dans le modèle

3- **Préciser** se que représente "l'espace pixel" dans le modèle

4- **Définir** le paramètre permettant de faire d'un allèle un "allèle avantageux"

5- **Définir** la sélection naturelle, à l'aide des informations obtenu durant l'activité

Activité : la sélection naturelle (Groupe 2)

Problématique : Comprendre la théorie de Darwin sur la sélection naturelle

Stratégie de réponse : utiliser un modèle pour simuler la transmission d'un allèle au sein d'une population par la sélection naturelle

1. **Remplir** le tableau, à l'aide du protocole

Couleur Génération	Rouge		Blanc		Noir	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
1						
2						
3						

2) Les protocoles

Groupe 1

Protocole 1:

- 1- **Ecrire** dans la barre de recherche "nazca.roux"
- 2- **Cliquer** sur le lien "sélection"
- 3- **Vérifier** que les entités ont une chance sur 100 de donner un carré d'une autre couleur
- 4- **choisir** que l'espace pixel changera de couleur jusqu'à "une fois"
- 4- **Sélectionner** un groupe de 60 petits carrés
- 5- **Choisir** 40 cycles de calcul
- 6- **Remplir** le tableau activité

Groupe 2

Protocole :

Génération 1 :

1. (Responsable du groupe) **Étaler** 20 pompons de chaque couleur sur le tapis ;
2. (le groupe) Se munir d'une cuillère et d'une coupelle (en guise d'estomac) ;
3. Au top départ, **manger** autant de pompons que possible tout en gardant une main dans le dos ! Mettre les pompons, un à un, dans l'estomac (bécher) ;
4. (Responsable) **Compter** le nombre de pompons survivants pour chaque couleur ; noter ce nombre dans le tableau sur l'activité et sur l'ordinateur du professeur ;
5. **Calculer** les pourcentages de pompons survivants pour chaque couleur ;

Génération 2 :

6. **Double** le nombre de survivants : un pompon est un individu femelle. Chaque pompon survivant se reproduit et donne un descendant ; donc les pompons survivants restent sur le tapis, mais le nombre de pompon de chaque couleur est doublé ; par exemple s'il reste 11 pompons noirs survivants, ajouter 11 pompons noirs sur le tapis, de sorte qu'il y en ait 22 en tout ;
7. **Répéter** les étapes 3. 4. et 5. de la génération 1 ;

Génération 3 :

8. **Refaire** les étapes 6. et 7.

3) Le bilan construit avec les élèves

Bilan :

La sélection naturelle est une modification non aléatoire de la fréquence des allèles avantageux et désavantageux par rapport au milieu.

Un allèle dit avantageux confère un caractère avantageux à l'individu qui le porte.

Cet individu a plus de chance de survivre et de se reproduire au sein de la population et l'allèle a donc plus de chance de se retrouver dans les générations suivantes

4) Les QCM

QCM

(Groupe 1 – La sélection naturelle – Modèle numérique)

Entourer la/les bonne(s) réponse(s) :

1/ La sélection naturelle :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ Un allèle avantageux :

- reste le même, quel que soit l'environnement
- n'existe pas
- dépend de l'environnement dans lequel on se trouve

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la dérive génétique)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle numérique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles numériques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle numérique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle numérique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

QCM

(Groupe 2 – La sélection naturelle – Modèle analogique)

Entourer la/les bonne(s) réponse(s) :

1/ La sélection naturelle :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné

- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ Un allèle avantageux :

- reste le même, quelque soit l'environnement
- n'existe pas
- dépend de l'environnement dans lequel on se trouve

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la sélection naturelle)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle analogique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles analogiques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle analogique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle analogique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

5) Quelques QCM remplis par les élèves

QCM

(Groupe 1 – La sélection naturelle – Modèle numérique)

Entourer la/les bonne(s) réponse(s) :

1/ La sélection naturelle :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ Un allèle avantageux :

- reste le même, quel que soit l'environnement
- n'existe pas
- dépend de l'environnement dans lequel on se trouve

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la dérive génétique)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle numérique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles numériques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle numérique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle numérique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

QCM

(Groupe 1 – La sélection naturelle – Modèle numérique)

Entourer la/les bonne(s) réponse(s) :

1/ La sélection naturelle :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ Un allèle avantageux :

- reste le même, quel que soit l'environnement
- n'existe pas
- dépend de l'environnement dans lequel on se trouve

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la dérive génétique)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle numérique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles numériques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle numérique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle numérique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

QCM

(Groupe 2 – La sélection naturelle – Modèle analogique)

Entourer la/les bonne(s) réponse(s) :

1/ La sélection naturelle :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ Un allèle avantageux :

- reste le même, quelque soit l'environnement
- n'existe pas
- dépend de l'environnement dans lequel on se trouve

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la sélection naturelle)
- Autre(s)

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle analogique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles analogiques :

- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
 - Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle analogique
 - J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle analogique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

QCM

(Groupe 2 – La sélection naturelle – Modèle analogique)

Entourer la/les bonne(s) réponse(s) :

1/ La sélection naturelle :

- Conserve les fréquences alléliques identiques au cours des générations
- Sélectionne l'allèle le plus avantageux dans un milieu donné
- Modifie les fréquences alléliques aléatoirement

2/ Un allèle avantageux :

- reste le même, quelque soit l'environnement
- n'existe pas
- dépend de l'environnement dans lequel on se trouve

3/ J'ai trouvé l'activité :

- Ennuyeuse
- Amusante
- Compréhensible
- Constructive (permet de comprendre la sélection naturelle)
- Autre(s) *cool... et mignonne.....*

4/ Quand on me donne l'occasion d'utiliser un modèle analogique :

- J'ai peur de l'abîmer
- J'hésite à l'utiliser de peur de faire des erreurs que je ne pourrais pas corriger
- Je n'ai pas peur de l'utiliser
- Je suis mal à l'aise
- J'hésite à l'utiliser par peur de paraître stupide
- Je l'utilise avec plaisir

5/ Les modèles analogiques :

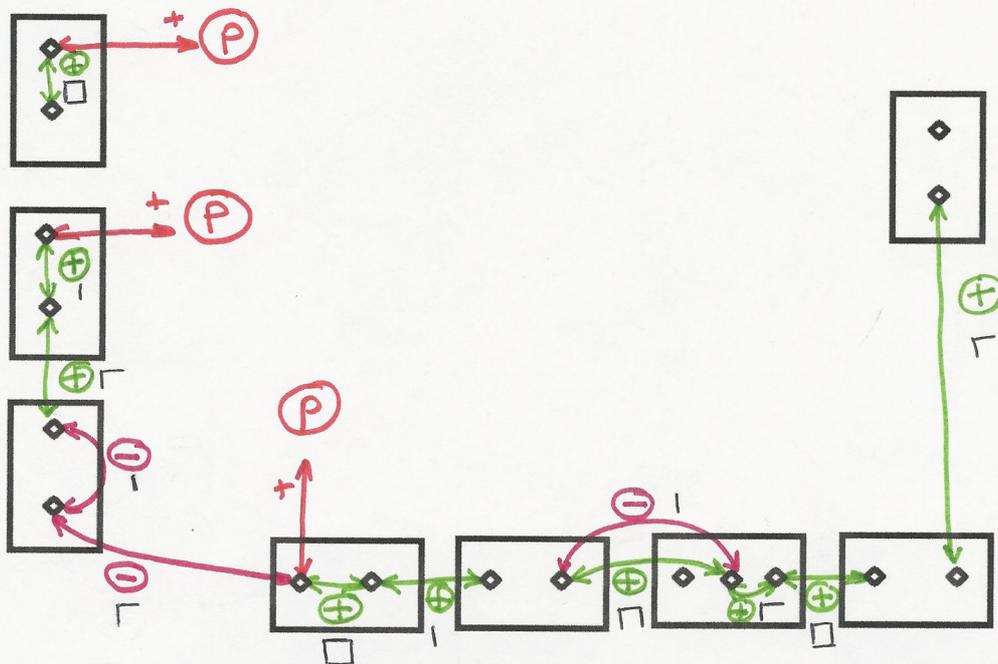
- M'aident à améliorer ma compréhension sur les notions scientifiques abordées en cours
- Me permettent de travailler plus productivement
- Peuvent me permettre de faire des travaux plus intéressants
- Ne m'apportent rien
- M'embrouillent les idées (qui étaient pourtant claires avant leur utilisation)

6/ Je pense que :

- Je pourrais probablement apprendre la plupart des choses que je dois savoir sans utiliser ce modèle
- Si j'ai des problèmes à utiliser le modèle, je peux généralement les résoudre seul(e)
- Je ne suis pas en total contrôle quand j'utilise un modèle analogique
- J'ai besoin d'une personne expérimentée à proximité lorsque j'utilise un modèle analogique
- Je n'ai pas besoin de quelqu'un, je me débrouille très bien seul(e)

Annexe 3 : exemple de relevé d'interactions (groupe 1-séance 2)

Disposition de la classe et des élèves lors du comptage des interactions durant la séance sur la sélection naturelle



-  interaction élève-élève positive
-  interaction élève-élève négative
-  interaction professeur-élève positive

Résumé

Les modèles pédagogiques sont souvent utilisés en Sciences de la Vie et de la Terre car ils permettent d'étudier en situation de classe des phénomènes que nous ne pouvons appréhender dans leur réel contexte biologique ou géologique.

Le modèle peut se présenter sous diverses formes (représentative, explicative...) et nous pouvons l'exploiter avec les élèves de diverses manières, en reconstituant certaines conditions imitant le réel.

Cependant, il existe diverses natures de modèles, voilà pourquoi ce mémoire compare deux grands types de modèles, dit analogique et numérique, dans une classe de seconde. Il s'agit de voir si les élèves ont une préférence entre les deux dans un contexte de construction de notions, mais également dans la façon d'interagir avec ces modèles que se soit d'un point de vue social (interaction entre les élèves et avec le professeur) ou lié à la perception (leur préférence, l'utilité de ce modèle et l'emprise qu'ils ont sur ce dernier).

Les résultats montrent, selon la situation, que les élèves préfèrent utiliser un certain type de modèle. C'est donc au professeur de savoir quel modèle est le plus approprié en fonction de la notion à construire et de la diversité du public concerné. Chaque modèle, qu'il soit analogique ou numérique, amène, à sa façon, une manière d'appréhender les apprentissages et savoirs aux élèves.

Abstract

Pedagogical patterns are currently used in the life and Earth sciences. Thanks this experimental sciences, it's possible to study in a classroom many natural mechanisms impossible to understand in their actual biological or geological context.

The pattern can be presented in various forms (representative, explanatory ...) and we can exploit it with students in various ways, by imitating some of the real conditions.

However, there are numerous types of patterns. In this paper, we will compare two important types of model, called analog pattern and digital pattern, with students ages 15 years.

The aim is, when we discover a new notion, compare in the first hand students

preferences between the two patterns and in the second hand compare the different ways to interact with these patterns. We focused on the social part (Interaction between students and with the teacher) and on their different perceptions (student preference between analogue pattern or digital pattern, the pattern's usefulness and the pattern's control)

Our results show, according situation, that students have a preference for one of the both patterns. The teacher is charge to know which pattern is the most appropriate for taught notion. He also must to consider the diversity of his public. Each pattern, in its own way, will lead students on the way of knowledge.

Mots-clés: Modéliser, analogique, numérique, apprentissage, enseignement, sciences
keywords: Modeling, analogical, numerical, learning, education, science