



HAL
open science

D'une déstabilisation des conceptions des élèves vers la construction de modèles explicatifs au cycle 3 en astronomie

Juliette Steib

► **To cite this version:**

Juliette Steib. D'une déstabilisation des conceptions des élèves vers la construction de modèles explicatifs au cycle 3 en astronomie. Education. 2021. dumas-03683315

HAL Id: dumas-03683315

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03683315>

Submitted on 3 Jun 2022

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Mémoire

Présenté pour l'obtention du Grade de

MASTER

« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation »

Mention 1^{er} degré, Professeur des Écoles

Titre : D'une déstabilisation des conceptions des élèves vers la construction de modèles explicatifs au cycle 3 en Astronomie.

Présentée par
STEIB Juliette

Sous la direction de : BOIVIN-DELPY Géraldine

Grade : Maîtresse de conférences

Année universitaire 2020-2021

Description du mémoire

1. Champs scientifique(s) : Sciences et technologie au cycle 3 en Astronomie

2. Objet d'étude : L'objet de ce mémoire est de collecter les représentations initiales des élèves de CM1 avant de faire une séquence de sciences pour ensuite voir si elles ont évolué vers des connaissances conformes aux savoirs de référence.

3. Méthodologie : Pour répondre à la problématique de ce mémoire, plusieurs méthodes ont été mises en place dans cette séquence : les modélisations, l'étude de documents et l'histoire des sciences.

4. Résumé du mémoire

Cette recherche porte sur l'évolution des représentations initiales des élèves. Elle a été menée cette année durant la période 4 avec une classe de 14 CM1 à l'école Henri Fertet à Besançon. Dans ce mémoire, je vais tenter de répondre à la question suivante : « Comment déstabiliser les représentations initiales des élèves pour leur permettre de les faire évoluer vers des modèles explicatifs conformes aux savoirs de référence du cycle 3 en Astronomie ? ».

Cette étude vise à caractériser comment à partir d'une collecte des représentations initiales des élèves, on peut grâce à des pratiques scientifiques, proposées par des chercheurs, déstabiliser les élèves pour les faire aboutir à des modèles explicatifs conformes aux savoirs de référence. La problématique de séquence appartient à la partie Astronomie du cycle 3 et le but est que les élèves soient capables d'expliquer l'alternance journée-nuit. Après une étude de différentes thèses de chercheurs, j'ai décidé d'utiliser la modélisation et l'étude de documents en adoptant la démarche d'investigation. Le bilan de cette séquence est plutôt positif car beaucoup d'élèves sont capables à la fin de répondre correctement à la question. Cependant, certains élèves ont encore du mal à argumenter et à dissocier les phénomènes pour ne choisir que celui qui explique le phénomène étudié.

5. Mots-clés

- Représentations initiales
- Modélisation
- Évolution
- Modèle scientifique

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement ma directrice de mémoire Madame BOIVIN-DELPIEU.G, maîtresse de conférences et professeure de didactique de la physique à l'INSPE de Besançon pour son soutien dans mon projet. Elle a su répondre à toutes mes interrogations et me conseiller dans mon travail.

Je remercie également la formation hybride dont je fais partie au sein de l'INSPE qui a pu me guider dans l'élaboration de notre mémoire en me donnant des activités intermédiaires et en répondant à toutes mes questions. Elles sont un soutien très précieux dans ce début de carrière.

Je remercie aussi mes tutrices et collègues de stage qui m'ont beaucoup aidée en partageant avec moi leurs expériences et répondant à toutes mes questions.

Pour finir, je remercie ma famille de m'avoir soutenue. Mon papa, mon frère et mon grand-père pour toutes leurs relectures. Je remercie tout particulièrement ma maman qui m'a aidée, relue et encouragée.

Sommaire

Introduction	9
Partie 1 : Cadres théoriques	11
I. Représentations initiales des élèves et obstacles sous-jacents	11
Définition des représentations initiales	11
Conceptions / Représentations	12
Les différents types d'obstacles sous-jacents	13
II. Les principales théories de l'apprentissage et les représentations initiales des élèves	15
Théories qui tiennent compte des représentations	16
Théories contre les représentations	16
Quand et comment peut-on recueillir les représentations initiales des élèves ?	18
Représentations, toutes utiles pour l'apprentissage scientifique ?	19
III. Comment les démarches d'enseignement en sciences intègrent-elles les représentations initiales ?	20
Les fondements historiques	20
La démarche d'investigation du point de vue des programmes	21
La démarche d'investigation du point de vue des chercheurs	22
Notion de modèle scientifique et modélisation	24
Utilité des savoirs scientifiques dans les sciences	26
Bilan : faire évoluer les représentations pour construire des connaissances en sciences	28
IV. Élaboration de la problématique	29
Partie 2 : Cadres pratiques	30
I. Contextes	30
Contexte institutionnel	30
Contexte de classe et population étudiée	33
II. Représentations initiales des élèves	34
Protocole de récolte des données	34
Recueil des représentations initiales des élèves lors de la première séance	35
Analyse des représentations initiales des élèves	37
III. Déroulement du reste de la séquence	41
Séance 2 : Test des deux hypothèses	41
Séance 3 : Histoire des sciences (Ptolémée 100-168 et Copernic 1473-1543)	43
Séance 4 : Histoire des sciences (Galilée 1564-1642)	44

Séance 5 : Construction d'un nouveau modèle explicatif	44
IV. Séance évaluation	45
Déroulement de la séance	45
Analyse des évaluations des élèves	46
Conclusion	49
Bibliographie	50

Introduction

Il n'est pas rare de rencontrer des adultes qui croient encore que la terre est plate. Les sciences expérimentales sont donc un domaine important mais particulièrement compliqué à enseigner. D'une part à cause de l'organisation matérielle, d'autre part, à cause des représentations initiales des élèves pouvant faire obstacle à la construction de nouvelles connaissances conformes aux savoirs de référence. Mes recherches ont soulevé les questions suivantes : « comment les professeurs des écoles procèdent-ils pour faire évoluer les représentations initiales des élèves à propos d'un sujet » et « comment en construire d'autres plus justes scientifiquement parlant ? »

Ayant effectué des études en sciences, il me semble, que la manipulation et la démarche scientifique sont deux facteurs ayant un rôle primordial dans la motivation, la construction des savoirs et l'évolution des représentations initiales des élèves. On fait participer activement les élèves pour attirer leur attention et les captiver. La démarche expérimentale est également importante. Les instructions officielles en vigueur préconisent une démarche selon les étapes suivantes :

**Choix de la situation de départ,
Formulation d'une problématique,
Émission d'hypothèses,
Investigation,
Structuration.**

Ces étapes me semblent indispensables pour construire des connaissances scientifiques rigoureuses.

Ce mémoire interroge donc sur le rôle des représentations initiales des élèves dans la construction de connaissances scientifiques solides et rigoureuses.

Après la lecture de nombreux articles scientifiques et l'expérience acquise durant mon stage, je me suis demandée :

Comment déstabiliser les représentations initiales des élèves pour leur permettre de les faire évoluer vers des modèles explicatifs conformes aux savoirs de référence du cycle 3 en Astronomie ?

Pour répondre à cette problématique, la première partie va se décomposer en plusieurs sections. Nous allons débuter en définissant les termes essentiels à la compréhension du mémoire. Ensuite, nous aborderons la place des représentations initiales à l'école. Nous verrons enfin comment se construisent les connaissances en sciences et le pourquoi de cette problématique.

La deuxième partie concernera le déroulement de ma séquence réalisée avec une classe de CM1. Je montrerai comment j'ai collecté et analysé les représentations initiales des élèves. Différents moyens seront mis en place pour essayer de faire évoluer ces représentations. Un bilan sera ensuite effectué pour montrer si la séquence a été efficace.

Partie 1 : Cadres théoriques

I. Représentations initiales des élèves et obstacles sous-jacents

Les élèves du cycle 3 possèdent souvent des représentations initiales et cela peut entraîner des difficultés dans l'apprentissage de nouveaux modèles explicatifs conformes aux savoirs de références.

Définition des représentations initiales

D'après De Vecchi & Giordan (1989, p.62) la représentation initiale est une « structure de pensée sous-jacente à un modèle explicatif simple, logique et organisé dont les origines sont diverses, et qui peut être utilisé dans une situation donnée pour poser ou résoudre un problème ».

Depuis le plus jeune âge, les enfants ont une vision de tout ce qui les entoure, ils ont des idées sur tout ce qui se passe autour d'eux. Ils arrivent donc à l'école avec ces visions et idées. Celles-ci se sont principalement construites en fonction de leur environnement et du contexte socioculturel dans lequel ils évoluent.

Les représentations initiales sont liées au niveau de connaissance, au degré de maturité et à l'histoire de l'apprenant. Elles dépendent aussi beaucoup du contexte socioculturel (famille, amis, école) dans lequel elles sont construites.

Les enfants représentent, ils donnent à voir ce qu'ils ont dans la tête, leurs idées, ce qu'ils imaginent à propos d'idées scientifiques. On rencontre ou on fait émerger des représentations initiales chez les enfants dès la maternelle. Celles-ci peuvent être les mêmes à différents âges. Les enfants retiennent souvent des mots et des images stéréotypées. Il est compliqué de faire évoluer les représentations : elles persistent dans la tête des enfants car c'est un modèle explicatif logique pour eux. C'est à partir de ces conceptions qu'ils arrivent à expliquer et à comprendre « à leur manière » les phénomènes qui les entourent.

Les enseignants possèdent également comme les enfants, des représentations hétérogènes.

De part leurs études, leurs formations leurs goûts et leur environnement familial, les professeurs des écoles ont des conceptions sur les sciences différentes et auront donc des approches sur les sujets scientifiques variables et des démarche sans doute variées.

Ce qui varie chez les personnes, ce sont les représentations autrement dit les manifestations d'une idée. Les représentations initiales sont personnelles et peuvent évoluer. Cette évolution est une construction progressive du savoir, une transformation lente et difficile et qui est souvent gênée par des obstacles.

Dans le cadre scolaire, l'enfant devenant élève, l'analyse des conceptions va permettre à l'enseignant de définir des objectifs pertinents et d'orienter la séquence effectuée.

Conceptions / Représentations

L'enfant n'est pas une page blanche. En effet, il arrive à l'école avec un bagage d'idées, de savoirs superficiels, sur le monde qui l'entoure.

Le mot représentation est souvent utilisé pour parler de ce que les élèves croient savoir mais ce mot est contesté car il est utilisé dans d'autres domaines notamment les arts (représentation graphique, représentation théâtrale...). C'est pour cela que les chercheurs en didactique des sciences utilisent plutôt le mot conception, plus proche du mot concept.

Giordan et De Vecchi (1987, p. 85) définissent une conception initiale comme étant « *un processus personnel par lequel un apprenant structure au fur et à mesure les connaissances qu'il intègre* » et, comme « *un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations problèmes* ».

En résumé, l'élève donne à voir une représentation alors que la conception est ancrée dans sa tête. Comment donc l'aider à faire évoluer ses modèles explicatifs initiaux? Il faut commencer par étudier les différents obstacles auxquels l'élève va être confronté.

La définition classique d'un obstacle est une barrière qui empêche d'atteindre un résultat. Ils sont donc souvent considérés comme des entraves qui ne vont pas permettre de construire un savoir rigoureux.

Il en existe cinq types :

Les obstacles sociologiques (théorie de Moscovici) :

Ils proviennent des représentations sociales et des préjugés de l'environnement de l'enfant, pouvant avoir une influence sur la construction de celui-ci. Selon le milieu social et les opinions de la famille, l'enfant se construit des connaissances basées sur celles de son entourage. Par exemple, certaines familles, par croyance religieuse pense et apprennent à leurs enfants que la Terre est plate. Les élèves vont donc arriver à l'école avec une conception initiale erronée à faire évoluer par l'enseignant.

Les obstacles psychogénétiques (théorie de Piaget) :

Ils sont liés aux capacités psychologiques qui témoignent de l'inachèvement du développement de l'enfant empêchant la prise en compte de la réalité objective. L'enfant admet facilement les différentes informations qu'il entend autour de lui (famille, école, médias) car il n'a pas encore la capacité de les remettre en cause. Sa réflexion n'est pas encore aboutie contrairement aux adultes.

Les obstacles psychanalytiques (théorie de Freud) :

Ils tiennent compte des contenus psychiques, de la part inconsciente de la pensée, de l'affect et de l'histoire personnelle de l'enfant. Chaque enfant est en effet différent, il peut être particulièrement sensible, avoir vécu des situations graves qui l'auront forcément affectées et il est nécessaire d'en tenir compte.

Les obstacles épistémologiques (théorie de Bachelard) :

Portant sur le savoir en lui-même, ils sont constitutifs d'une connaissance inachevée. Ils viennent interférer entre le désir de connaître et l'objet étudié. Ils peuvent résulter de circonstances sociales, économiques et culturelles.

Ce type d'obstacle apparaît lorsque la connaissance acquise est remise en cause par un renouvellement du questionnement : « *la question abstraite et franche s'use : la réponse concrète reste. Dès lors, l'activité spirituelle s'invertit et se bloque* » (Bachelard, 2011, p.14). Bachelard (Bachelard, 2011, p.15) entend justifier par de multiples exemples le recours à la notion d'instinct dans la formation des obstacles épistémologiques : « *D'une manière bien visible, on peut reconnaître que l'idée scientifique trop familière se charge d'un concret psychologique trop lourd, qu'elle amasse trop d'analogies, d'images, de métaphores, et qu'elle perd peu à peu son vecteur d'abstraction, sa fine pointe abstraite*».

Aussi, la notion d'obstacle épistémologique est particulièrement intéressante dans le cadre de l'enseignement et de l'étude des sciences car elle correspond aux connaissances des élèves bien ancrées qui ne s'avèrent pas toujours justes et que l'activité doit permettre de remettre en cause. Cette notion peut être étudiée dans :

- Le développement historique de la pensée scientifique :

L'historien recherche les textes et se doit de prendre les idées scientifiques pour des faits. L'épistémologue prend à l'inverse les faits pour des idées : « *tout ce qu'on rencontre dans l'histoire de la pensée scientifique est bien loin de servir effectivement à l'évolution de cette pensée.* » (Bachelard, 2011, p.17).

Un fait mal interprété peut devenir un obstacle pour l'épistémologue ; il n'est qu'un fait pour l'historien. La démarche scientifique peut donc permettre de vaincre une difficulté, de surmonter un obstacle et donc aider l'élève à faire évoluer des connaissances ancrées approximatives : « *la pensée scientifique apparaîtra comme une difficulté vaincue, comme un obstacle surmonté* » (Bachelard, 2011, p.18).

- La pratique de l'éducation :

Les professeurs de sciences ont par exemple beaucoup de mal à imaginer qu'une leçon puissent s'avérer inefficace alors qu'ils ont redoublé d'efforts pour la faire comprendre :

« *J'ai été souvent frappé du fait que les professeurs de sciences, plus encore que les autres si c'est possible, ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas. (...)* (Bachelard, 2011, p.18). Les enseignants ont souvent du mal à constater lors d'une évaluation qu'une notion n'est pas maîtrisée alors qu'ils ont usé de différentes méthodes pour la faire comprendre.

J'ai été parfois surprise, quand je réalise le bilan à la fin d'une séance « *qu'avez vous appris aujourd'hui ?* » de voir que les élèves avaient du mal à répondre à cette question. Lors de l'acquisition des savoirs, l'élève acquiesce souvent et semble avoir compris la notion. Cependant lors d'un exercice d'application le professeur peut se rendre que ce n'est pas le cas et être étonné.

Les obstacles didactiques (théorie de Brousseau) :

Ce sont des conséquences involontaires qui peuvent être liées à la transposition didactique, aux choix pédagogiques effectués par les enseignants. Ils peuvent s'opposer à l'apprentissage de nouvelles connaissances ou encore induire en erreurs. Il y a un obstacle lorsque les conceptions nouvelles à construire contredisent les conceptions antérieures bien assises de l'apprenant (Bednarz, Garnier, 1989). Un obstacle didactique peut donc être une représentation négative de la tâche d'apprentissage, induite par une conception antérieure, faisant entrave à un nouveau modèle explicatif conforme aux savoirs. Par exemple, lors de la correction d'une dictée, certains enseignants choisissent de noter au tableau les mots faux des élèves pour ensuite pouvoir les corriger collectivement. Ce choix peut être un obstacle pour certains élèves qui vont enregistrer cette orthographe comme étant la bonne.

Cet obstacle est donc propre aux choix des apprenants dans leurs actions. Il y a donc ce type d'obstacle lorsque les «conceptions nouvelles» à s'approprier contredisent les «conceptions antérieures» de l'élève.

Afin d'adapter les démarches d'enseignements en sciences commençons par étudier les principales théories de l'apprentissage sur les conceptions initiales des élèves.

II. Les principales théories de l'apprentissage et les représentations initiales des élèves

Certaines théories proposent d'intégrer les représentations initiales des élèves en sciences alors que d'autres y sont formellement opposées.

Théories qui tiennent compte des représentations

En 1938, pour Bachelard, les erreurs des élèves sont considérées comme des manifestations d'état du savoir et non plus comme un manque de travail ou d'attention. Pour lui, les obstacles ne sont pas une difficulté mais un point de départ sur lequel il faut s'appuyer pour faire évoluer ces conceptions initiales. Il ne faut donc pas les envisager d'un point de vue négatif.

En 1986, Martinand proposa une théorie de l'apprentissage qui permet de dépasser les obstacles à travers le concept d'objectif-obstacle en envisageant les objectifs d'enseignement en termes d'obstacles franchissables.

Il est donc nécessaire de définir des objectifs en début de séance par rapport aux obstacles des élèves. Par exemple, si certains élèves pensent que le Soleil tourne autour de la Terre, notre objectif de séance sera de leur démontrer que leur représentation initiale était incorrecte par exemple en utilisant une modélisation. Les élèves devront en déduire la connaissance scientifique correcte.

En 1996, Astofli proposa un processus de mise en œuvre pour faire face à ces obstacles :

- repérer les obstacles à l'apprentissage,
- définir le savoir à acquérir en fonction des obstacles décelés,
- choisir un ou plusieurs obstacles franchissables pour la séquence,
- se fixer pour objectif le franchissement de ces obstacles, ce qui constituera un progrès intellectuel pour les élèves.

Certaines théories proposent par opposition de ne pas tenir compte des représentations initiales.

Théories contre les représentations

Le modèle transmissif est basé sur les pédagogies traditionnelles magistrales. L'enseignant est au centre de ce modèle, il dit, montre et construit le savoir et les élèves doivent simplement l'enregistrer en l'écoutant. On suppose donc que l'élève n'a aucune connaissance antérieure. Le cours ressemble alors à un exposé : c'est le modèle « j'apprends, j'applique ». L'élève n'a donc aucune autonomie.

C'est un modèle encore utilisé dans les sections supérieures (lycées, universités) par certains enseignants qui considèrent que c'est à eux de transmettre le savoir et que l'élève n'a un rôle que de spectateur met de côté ses propres représentations.

Un autre type de modèle, le modèle béhavioriste est né au début du XX^e siècle aux Etats Unis. Il s'intéresse au comportement de l'homme défini comme « l'ensemble des réactions objectivement observables qu'un organisme généralement pourvu d'un système nerveux oppose aux stimuli, eux aussi observables, dans le milieu dans lequel il vit » (Waston, 1913, p.158-177).

C'est l'apprentissage par conditionnement où les « bonnes » réponses sont récompensées et les « mauvaises » punies. L'enseignant doit alors proposer des situations précises sur lesquels l'élève va travailler pour acquérir ou renforcer des connaissances. En valorisant les élèves qui fournissent des réponses correctes et en mettant de côté ceux qui ne sont pas d'accord, l'enseignant décide de ne pas prendre en compte les conceptions erronées.

Il est donc possible de se demander si on doit ignorer ces représentations initiales. Cette question a fait, dans le passé, débat chez de nombreux chercheurs.

Lorsque les enseignants prennent en compte les représentations des élèves, l'activité dure plus longtemps et est plus compliquée à gérer. Il faut que les élèves acceptent les contradictions qui vont leur permettre d'enrichir leur travail.

Les utiliser peut donc sembler être une perte de temps et on peut se demander si il est judicieux de

- Faire sans les représentations

C'est à dire de ne pas les reconnaître, les ignorer parce que les professeurs les considèrent comme difficile à utiliser.

- Faire contre pour dire le véritable savoir

Les refuser en les remettant en cause.

- Faire avec les représentations

Les prendre en compte comme outil didactique en les utilisant comme simple motivation ou en les traitant de façon implicite sans les faire émerger, en les faisant seulement s'exprimer.

- Faire avec pour aller contre

Les faire se confronter tout en s'appuyant sur elles pour les transformer.

Il a été démontré qu'il était plus pertinent de les prendre en compte, je vais donc expliquer dans ce mémoire pourquoi il faut faire avec pour aller contre. Il est nécessaire de les faire émerger pour ensuite les comparer.

Il est alors important de se demander, dans quelles conditions doit-on les recueillir ?

Quand et comment peut-on recueillir les représentations initiales des élèves ?

Les professeurs ont une somme d'outils à leur disposition pour faire émerger les représentations initiales des élèves en tenant compte de leur âge.

Ils peuvent utiliser :

- des questionnaires écrits (directifs ou semi-directifs, questions ouvertes ou fermées à choix multiples...) qui peuvent s'avérer compliqués pour des enfants en bas âges mais qui permettent souvent de gagner du temps,
- des documents écrits ou audiovisuels qui sont souvent des bonnes situations déclenchantes mais qui peuvent être complexes,
- des expériences qui captent et intéressent beaucoup les élèves mais qui demandent une grande préparation pour le professeur,
- des situations de classe (jeux de rôles, débat) qui se révèlent amusantes pour des élèves de tout âges,
- des schémas ou dessins qui sont un mode d'expression adapté aux enfants par leur caractère simple.
- choisir des sujets en lien avec des situations de la vie courante pour que les élèves puissent facilement proposer leurs représentations initiales : il est nécessaire de lier un maximum les connaissances apportées à l'école au quotidien de l'enfant.

Il est possible de recueillir les représentations initiales des élèves avant d'entamer le sujet pour faire une évaluation diagnostique, pendant la séquence afin de juger si l'élève est dans la bonne voie et à la fin, pour une évaluation.

On peut se demander pourquoi faire émerger ces représentations ?

- Pour évaluer, faire un diagnostic.
- Pour connaître les obstacles à l'apprentissage et donc adapter ses méthodes de travail, pour déstabiliser.
- Pour l'enfant, afin de comparer ses représentations avec celles des autres.
- Pour obliger l'élève à argumenter.
- Pour comparer avec les représentations finales et voir l'évolution.
- Pour emmener les élèves à un questionnement.

Représentations, toutes utiles pour l'apprentissage scientifique ?

Savoir si les représentations sont une aide ou un obstacle pour l'apprentissage scientifique fait débat chez de nombreux chercheurs et professeurs. Il y a des représentations pédagogiquement inutilisables à cause du type de problème que pose leur prise en compte. Les représentations des enfants sont souvent complexes. Certaines ne sont pas utiles dans la construction de savoirs, il faut donc choisir celles qui sont significatives.

Les « fausses connaissances » risquent de se renforcer car ce qui est en général retenu est souvent ce qui peut s'intégrer à ce qui préexiste. Faire circuler une fausse représentation à ses camarades peut influencer ou consolider une fausse idée au lieu de la faire évoluer.

Il faut donc être prudent. Les élèves utilisent souvent les mots qu'ils ont entendus et non pas les mots à leur portée, ils n'en connaissent pas forcément la signification. Le professeur doit faire attention à ne pas donner un autre sens que celui que les élèves entendent. Les élèves peuvent mentir sans s'en rendre compte, pour faire émerger un plaisir ou nier pour protéger. Ils peuvent également avoir peur de se faire juger par les autres élèves et donc ne pas intervenir.

On peut donc estimer que les représentations initiales des élèves sont des aides pour l'apprentissage scientifique si elles sont correctement utilisées.

On peut se demander pour qui ces représentations ont un intérêt dans l'acquisition de connaissances scientifiques ?

Les représentations ont de l'intérêt pour l'apprenant comme pour l'enseignant. J'ai résumé l'aide que pouvait apporter la prise en compte des représentations initiales dans ce tableau :

Pour l'apprenant	Pour l'enseignant
<p><i>Une prise de conscience :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - De l'existence de représentations « fausses » ou mal appropriés. - Du fait que d'autres n'ont pas les mêmes représentations que lui. <p><i>Un point de départ, le socle sur lequel va s'élaborer la connaissance :</i></p> <p>Nécessite de construire un savoir plus élaboré, qui oblige de le faire évoluer ou de le transformer</p>	<p><i>Un diagnostic :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaissances des apprenants à qui il s'adresse. - Prise en compte des obstacles. - Prise de conscience du chemin qu'il reste à parcourir entre les représentations des apprenants et ses objectifs. <p><i>Un pronostic et un traitement :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Choix des situations pédagogiques. - Moyen de situer ou d'évaluer.

Tableau 1 : Aides apportées par la prise en compte des représentations initiales

Il faut maintenant montrer comment l'enseignement des sciences peut intégrer ces conceptions initiales.

III. Comment les démarches d'enseignement en sciences intègrent-elles les représentations initiales ?

Les fondements historiques

L'enseignement des sciences a beaucoup évolué. À la fin du XIX^e siècle, la leçon de choses consistait à mettre l'élève devant des objets ou des documents pour qu'il acquière la connaissance.

Dès 1960, à partir de nouvelles théories sur le développement de l'enfant, la pédagogie de l'éveil est appliquée. Elle montre qu'il est important de partir des représentations initiales des élèves, de leur questionnement pour que l'apprentissage repose sur une construction ou une transformation de ses représentations. Cette pédagogie a finalement été jugée trop globale.

À partir de 1980, la démarche expérimentale s'impose comme une méthode pour améliorer l'acquisition des connaissances scientifiques en rendant les élèves « actifs ». Ils deviennent acteurs dans les séances de sciences et non plus simplement spectateurs. Le professeur anime la séance à laquelle les élèves vont participer activement.

La démarche d'investigation du point de vue des programmes

Au cycle 2, nous étudions « la découverte du monde » pour passer à l'étude des « sciences expérimentales et de la technologie » au cycle 3.

Dans ce mémoire, nous nous intéressons uniquement aux informations relatives au cycle 3. L'objectif de ce cycle est de comprendre le monde qui entoure les élèves. Pour cela, les programmes préconisent la démarche d'investigation.

Cette démarche est composée de 5 étapes précisées dans les documents d'accompagnement des programmes de 2002 pour la première fois. Ces étapes sont nécessaires dans l'acquisition de savoirs rigoureux. Cette démarche est très utilisée dans les écoles françaises surtout dans le domaine des sciences.

Pour commencer, on initie la démarche avec une **situation de départ** qui doit attirer la curiosité des élèves. Ils seront plus motivés si la notion est intéressante pour eux. C'est souvent ce moment que les professeurs des écoles choisissent pour recueillir les représentations initiales des élèves afin d'orienter leur séquence. Dans cette étape, ils relèvent les confusions qui devront être rectifiées à la fin de la séquence.

Puis, une fois les représentations initiales identifiées, les élèves avec l'aide du professeur vont essayer de **formuler une problématique** scientifique qui sera l'objet du questionnement de la séquence.

Il ne faut pas que l'enseignant donne cette problématique sans que les élèves aient leur mot à dire, ils doivent participer à cette élaboration.

Les élèves vont ensuite émettre des **hypothèses** pour essayer de répondre à cette question ou ce problème.

Par la suite, les élèves vont passer à une phase d'**investigation**. Ils vont pouvoir manipuler, observer, analyser des documents ou encore utiliser un modèle pour essayer de valider ou non leur hypothèse. Ils vont ainsi être amenés à interpréter un résultat pour en tirer des conclusions.

Enfin, la dernière étape de cette démarche est la **structuration**. Les élèves à l'aide de l'enseignant gardent une trace écrite de ce qu'ils ont appris durant cette séquence.

À travers ces différentes étapes, on se rend compte que l'élève participe activement à chacune d'elles en partant de ses représentations initiales. Les instructions officielles nous montre bien que l'objectif principal de cette démarche est de susciter la curiosité des élèves pour les disciplines scientifiques.

La démarche d'investigation du point de vue des chercheurs

En France, depuis plusieurs années les chercheurs en didactique des sciences s'intéressent à la démarche d'investigation.

Calmettes (2015) définit la pratique scientifique d'investigation comme « *un processus au cours duquel les élèves, par l'expérimentation directe sur la matière et l'observation, par la consultation de livres, d'autres ressources, d'experts, et par le débat, élaborent leur propre compréhension d'idées scientifiques fondamentales ; tout ceci se déroulant sous la direction du professeur* ». Autrement dit, la pratique de cette démarche doit permettre aux élèves de « *participer à la résolution des problèmes de recherche et pour cela ils doivent être engagés dans une activité originale d'ordre conceptuel et scientifique.* » (Ibid., p. 4).

Boilevin et al. (2015, p16) nous explique la difficulté à définir un enseignement basé sur l'investigation. La démarche d'investigation est présentée comme étant un moyen pour acquérir non seulement des connaissances mais aussi des méthodes de travail. Les chercheurs nous alertent en précisant que la démarche ne doit pas limiter la réflexion des élèves mais induire de véritables situations de recherches.

Plusieurs chercheurs, comme par exemple Cariou (2015), nous présentent cette démarche d'investigation comme une méthode à adopter.

Nous allons maintenant expliciter les étapes de la démarche d'investigation du point de vue des chercheurs.

La première étape qui est la recherche d'une situation de départ doit susciter la curiosité des élèves et faire émerger des premières questions. Cette phase est souvent mélangée à la deuxième étape qui est l'établissement de la problématique.

Bachelard, nous montre dans cette citation l'importance de cette deuxième étape, et l'obligation de poser une question pour élaborer des connaissances scientifiques :

« L'esprit scientifique nous interdit d'avoir une opinion sur des questions que nous ne comprenons pas, sur des questions que nous ne savons pas formuler clairement. Avant tout, il faut savoir poser des problèmes. Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit. »
(Bachelard, la formation de l'esprit scientifique, 1938, p. 14)

Les élèves doivent donc être confrontés à des problèmes pour avancer vers des savoirs scientifiques. Martinez Barrera et al. (2015, p. 6) soulignent que *« la production du savoir en science relève autant de la construction des problèmes que de leur résolution »*.

La troisième étape consiste à formuler des hypothèses. Cette étape est primordiale dans la démarche. C'est dans celle-ci que les conceptions des élèves vont pouvoir être recueillies. Ces conceptions sont assimilées par Bachelard à des obstacles que l'élève doit franchir.

L'étape suivante qui est encouragée par les instructions officielles est l'expérimentation. Arcà (1999, p. 191) reconnaît l'importance de l'expérimentation dans la construction des savoirs mais souligne son insuffisance.

En effet, les élèves doivent *« établir une relation cohérente entre les faits et leurs explications »* pour parvenir à *« constituer une trame de références conceptuelles susceptibles de soutenir et de donner une signification même aux activités expérimentales les plus complexes »* (Boivin-Delpieu, 2016, p.24).

Comme l'affirme Kioffi (2015), les expériences sont conçues pour mettre à l'épreuve les hypothèses faites par les élèves. Cependant, l'expérimentation ne permet pas toujours de vérifier toutes les hypothèses.

Pour finir, la dernière étape est la phase de structuration. Cette phase consiste à construire avec les élèves une trace écrite. L'ensemble des résultats de la recherche dans ce domaine s'accorde sur le fait que ce n'est pas « *seulement la production d'écrits en elle-même, mais [...] aussi les échanges langagiers et les interactions avec les investigations empiriques autour de ces écrits qui favorisent les avancées conceptuelles.*

Ce qui se joue dans les temps d'élaboration collective préparant ou accompagnant l'écriture, dans les retours critiques et les discussions est tout aussi important que ce qui est en jeu dans les temps de rédaction et de réécriture, et cela en détermine d'ailleurs le sens pour les élèves ». (Fillon & al. , 2001, p.5)

Comme nous pouvons le constater, il y a concordance sur de nombreux points entre le point de vue des chercheurs et les instructions officielles. En particulier, la notion de modèle prend une place importante dans la phase d'investigation.

Notion de modèle scientifique et modélisation

De nombreux phénomènes scientifiques ne sont pas directement observables et il est très utile d'utiliser un modèle pour concrétiser les différentes situations.

Modèle

Un modèle scientifique permet de représenter simplement un phénomène, de l'observer et de pouvoir en tirer des connaissances. Il ne faut pas oublier que celui-ci ne correspond pas à la réalité et que des limites existent.

Dans la plupart des cas, un modèle reste limité à un domaine d'application. En dehors dudit domaine, le modèle n'est souvent plus applicable.

Ce modèle aide les scientifiques à définir, à expliquer ou à prévoir des phénomènes.

On peut dire que les modèles sont nécessaires voire essentiels dans toutes les branches scientifiques notamment en physique par exemple, avec l'étude des phases de la Lune (pour laquelle on pourra s'aider de maquettes).

Pendant leurs recherches, les scientifiques ont rencontré des obstacles qu'ils ont pu franchir grâce aux modèles. Par exemple le scientifique Bohr a simplifié l'étude de l'atome, inobservable à l'époque en proposant un modèle simplifié. Ce modèle a permis d'étudier beaucoup d'autres phénomènes comme l'émission et l'absorption de photons.

Les enfants à l'école vont rencontrer ces mêmes obstacles et ont besoin d'outils pour les franchir. La modélisation semble donc essentielle pour construire des connaissances scientifiques.

C'est grâce aux modèles que les enfants arrivent à appréhender le lien entre « le monde réel » autrement dit le monde et les « représentations scientifiques » qui sont la théorie. On travaille le lien entre phénomènes réels et théorie explicative. (Soler, 2013).

Lorsqu'on utilise un modèle, la comparaison est très utile : cela permet dans un premier temps de comprendre un phénomène. Il ne faut pas oublier que tout modèle possède des limites. Il faut les prendre en compte dans un second temps pour une compréhension plus rigoureuse.

On peut se demander quels sont les buts du modèle. La valeur des modèles réside dans le fait qu'ils fournissent des outils efficaces en vue de résoudre des problèmes particuliers.

Les buts d'utiliser un modèle sont donc de prédire, expliquer, comprendre, et interpréter.

Synthèse des caractéristiques principales du modèle en sciences :

- Le modèle n'est pas parfaitement fidèle à la réalité : il y a des différences.
- Le modèle est efficace par rapport aux buts déterminés qui sont ici la construction de connaissances scientifiques.
- Il existe un nombre important de modèles à propos du même phénomène, ces modèles évoluent au fil des découvertes.
- Le modèle peut être visible et manipulable contrairement à la réalité.

Modélisation

La modélisation est la démarche de construction d'un modèle ou d'appropriation d'un modèle déjà construit.

Cette définition est éclairée par une citation de Bachelard pour qui le modèle n'est jamais un objet pris pour soi. Il est toujours relationnel : « *modèle pour ...* », « *modèle de ...* », il renvoie à autre chose que lui-même. Cela permet de rappeler que ce n'est pas l'étude du modèle qui est importante en soi mais son utilisation. La modélisation possède trois objectifs : décrire (résumer), prédire (simuler) et expliquer (comprendre).

Les sciences sont un « domaine privilégié pour la modélisation » (Pierrard, 1988). Celle-ci rend possible aux élèves un changement d'échelle qui leur permet de se décentrer et de s'imaginer ne pas être sur Terre.

Ils doivent être capable de passer très rapidement de la réalité au modèle et inversement. Cette capacité leur permet de concevoir et d'admettre l'utilisation de la maquette afin d'étendre les conclusions tirées de l'observation.

Cette modélisation permet de reproduire des phénomènes non observables (comme la rotation de la Terre) mais aussi des phénomènes observables (comme l'alternance jour nuit).

Dans ma séquence sur l'alternance jour - nuit cette modélisation est possible grâce à du matériel pour représenter les astres : une lampe torche pour le Soleil, une boule en polystyrène pour la Terre, une gommette pour représenter un lieu sur la Terre et un pic pour faire tourner la Terre autour de son axe. Ce matériel permet aux élèves de s'imaginer la situation et de rendre concret les apprentissages.

D'autres modélisations sont possibles, comme par exemple dans ma séquence de sciences, j'utilise la modélisation corporelle. Ici, ce sont les élèves disposés en ronde qui représentent la rotation de la Terre et un élève seul (fixe) qui représente le Soleil. Cette phase va me permettre de structurer les connaissances des élèves.

Utilité des savoirs scientifiques dans les sciences

Ce n'est qu'à partir du milieu du XIX^e siècle qu'apparaît dans les textes législatifs une référence à l'histoire des sciences dans l'enseignement. Des séquences d'enseignements dans lesquelles l'histoire des sciences devient partie prenante sont alors créées (Audigier & Fillon, 1991; Kipnis, 1992).

On peut se demander quels apports l'histoire des sciences peut offrir à l'enseignement. Quatre axes de réponse semblent se dégager (Hosson, 2011) :

- L'histoire des sciences permet d'améliorer l'image (parfois imprécise) que les élèves ont de la science et de travailler sur la nature même de la science. La science peut faire peur et travailler sur des sujets scientifiques en utilisant des références historiques peut permettre à l'élève de comprendre l'utilité de cette histoire des sciences et lui montrer que ce n'est pas inabordable.
- L'histoire des sciences permet de donner davantage de sens à l'existence des savoirs en travaillant avec les élèves le problème auquel le savoir est venu apporter une réponse. Une étude de cette histoire peut montrer aux élèves que les questions qu'ils se posent ont déjà été débattues par des scientifiques et qu'elle sont légitimes. C'est le cas par exemple dans ma séquence de « l'affrontement » des théories de Copernic et Ptolémée.
- Il semble nécessaire de sensibiliser les élèves aux liens qui unissent science et société. Pour que l'élève trouve sa place dans la société, il doit comprendre qu'une culture scientifique est importante voir même indispensable.
- L'apprentissage scientifique peut devenir grâce à l'histoire des sciences plus attractif et motivant.

La pertinence d'inclure l'histoire des sciences dans l'enseignement a été très discuté et même remis en cause. Plusieurs arguments sont avancés (Hosson, 2011) :

- Certains affirment qu'il est nécessaire de connaître le savoir pour comprendre. Il faut donc être éduqué scientifiquement pour que l'histoire des sciences puisse être bénéfique.
- Il existe un risque pour que les erreurs du passé deviennent des vérités pour les élèves.
- L'histoire des sciences ne doit pas apparaître comme une « pseudo-histoire » avec une succession de portraits de biographies et anecdotes. Faire de l'histoire des sciences ce n'est pas raconter une histoire. (Bois)

Il existe deux problèmes qui confortent ces opposants sur l'apport de l'histoire des sciences.

Tout d'abord, le fait que les professeurs ne sont pas formés ni à l'histoire des sciences et encore moins à l'enseigner. De plus les ressources disponibles sont peu nombreuses et peu appropriées.

Cependant, malgré ces difficultés, de nombreuses études montrent qu'il faut faire de l'histoire des sciences un élément constitutif de l'enseignement et non pas « une cerise sur la gâteau de l'enseignement ». (Gage & Dusso)

Le savoir passé doit devenir un miroir bienveillant pour l'élève qui doit lui permettre de faire évoluer une réponse erronée vers un statut d'énoncé légitime. (Hosson, 2011). L'histoire des sciences devient donc un moyen d'acquisition d'un savoir.

Dans ma séquence, la modélisation de l'alternance jour - nuit réalisée à partir des hypothèses des élèves, ne conduit pas à une réponse au problème initial. En effet, les deux principales représentations avant enseignement des élèves (la Terre tourne sur elle-même et le Soleil tourne autour de la Terre) vont être vérifiables par des modèles. Il est donc nécessaire de faire appel à des théorie de scientifiques (Copernic, Ptolémée et Galilée) qui vont permettre aux élèves de retenir la bonne hypothèse.

Il est donc indispensable que la classe de science soit investie par l'enquête historique.

Bilan : faire évoluer les représentations pour construire des connaissances en sciences

Nous sommes partis du postulat qu'il fallait faire avec les représentations pour aller contre. Il ne faut surtout pas les éliminer si elles sont fausses mais plutôt les rectifier et les faire évoluer. Une simple explication ne résout pas le problème des élèves.

« Il faut faire émerger les représentations, apporter les connaissances exactes, montrer où sont les erreurs dans les représentations initiales et pourquoi elles ont pu exister ». (Migne, 1970, cité par De Vecchi & Giordan, 1989, p.86)

Les représentations initiales se basent sur les activités et sur le vécu des élèves. Il faut confronter les représentations initiales des apprenants à la réalité.

La modélisation peut également être utilisée quand la connaissance ne peut pas être directement vérifiée. Un nouveau concept ne s'apprend pas en une fois mais s'affine progressivement.

De plus, un savoir ancien ne se détruit pas mais s'adapte avec le savoir nouveau. Ce n'est pas une **destruction** mais une **transformation**. Comme évoqué au préalable, il faut faire avec pour aller contre.

Comme démontré précédemment il faut transformer progressivement les conceptions erronées en s'appuyant sur les représentations des élèves, en les laissant évoluer tant qu'elles permettent de progresser et jusqu'à ce qu'elles interpellent l'apprenant. On peut aussi les transformer en amenant les élèves à formuler par une autre représentation plus opératoire ou en les convaincant par la mobilisation dans des situations différentes.

Petit à petit, les fausses représentations vont s'effacer. Les enseignants doivent s'appuyer sur celles-ci pour les faire évoluer. C'est ici que les élèves vont prendre conscience de leurs propres erreurs.

IV. Élaboration de la problématique

Durant l'élaboration de ce mémoire, je me suis posée plusieurs questions pour arriver à la problématique finale. Premièrement, j'avais remarqué en stage d'observation que les élèves avaient de fortes conceptions quand ils arrivaient en cours de sciences. Par exemple, sur l'électricité, un enfant m'a dit que celle-ci ne fonctionnait uniquement que quand il faisait nuit, pour avoir de la lumière. Cette affirmation de l'élève est en lien avec l'obstacle finaliste (Bachelard, 1938).

J'ai commencé par me demander quel type d'activités mettre en œuvre pour déstabiliser les conceptions des élèves ?

Après lecture de nombreux articles et ouvrages, je me suis rendu compte que la notion de modèle était très importante pour franchir les obstacles que nous pouvions rencontrer lors d'une séquence.

Ma problématique a donc évolué vers : « comment déstabiliser les conceptions des élèves à l'aide de situations impliquant une modélisation? ».

Puis, je me suis ensuite questionnée sur quel était l'objectif de la déstabilisation des conceptions des élèves. J'ai compris que cela favorisait la construction de connaissances scientifiquement, en accord avec le savoir de référence.

Cette année je suis en master 2 et j'ai une classe de CE2-CM1 à l'école Henri Fertet à Besançon. J'ai donc décidé de baser mon mémoire sur le cycle 3. De plus, l'astronomie favorisant les activités de modélisation, j'ai donc choisi ce thème.

Ma problématique finale est : « Comment déstabiliser les modèles explicatifs des élèves pour leur permettre de les faire évoluer vers un modèle conforme aux savoirs de référence du cycle 3 en Astronomie ? ».

Partie 2 : Cadres pratiques

I. Contextes

Contexte institutionnel

Les sciences au cycle 3 permettent d'introduire de façon progressive des notions et des concepts.

La séquence choisie appartient à la discipline sciences et technologie du cycle 3, le cycle de consolidation.

Elle fait intervenir plusieurs domaines du socle commun de connaissances et de compétences :

- *Domaine 1 : les langages pour penser et communiquer*

Les élèves utilisent la langue française pour s'exprimer à l'oral et à l'écrit et commencent à développer un langage scientifique.

- *Domaine 2 : les méthodes et outils pour apprendre*

Cette séquence utilise les outils numériques, permet l'accès à l'information et à la documentation et offre la possibilité de conduire des projets collectifs.

- *Domaine 3 : la formation de la personne et du citoyen*

Les élèves apprennent à travailler ensemble, à argumenter leurs idées mais aussi à respecter les conceptions de chacun.

- *Domaine 4 : les systèmes naturels et les systèmes techniques*

Cette séquence permet une approche scientifique et technique de la Terre et de l'univers en développant chez les élèves la curiosité et le sens de l'observation. Ils deviennent ainsi capables de résoudre des problèmes scientifiques.

Au cycle 3, certaines notions ont déjà été abordées et vont donc pouvoir être réinvesties dans le but de progresser et d'aller plus loin, en prenant soin de partir du concret et des représentations de l'élève.

En ce qui concerne les représentations initiales des élèves, les programmes ne donnent aucune préconisations précises si ce n'est le fait que les sciences « contribuent à faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part. ». Il est donc nécessaire de connaître les croyances et les opinions des élèves, donc leurs conceptions, pour pouvoir les faire évoluer.

Les démarches en sciences sont variées (observations, manipulations, expérimentations, simulations, documentations, élaboration de modèles...) ce qui permet aux élèves de répondre à des questions en émettant des hypothèses pour ensuite les tester lorsque cela est possible. Ces démarches vont leur permettre d'acquérir un langage scientifique précis et adapté.

Les instructions officielles en vigueur préconisent une démarche d'investigation avec les étapes suivantes :

- choix de la situation de départ,
- formulation d'une problématique,
- émission d'hypothèses,
- investigation,
- structuration (orale ou écrite).

Cette démarche peut faire apparaître des craintes :

- Chez les enseignants : tout d'abord, cette démarche nous fait partir des conceptions initiales des élèves établies lors de la première séance et donc on ne peut pas savoir à l'avance ce qui sera traité. L'enseignant devra donc analyser les conceptions initiales des élèves pour pouvoir fixer des objectifs et construire sa séquence. Il ne pourra donc pas prendre d'avance ou construire une programmation précise sur l'année. Ce qui est également compliqué dans cette démarche c'est que l'ensemble des conceptions des élèves ne pourront pas être traitées. L'enseignant devra donc faire des choix et déterminer un objectif par séquence tout en respectant le programme. Cette démarche nécessite donc plus de temps qu'une séance « classique ».

J'ai réalisé une enquête au près des 6 enseignantes de mon école (1^{er} degré) ainsi qu'auprès de 10 professeurs de physique-chimie et SVT (2^{ième} degré) dans mon ancien lycée.

Je leur ai demandé tout d'abord si ils avaient l'habitude de commencer une séquence en collectant les représentations initiales des élèves puis s'ils en tenaient compte dans leur conception de séquence. La dernière question était : regardez-vous l'évolution des représentations initiales des élèves à la fin de la séquence ?

Le tableau ci-dessous regroupe leurs réponse.

	Nombre d'enseignants qui collectent les représentations initiales des élèves	Nombre d'enseignants qui utilisent les représentations initiales des élèves pour construire leur séquence	Nombre d'enseignants qui vérifie si les représentations initiales des élèves ont évolué
Enseignant du premier degré	6/6	2/6	2/6
Enseignant du second degré	7/10	0/10	0/10
Total	13/16	2/16	2/16

Tableau 2 : Réponses des collègues sur les représentations initiales

Même si cette enquête est réalisée sur peu de professeurs, les résultats sont parlants. Beaucoup d'entre eux questionnent les élèves au début d'une séquence sur leur représentations initiales. Cependant, pratiquement aucun n'utilise ces représentations dans leur séquence. Le principal argument évoqué est le manque de temps dû à la longueur du programme à respecter et au nombre important d'élèves par classe. En ce qui concerne l'évaluation finale, tous les collègues en réalisent une mais leur objectif est de voir si les connaissances transmises sont acquises mais pas si les représentations initiales ont évolué. Le résultat de mon enquête m'a également permis de voir que se sont plutôt les jeunes enseignants qui utilisent cette méthode car dans leur formation, cette technique a été préconisée, ce qui ne semble pas le cas pour les autres enseignants.

- Chez les élèves : les élèves vont vite comprendre que leur conception ne sera pas forcément traitée pendant la séquence. Le plus compliqué dans cette démarche pour eux est de verbaliser leur conception mais également d'argumenter leur choix. De plus ,s'apercevoir que leur représentation est « fausse » scientifiquement parlant peut frustrer certains élèves. C'est une crainte que j'ai pu vérifier auprès de mes élèves.

Durant cette séquence plusieurs compétences sont mises en jeu comme :

- pratiquer des démarches scientifiques et technologiques,
- concevoir, créer, réaliser,
- s'approprier des outils et des méthodes,
- pratiquer des langages.

La séquence fait partie du thème 4 de sciences : la planète Terre. Les élèves doivent être capable à la fin du cycle de situer la Terre dans le système solaire et de caractériser les conditions de la vie terrestre. De plus, ils doivent identifier des enjeux liés à l'environnement.

Dans les programmes actuels de l'école élémentaire, l'Astronomie figure au cycle 3. Ce domaine est très difficile à aborder car il faut avoir un degré d'abstraction élevé.

En astronomie deux compétences transversales sont utilisées :

- l'argumentation au sein de groupes de travail
- la maîtrise de la langue orale et écrite.

La compétence associée à la séquence choisie est : décrire un mouvement de la Terre. Nous allons donc nous intéresser au mouvement de la Terre sur elle-même pour expliquer l'alternance journée-nuit. La modélisation est très utilisée dans ce thème pour permettre aux élèves de mieux visualiser. Celle-ci rend possible un changement d'échelle et leur permet de se décentrer et de s'imaginer ne pas être sur Terre.

Elle va également leur permettre d'expliquer un phénomène mais aussi de le prévoir. Les exemples doivent donc être choisis en privilégiant des situations dans l'environnement proche des élèves pour donner plus de sens. De plus, pour aider les élèves à faire évoluer leur modèle explicatif avant enseignement, nous aurons recours à l'histoire des sciences.

Mon objectif de séquence sera donc que les élèves soient capables d'expliquer pourquoi il fait alternativement nuit et jour sur Terre. Il doivent donc comprendre que c'est parce que la Terre tourne sur elle-même que cette alternance existe.

Contexte de classe et population étudiée

Mes recherches ont été réalisées avec une classe de 26 élèves de CE2-CM1.

J'ai décidé de mener cette séquence pour ce mémoire uniquement avec les CM1 car c'est un sujet du programme de cycle 3. Cette classe est composée de 12 CE2 et 14 CM1. Elle se situe à l'école Henri Fertet, quartier Velotte à Besançon.

Les CM1 ont un niveau très hétérogène : certains sont en réussite scolaire mais d'autres sont en grande difficulté. Plusieurs élèves sont hyperactifs ce qui rend les séances plus compliquées à gérer. Les séances de sciences se déroulent les mardis de 14H15 à 15H15.

La disposition de la classe de manière générale est frontale mais elle change en sciences et en arts. Dans ces matières, les élèves sont disposés en îlots de 3-4 élèves. Cet arrangement permet aux élèves de travailler ensemble, de confronter leurs idées et cela constitue souvent la première déstabilisation de leurs conceptions.

Cette séquence sur le thème de l'alternance jour-nuit s'est déroulée en quatrième période après les vacances de Noël. Avant cela, plusieurs séquences avaient été menées comme par exemple « les mélanges liquides-liquides ». Les élèves ont donc l'habitude de suivre la démarche d'investigation, de chercher, de trouver des solutions, de manipuler et de défendre leurs idées.

Ils connaissent bien cette démarche et savent qu'une première évaluation diagnostique de leurs conceptions est toujours réalisée. Ils y attachent donc de l'importance car c'est à partir de leurs hypothèses que la séquence est construite.

II. Représentations initiales des élèves

Protocole de récolte des données



Pour répondre à ma problématique, j'ai décidé d'utiliser plusieurs moyens pour collecter les données. Tout d'abord un questionnaire (écrits directifs) avec des questions ouvertes. Puis, par la suite des dessins accompagnés d'une phrase explicative pour récolter les représentations initiales des élèves. Enfin, pour voir si les représentations initiales des élèves avaient évolué, j'ai proposé une évaluation avec une unique question qui correspondait à la problématique de séquence où je leur imposais une réponse sous forme de dessin avec une explication écrite.


Toutes ces informations recueillies vont me permettre de savoir si les moyens qui seront utilisés (modélisation, documents ressources) auront été efficace vis-à-vis de de la construction du modèle explicatif.

Recueil des représentations initiales des élèves lors de la première séance

Pour commencer la séquence, j'ai proposé aux élèves de répondre à un questionnaire sans l'aide de leurs parents, ni d'internet.

Mon objectif à travers ces 3 questions était de savoir si les élèves avaient déjà entendu parlé de ce sujet et si oui, par quel moyen. Il permettait également d'introduire le sujet en éveillant leur curiosité sur le sujet.

 **Questionnaire d'astronomie : l'alternance jour-nuit** 

Les parents ne doivent pas aider les enfants pour trouver les réponses (internet non plus). 

Consigne : coche tes réponses.

1. As-tu déjà parlé de l'alternance jour-nuit avec ta famille ?

Jamais Une fois Souvent

2. As-tu déjà vu une exposition qui parlait du jour et de la nuit ?

Oui Non

Si oui laquelle ? _____

3. As-tu déjà lu un livre sur ce sujet ?

Oui Non

Si oui lequel ou lesquels ? _____

Photo 1 : Exemple de questionnaire vierge donné au élèves de CM1

J'ai ensuite proposé le tableau « l'Empire des Lumières » de Magritte comme situation déclenchante aux élèves.



Photo 2 : L'Empire des Lumières Magritte

Puis, les élèves se sont mis d'accord sur une problématique de séquence : « **pourquoi il fait alternativement nuit et jour, mais jamais les deux en même temps ?** ».

Pour finir cette séance les élèves devaient réaliser un schéma et écrire une phrase afin de formuler des hypothèses pour répondre à cette question. Cela constitue le modèle explicatif des élèves avant enseignement.

J'ai sélectionné quelques feuilles réponses d'élèves, une de chaque type de réponse que j'ai collecté.



Photo 5 : Le Soleil tourne autour de la Terre



Photo 6 : La Terre tourne autour du Soleil

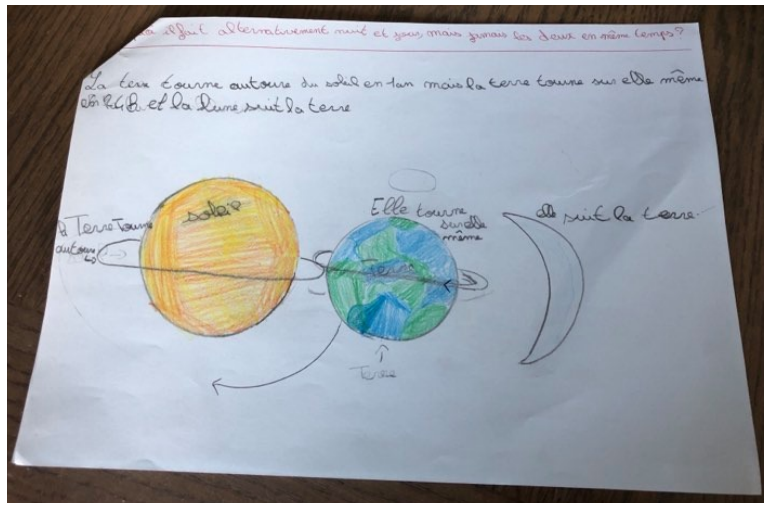


Photo 3 : La Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil

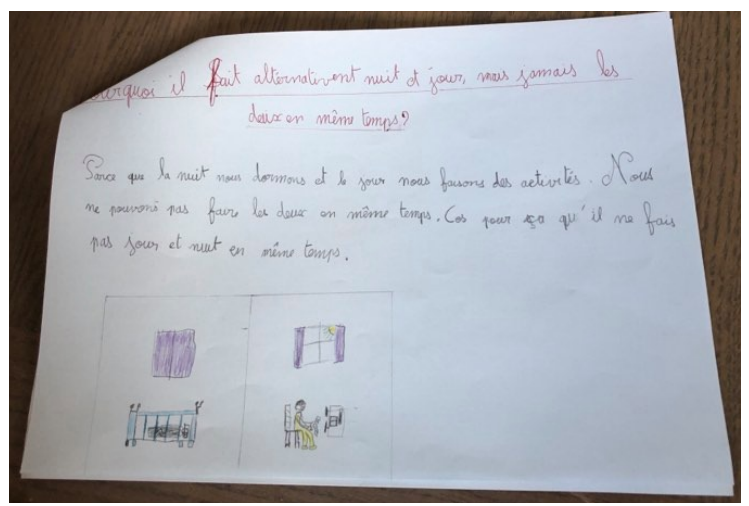


Photo 4 : Autres

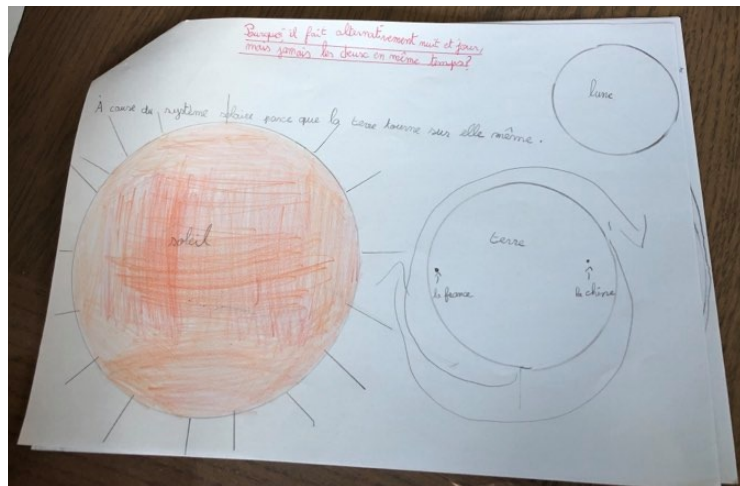


Photo 7 : La Terre tourne sur elle-même

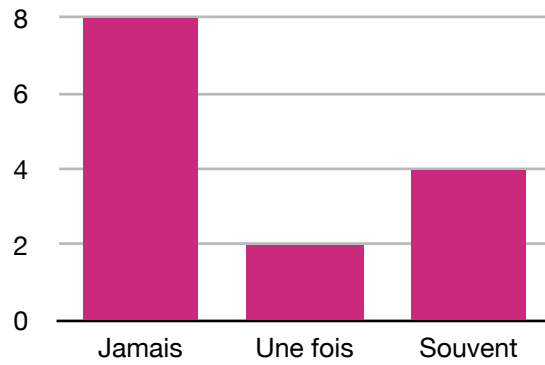
Pour clôturer cette séance, j'ai demandé à 6 volontaires de venir sur le temps de midi formuler oralement leur hypothèses. En voici le tapuscrit :

- **Professeur** : « À votre avis, pourquoi il fait alternativement nuit et jour mais jamais les deux en même temps ? »
- **Élève 1** : « Moi, je pense que la Terre tourne sur elle-même et en même temps elle tourne autour du Soleil, ça éclaire la moitié de la Terre : une partie dans le jour l'autre partie dans la nuit ». (Cf photo 3)
- **Élève 2** : « La Terre tourne autour du Soleil mais je me suis rendue compte qu'une partie de la Terre n'est jamais éclairée. La Terre tourne autour du Soleil en 1 an ». (Cf photo 6)
- **Élève 3** : « La Terre tourne autour du Soleil en 1 an et tourne sur elle-même. Si elle tourne sur elle-même alors les différentes faces seront éclairées. ».
- **Élève 5** : « Moi, je pense que quand le Soleil est à l'Est il éclaire la France pendant quand Chine il fait nuit ou l'inverse donc le Soleil tourne autour de la Terre ». (Cf photo 5)
- **Élève 6** : « Moi, je pense que quand le Soleil est d'un côté de la Terre, l'autre côté de la Terre n'est pas éclairé, pour que les deux côtés soient éclairés alternativement le Soleil tourne autour de la Terre »

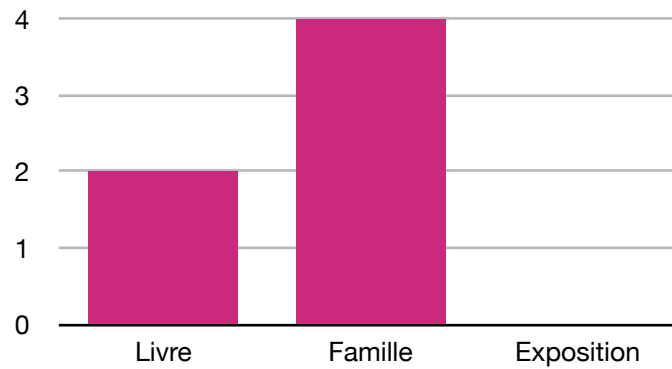
Analyse des représentations initiales des élèves

Les résultats collectés à l'issu de ce questionnaire sont représentés sous forme de diagrammes.

■ Diagramme 1 : nombre d'élèves ayant entendu parlé du sujet sur 14



■ Diagramme 2 : lieu où les élèves ont entendu parler du sujet sur 6



Questionnaire d'astronomie : l'alternance jour-nuit

Les parents ne doivent pas aider les enfants pour trouver les réponses (internet non plus).

😊👉

Consigne : coche tes réponses.

1. As-tu déjà parlé de l'alternance jour-nuit avec ta famille ?

Jamais Une fois Souvent

2. As-tu déjà vu une exposition qui parlait du jour et de la nuit ?

Oui Non

Si oui laquelle ? _____

3. As-tu déjà lu un livre sur ce sujet ?

Oui Non

Si oui lequel ou lesquels ?

parce que que de ma mère mon à acheter

Photo 10 : exemple de réponse (jamais)

Questionnaire d'astronomie : l'alternance jour-nuit

Les parents ne doivent pas aider les enfants pour trouver les réponses (internet non plus).

😊

Consigne : coche tes réponses.

1. As-tu déjà parlé de l'alternance jour-nuit avec ta famille ?

Jamais Une fois Souvent

2. As-tu déjà vu une exposition qui parlait du jour et de la nuit ?

Oui Non

Si oui laquelle ? _____

3. As-tu déjà lu un livre sur ce sujet ?

Oui Non

Si oui lequel ou lesquels ? _____

Photo 8 : exemple de réponse (souvent)

Questionnaire d'astronomie : l'alternance jour-nuit

Les parents ne doivent pas aider les enfants pour trouver les réponses (internet non plus).

😊

Consigne : coche tes réponses.

1. As-tu déjà parlé de l'alternance jour-nuit avec ta famille ?

Jamais Une fois Souvent

2. As-tu déjà vu une exposition qui parlait du jour et de la nuit ?

Oui Non

Si oui laquelle ? _____

3. As-tu déjà lu un livre sur ce sujet ?

Oui Non

Si oui lequel ou lesquels ? empain des sciences

Photo 9 : exemple de réponse (une fois)

Les réponses au questionnaire montrent qu'une majorité d'élèves (8/14) n'a jamais réfléchi à cette alternance. C'est dans les familles (4/6) que ce sujet est le plus souvent abordé. Certains enfants (2/6) ont déjà lu des livres à ce sujet.

Ce résultat ne me surprend pas car malgré que tous les jours ce phénomène se produise, peu de personne se pose la question de son explication.

Cependant, lorsque que j'ai annoncé ce nouveau thème de sciences, les élèves ont tout de suite adhéré à ce sujet. Ils étaient tous très curieux de connaître la réponse.

La présentation de la peinture de Magritte a beaucoup interpellé les élèves. Tous les élèves se sont rapidement rendu compte qu'il faisait à la fois nuit et jour sur ce tableau. Certains élèves ont pensé qu'il s'agissait d'un problème d'ombre mais les lumières des lampadaires et des fenêtres leur ont permis de vite comprendre que c'était la nuit qui était représenté ici. Ils ont alors tous conclu que cette représentation était impossible et qu'elle ne traduit pas la réalité.

Cette situation m'a permis de déclencher des interrogations chez les élèves sur ce phénomène du type : « pourquoi il fait jour en premier et nuit en deuxième ? », « pourquoi il fait alternativement nuit puis jour ? », « est-ce que tous les habitants de la Terre ont la nuit en même temps ? »...

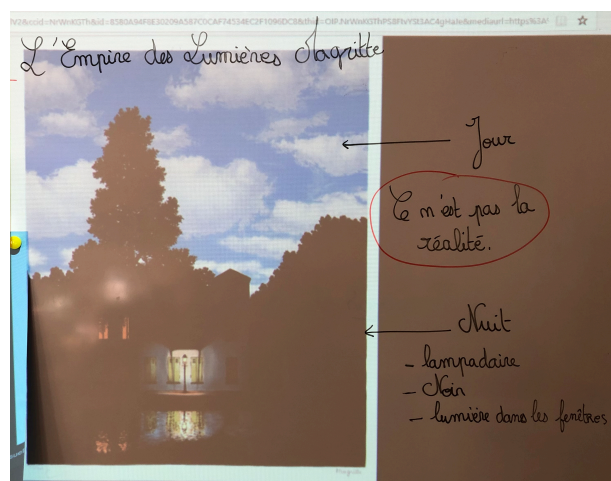
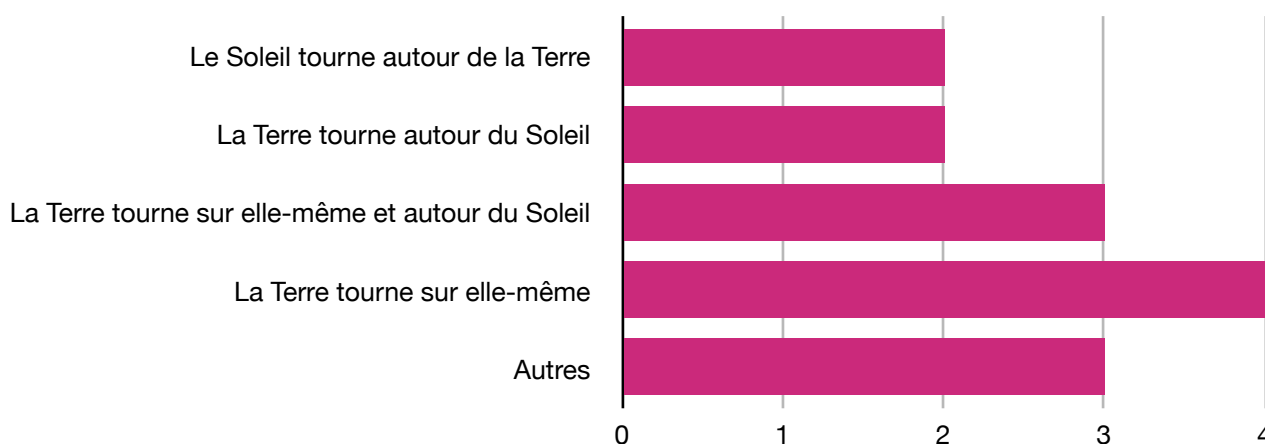


Photo 11 : Analyse du tableau par les élèves réalisé en classe

J'ai ensuite classé les différentes hypothèses des élèves pour répondre à notre question en 5 catégories :

Diagramme 3 : Nombre d'élèves par réponse (sur 14 élèves)



On remarque que les trois quart des élèves expliquent cette alternance par un mouvement. 2 élèves sur 14 pensent que le Soleil tourne autour de la Terre ce qui laisse à penser que de nos jours encore, des personnes véhiculent aux enfants cette idée erronée. De plus, on constate grâce à ce diagramme que la bonne réponse est l'hypothèse la plus formulée.

Après discussion avec les élèves, ils ont décidé d'éliminer la catégorie « autres ».

Pour l'hypothèse « la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil » je leur ai expliqué que celle-ci contenait 2 hypothèses qui allaient être testées individuellement.

Pour l'hypothèse numéro 2 (« la Terre tourne autour du Soleil »), une petite expérience leur a montré que ce mouvement n'expliquait pas ce phénomène.

J'ai en effet utilisé une boule en polystyrène pour représenter la Terre et une lampe pour le Soleil. Le Soleil était fixe je faisais tourner la Terre en cercle autour du Soleil. Ils ont remarqué que c'était toujours la même face de la Terre qui était éclairée avec ce mouvement circulaire.

Pour déstabiliser les élèves, j'ai donc eu recours à la modélisation qui m'a permis de leur montrer que leur explication ne répondait pas à notre problème.

Il restait donc à ce stade de la séquence 2 hypothèses qu'il restait à étudier.

L'interview réalisée avec les 6 élèves confirme le choix des deux hypothèses sélectionnées :

- Le Soleil tourne autour de la Terre,
- La Terre tourne sur elle - même.

À ce stade, les élèves m'ont demandé comment nous pouvions choisir entre les deux hypothèses sachant que l'expérience était impossible. En effet, dans une séquence précédente, l'expérience avait permis de choisir entre plusieurs hypothèses. Un élève a proposé de réaliser une maquette. D'autres ont alors demandé « comment avec un tel système observer un mouvement ? ».

III. Déroulement du reste de la séquence

J'ai utilisé la réflexion de l'élève sur la maquette pour introduire la notion de modèle scientifique qui constituait une maquette « animée ».

Je leur ai expliqué que les scientifiques utilisaient souvent des modèles pour expliquer des phénomènes non visibles.

Séance 2 : Test des deux hypothèses

Cette séance a commencé par un rappel avec les élèves des deux hypothèses sélectionnées.

Les élèves avaient à disposition le matériel suivant : un globe par équipe, de la pâte à modeler, deux figurines et une lampe torche qui représentait le Soleil. Je leur demandais de placer une figurine sur la France qui représentait un enfant français et une autre sur la Chine qui représentait un enfant chinois. La lampe devait être placée en face de la France.

La situation problème était : « *est-ce que les enfants dorment en même temps ? Est ce qu'ils se lèvent en même temps ?* ».

Avec le matériel, les élèves ont facilement su me répondre que non : lorsqu'il fait jour pour un enfant, l'autre se trouve dans la nuit. J'ai précisé que l'enfant dans la nuit se trouvait donc dans l'ombre de la Terre.

Après cette première phase d'accroche au sujet, nous sommes ensuite passés à la **modélisation** de nos 2 hypothèses. Les élèves travaillaient en groupe de 4 et disposaient d'une boule de polystyrène posée sur un pic, d'une lampe torche et de gommettes. Ils devaient placer une gommette sur la France et une autre sur la Chine (opposé). J'ai ensuite demandé « *comment faire pour qu'il fasse alternativement jour puis nuit pour chaque enfant ?* ». Les élèves devaient donc tester les deux hypothèses : la Terre tourne sur elle-même et le Soleil tourne autour de la Terre.



Photos 12-13-14-15 : Modélisation « le Soleil tourne autour de la Terre »

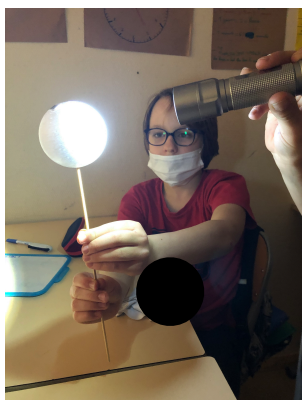


Photo 16 : Modélisation
« La Terre tourne sur elle-même »

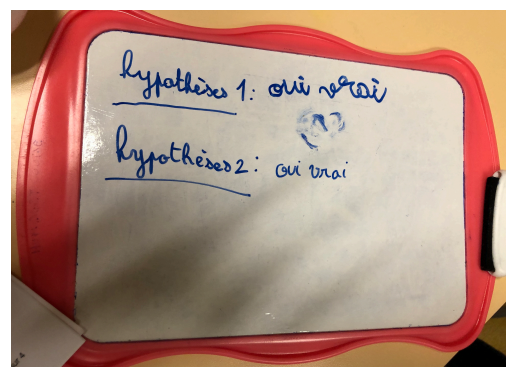


Photo 17 : réponses des élèves pour savoir si les hypothèses sont réalisables

Les élèves se sont rendu compte que les deux modélisations, faire tourner la Terre sur elle-même ou faire tourner le Soleil autour de la Terre, fonctionnaient pour expliquer l'alternance journée nuit. Certains élèves m'ont dit qu'ils se sentaient déstabilisés à cette étape à cause d'une confrontation d'hypothèses réalisables. Un élève a alors proposé de « faire appel à un scientifique » pour choisir.

Séance 3 : Histoire des sciences (Ptolémée 100-168 et Copernic 1473-1543)

À la suite de la séance précédente, nous ne savions toujours pas quelle hypothèse expliquait l'alternance jour-nuit. Comme dit précédemment, nous avons demandé de l'aide à des scientifiques.

Avant de commencer l'exercice, une phase d'explication a été nécessaire. Les élèves ont chercher sur internet la définition des termes héliocentrique et géocentrique. Je leur ai proposé une astuce pour qu'ils ne mélanges pas les deux mots : hélio = soleil et géo = terre.

Puis les élèves disposaient du document ci-dessous et devaient classer en deux catégories de leur choix les étiquettes.

PRÉNOM _____ DATE _____ La Terre dans le système solaire

PTOLÉMÉE ET COPERNIC

Découpe et classe les étiquettes suivantes en deux groupes : Ptolémée et sa vision de l'univers d'un côté, celle de Copernic de l'autre.

	<p>MODÈLE HÉLIOCENTRIQUE Le Soleil est au centre, la Terre tourne autour.</p>	<p>MODÈLE GÉOCENTRIQUE La Terre est au centre, le Soleil tourne autour.</p>

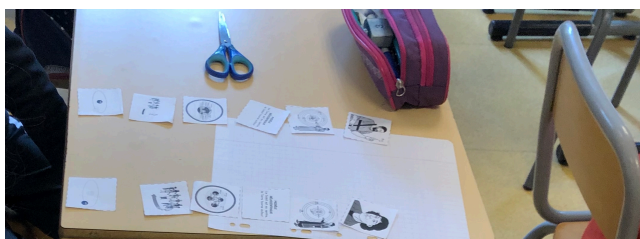


Photo 18 : classement d'un groupe

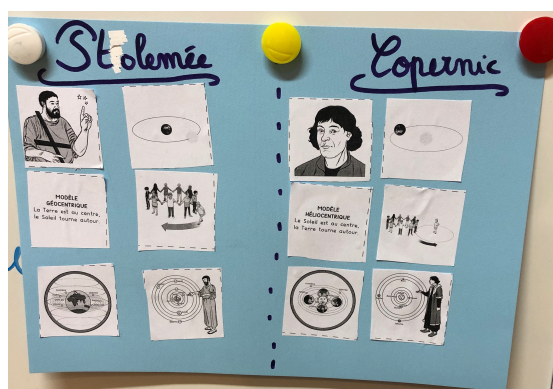


Photo 19 : fiche bilan réalisée avec les élèves

Document 1 : Ptolémée et Copernic

Nous avons ensuite fait la correction à l'aide du jeu interactif de chez Accès. Une fiche bilan (cf photo 16) a été réalisé avec les élèves et affichée dans la classe.

À la fin de cette séance les élèves sont arrivés à la conclusion que ces scientifiques avaient le même débat que nous, ce qui les a fortement déstabilisé : comment des scientifiques peuvent avoir des explications différentes ? Nous n'avions donc toujours pas résolu notre problème.

Ils ont alors proposé de regarder si l'évolution des connaissances scientifiques pouvait nous aider et ils ont décidé de faire « appel à un troisième scientifique » plus récent pour trancher.

Séance 4 : Histoire des sciences (Galilée 1564-1642)

Après un petit rappel des séances précédentes, les élèves se souvenaient que nous avons proposé de faire « appel » à un troisième scientifique .

Nous avons commencé par la projection de la vidéo documentaire « Copernic et Galilée » disponible sur Canopé.

Ensuite, les élèves avaient à leur disposition un document intitulé « Mag dans l'espace ». Galilée a permis de confirmer la version de Copernic; à savoir que le Soleil est au centre et que la Terre tourne autour.

Grâce à l'exploitation de ces deux documents ressources (méthode utilisée pour déstabiliser les modèles explicatifs des élèves), les élèves ont été capables de dire que l'hypothèse « le Soleil tourne autour de la Terre » était fausse car le Soleil est fixe. C'est donc l'hypothèse « **la Terre tourne sur elle-même** » qui explique l'alternance jour-nuit. Les élèves étaient alors capables d'élaborer un modèle explicatif conforme aux savoirs de référence du socle 3.

Séance 5 : Construction d'un nouveau modèle explicatif

Cette séance avait pour but de concevoir un nouveau modèle explicatif pour les élèves conforme aux savoirs de référence du cycle 3.

Une dernière modélisation devait leur permettre de retenir ce nouveau modèle et de faire évoluer leurs représentations initiales ou de les confirmer.



Photo 20 : modélisation à l'aide d'une ronde

Un élève avec une pancarte modélise le Soleil (fixe) et les autres se mettent dos à dos, se tiennent les mains et tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (ils représentent le mouvement de la Terre sur elle-même). Les élèves doivent sourire lorsqu'ils voient le Soleil.

Cette dernière étape me semble importante pour la mémorisation car les élèves retiennent mieux lorsqu'ils participent à la modélisation. Cette phase a servi de bilan de séquence avant évaluation.

IV. Séance évaluation

Déroulement de la séance

Cette séance a pour but de voir si les représentations initiales des élèves de la séance 1 ont été déstabilisées vers des modèles explicatifs conformes aux savoirs de référence du cycle 3 en Astronomie.

Voici l'évaluation proposée aux élèves :

Sciences

Question : après avoir terminé notre séquence de sciences, pourquoi fait-il alternativement nuit puis jour sur Terre mais jamais les deux en même temps ? Justifie ta réponse à l'aide d'un schéma et de phrases qui expliquent ta réponse.

Schéma	Phrases

Document 2 : évaluation des élèves

Analyse des évaluations des élèves

En corrigeant les évaluations, j'ai classé les réponses en 3 catégories :

- Catégorie 1 : La Terre tourne autour du Soleil et aussi sur elle-même
- Catégorie 2 : La Terre tourne sur elle-même
- Catégorie 3 : Le Soleil tourne autour de la Terre

L'évaluation a été proposé à mes 14 élèves de CM1, les résultats sont résumés dans le tableau ci dessous.

Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3
7 élèves sur 14	3 élèves sur 14	4 élèves sur 14

Tableau 2 : Nombre d'élève par catégorie

Ci-dessous des exemples de réponse pour chacune des 3 catégories.

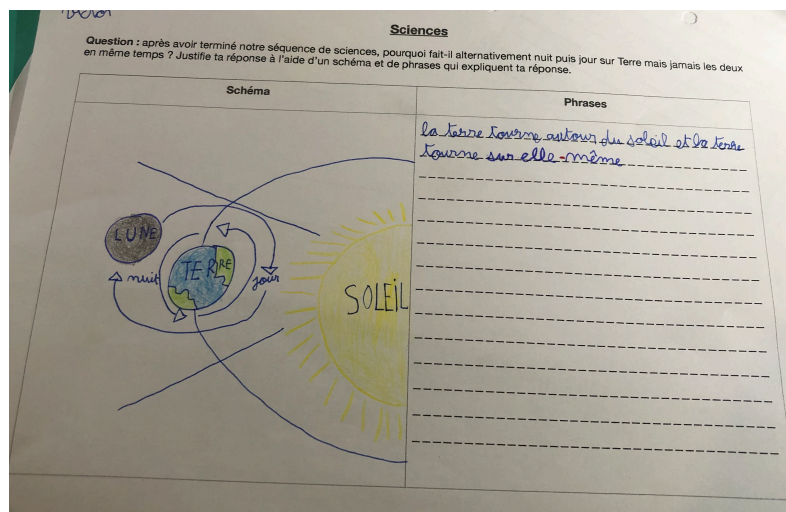


Photo 21 : catégorie 1

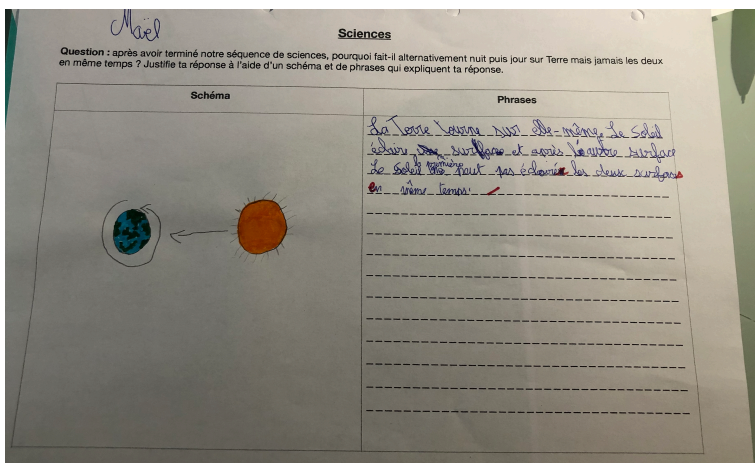


Photo 22 : catégorie 2

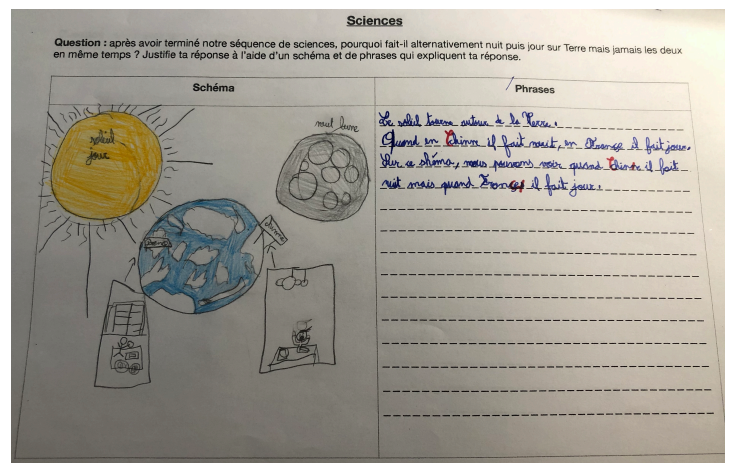


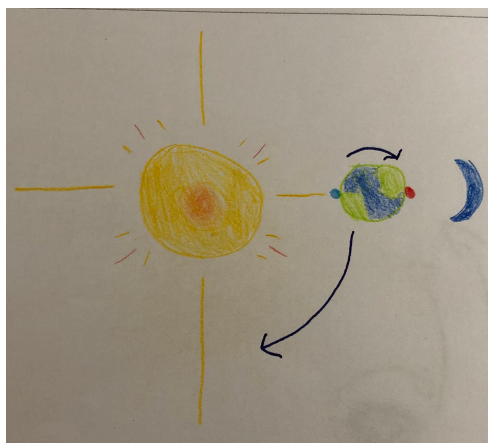
Photo 23 : catégorie 3

On peut remarquer que 10 élèves sur 14 possèdent la bonne réponse, ce qui est encourageant. J'ai pu remarquer que beaucoup d'élèves répondent « la Terre tourne autour du Soleil et aussi sur elle-même » car ils avaient déjà réalisé une séquence l'année dernière sur les mouvements et ils savaient que la Terre tournait autour du Soleil : ils avaient déjà cette connaissance. Dissocier les deux mouvements leur paraissait impossible car ils sont justes. Ils n'avaient pas compris qu'ils devaient répondre uniquement le mouvement qui expliquait l'alternance jour-nuit. Peut-être serait-il important de bien lire la consigne avec eux en la reformulant avec leurs propres mots pour vérifier leur compréhension et être sûre que la consigne soit lue en entier.

Je tiens à préciser que cette évaluation a été réalisée après la semaine de confinement et les deux semaines de vacances. Cette longue période a sûrement contribué pour les élèves qui n'avaient pas retravaillés cette séquence à leur confusion.

On se rend compte en regardant ces évaluations qu'il n'y a plus de réponse « hors sujet » (exemple : « le jour il fait chaud, la nuit il fait froid ») et que la réponse « la Terre tourne autour du Soleil » seule n'existe plus. Cela montre bien l'évolution des représentations initiales des élèves grâce aux différentes étapes de cette séquence.

Cependant, les réponses des élèves étaient beaucoup plus détaillées qu'au début de la séquence. Ils avaient d'une part la bonne réponse mais la plupart arrivait maintenant à la justifier. Voici un exemple d'une explication d'un élève :



« Il ne fait jamais nuit et jour en même temps parce que la Terre tourne sur elle-même donc par exemple le point bleu est dans le jour et le point rouge dans la nuit, puis la Terre tourne sur elle-même et c'est l'inverse ».

Photo 24 : illustration de l'élève

Je me suis rendue compte que ma question n'était pas assez précise car certains élèves ont par exemple juste répondu à la question « car la Terre tourne sur elle-même ». Je pense que j'aurai dû préciser ma question en demandant une explication détaillée. C'est pour raison qu'ensuite dans une séance suivante, j'ai proposé aux élèves de venir expliquer à l'oral leur réponse devant les autres en argumentant leur choix.

Pour terminer cette séquence, j'ai demandé aux élèves ce qui leur avaient permis de retenir ce nouveau modèle scientifique. Les élèves pouvaient lever la main pour plusieurs réponses. Voici les résultats des élèves sous forme de tableau.

À l'aide des modélisations	À l'aide des documents	À l'aide de la trace écrite
12	11	4

Tableau 3 : Nombre d'élève par catégorie

En voyant ces résultats on peut dire que la modélisation mais aussi le travail sur des documents différents (texte, vidéo, jeux) sont nécessaires pour déstabiliser les représentations initiales des élèves et leur permettre d'acquérir des connaissances conformes aux savoirs de référence. La diversification des supports est essentielle. L'étape de la modélisation paraît nécessaire en Astronomie.

Conclusion

J'ai essayé de montrer dans ce mémoire que l'utilisation des représentations initiales était nécessaire dans les séquences scientifiques pour la construction de connaissances rigoureuses.

Les professeurs doivent faire avec les représentations des élèves pour aller contre. La non-prise en compte de ces représentations peut emmener les élèves jusqu'à l'âge adulte avec des conceptions erronées d'un point de vue scientifique. Les professeurs ont donc un rôle primordial.

Dans cette première partie théorique, j'ai détaillé ce qu'était une représentation, à quoi elle servait, s'il était utile ou non de l'utiliser en classe et comment surmonter les obstacles que peuvent rencontrer les élèves.

J'ai pris pour exemple l'importance d'utiliser des modèles en sciences pour montrer aux élèves ce qu'il est impossible de voir.

Cette première partie m'a donné des pistes pour la construction de ma séquence. Je trouve important de partir des représentations des élèves pour vraiment orienter notre séquence avec des objectifs précis.

La collecte de données effectuée en début de séquence m'a permis de connaître les représentations initiales des élèves et d'orienter ma séquence de manière à essayer de les faire évoluer.

La phase d'analyse des différentes données m'a permis d'adapter le contenu des séances aux besoins des élèves. Les modélisations leur ont permis de s'apercevoir que deux hypothèses étaient possibles pour expliquer le phénomène. Le recours à l'histoire des sciences est donc devenu indispensable pour choisir. Et pour terminer, une dernière modélisation leur a permis de fixer les connaissances.

La phase d'évaluation a servi de bilan de séquence dans le but de voir si les représentations initiales des élèves avaient évolué vers des modèles explicatifs conformes aux connaissances de cycle 3. Le bilan est positif mais certaines améliorations sont possibles pour permettre aux élèves de mieux argumenter leur réponse et de dissocier des phénomènes.

Ce bilan m'a conforté dans l'idée d'utiliser la démarche d'investigation en sciences et de déstabiliser les représentations initiales des élèves à l'aide de la modélisation par exemple. Ce mémoire m'a également permis après l'étude des différentes pédagogies proposées par les chercheurs de construire la mienne qui reste à affiner avec l'expérience et le temps.

Bibliographie

- Arcà, M. (1999). La représentation scientifique de la réalité : expérience et expérimentation à l'école primaire, Aster, 28, L'expérimental dans la classe, p. 191-218.
- Bachelard,G (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Librairie philosophie Vrin.
- Bachelard,G (1938), *La notion d'obstacle épistémologique*, in la formation de l'esprit scientifique, Vrin.
- Bachelard, G. (1938). La formation de l'esprit scientifique, p. 60-61 ; p. 14.
- Bachelard, S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. In P. Delattre & M. Thellier (Eds.), *Elaboration et justification des modèles. Application en biologie*. (Vol. 1, p. 3-19). Paris: Maloine S.A.
- Boilevin, J-M. (2005). Enseigner la physique par situation problème ou par problème ouvert, Aster, 40, Problème et problématisation, p. 13-37.
- Boilevin, J-M., Delserieys-Pedregosa, A., Brandt-Pomares, P., Coupaud, M. (2015). Démarches d'investigation : histoire et enjeux. In C. Marlot & L. Morge (eds), *Adapter l'investigation scientifique aux enseignants : points de vue de la recherche en didactique*, Collection sphères éducatives-PUBP, p. 9-23.
- Boivin-Delpieu,G (2015).Conditions d'avancée des savoirs et déterminants de l'action professorale : étude de cas sur l'enseignement des phases de la Lune au cycle 3.
- Calmettes, B., Matheron, Y. (2015). Les démarches d'investigation : utopie, mythe ou réalité ?, *Recherches en éducation*, 21, p. 3-11.
- Correia,M. (2011-2012). *Quels types de représentation peut-on observer chez les élèves de cycle 3 en ce qui concerne le volcanisme ? Quels moyens mettre en place pour les faire évoluer ?* (Mémoire de master MEEF de l'université d'Artois).
- De Vecchi,G & Giordan,A (1989). *L'enseignement scientifique : Comment faire pour que « ça marche » ?*. Collection Giordan,A & Martinand,J-L. Nice : Z'éditions. Delagrave Pédagogie et formation.
- Giordan,A & De Vecchi,G (1987). *Les origines du savoir, des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel-paris : Delachaux et Nieslté.
- Hosson,C (2019). Histoire des sciences dans l'enseignement : et si on osait ? (Vidéo)
- Hosson,C & Schneeberger,P (2011). *Orientations récentes du dialogue entre recherche en didactique et histoire des sciences*. Dossier : Didactique des sciences et histoire des sciences
- K-I. (2015), Analyse des situations d'entrée à l'enseignement de la physique au collège en Cote d'Ivoire. In C. Marlot & L. Morge (eds), *Adapter l'investigation scientifique aux enseignants : points de vue de la recherche en didactique*, Collection sphères éducatives- PUBP, p. 71-84.

- Marlot,C , Morge,L (2016). L'investigation scientifique et technologique. *Comprendre les difficultés de mis en oeuvre pour mieux les réduire*. Collection Paideia.
- Martinand,J-L (1986). *Connaitre et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- Migne,J. (1970). Représentations et connaissances scientifiques. *Éducation permanente* n°8.
- Ravanis,K & Charakampopoulou,C & Boilevin,J-M , Bagakis,G (2005). La construction de la formation des ombres dans la pensée des enfant de 5-6 ans : procédures didactiques socio-cognitives. SPIRALE. *Revue de Recherches en Éducation* N° 36 (87-98).
- Rolando, J.M., (2003), L'astronomie à l'école: construire des compétences et des savoirs au cycle 3, Delagrave, Pédagogie et formation.
- Servy,M-E Marie-Eve. (2004-2005). *Comment tenir compte des représentations initiales des élèves et les faire évoluer ?* (Mémoire de master MEEF de l'université de Bourgogne).
- Soler,L (2013). Q'est-ce qu'un modèle scientifique ? Spirale. *Revue de Recherches en Éducation*. N° 52 (177-214).