



HAL
open science

Rôles de simulations numériques et d'objets matériels dans les activités de modélisation des élèves

Julie Lapere

► **To cite this version:**

Julie Lapere. Rôles de simulations numériques et d'objets matériels dans les activités de modélisation des élèves : un exemple en astronomie en 5ème concernant les phases de la Lune. Education. 2018. hal-02374646

HAL Id: hal-02374646

<https://univ-fcomte.hal.science/hal-02374646>

Submitted on 21 Nov 2019

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 2nd degré, Professeur des Lycées et Collèges, Physique-Chimie

Rôles de simulations numériques et d'objets matériels dans les activités de modélisation des élèves :
un exemple en astronomie en 5^{ème} concernant les phases de la Lune.

présenté par

LAPERRE Julie

Sous la direction de :

BOIVIN-DELPIEU Géraldine

Grade

Année universitaire 2017-2018

Remerciements :

Je tiens à remercier Géraldine BOIVIN-DELPY, ma directrice de mémoire qui a passé beaucoup de temps à m'aider, me conseiller, me corriger pour ce mémoire.

Je tiens à remercier tous mes élèves de 5^{ème}1 qui ont participé à cette étude de manière très enthousiaste.

Je tiens à remercier ma maman pour la relecture très attentive de ce mémoire.

Table des matières :

I.	Introduction	5
II.	Partie théorique	7
1.	Connaissance du public étudié	7
2.	Didactique des sciences physiques.....	8
a.	Différents types d'activité	8
b.	Définition de la modélisation/ du modèle	10
c.	Difficultés des élèves concernant la modélisation.....	11
d.	Définition de la simulation.....	12
e.	Définition de l'expérimentation	13
3.	L'astronomie dans l'enseignement.....	14
a.	L'astronomie au collège et au lycée	14
b.	L'astronomie au cycle 4	15
c.	Conceptions des élèves	15
d.	Analyse <i>a priori</i> des savoirs sur le thème des phases de la Lune	17
III.	Problématisation	18
IV.	Protocole :	19
V.	Analyse des résultats.....	25
1.	Présentation des conceptions des élèves	25
2.	Apport de l'expérimentation et de la simulation pour chaque conception.....	27
3.	Analyse des cas particuliers.....	31
a.	L'élève n'a rien appris grâce à la simulation et à l'expérience.....	31
b.	L'élève est arrivé au niveau 2 grâce à la simulation et à l'expérience	33
4.	Amélioration de la séance proposée	33
VI.	Réponse à la problématique.....	36
1.	Hypothèse 1	36
2.	Hypothèse 2	37
VII.	Conclusion	38
	Bibliographie	39
1.	Annexe 1 : documents distribués aux élèves.....	40
2.	Annexe 2 : Réponses des élèves classées par conception	43

Table des illustrations :

Figure 1 : Simulation sur les phases de la Lune	21
Figure 2 : Vidéoprojecteur représentant le Soleil.....	22
Figure 3 : Boule en polystyrène représentant la Lune	22
Figure 4 : Vue d'ensemble du matériel utilisé	22
Figure 5 : Schéma de l'expérience	22
Figure 6 : Boules en polystyrène à moitié peintes en noir	23
Figure 7 : Tableau des résultats.....	29

I. Introduction

Je suis depuis cette année, professeure stagiaire de physique-chimie. J'enseigne au collège de l'Arc situé à Dole dans le Jura. Ce collège a été créé en 1582 pour accueillir des jésuites. Aujourd'hui, les élèves ont cours dans les bâtiments de l'époque même s'ils ont été rénovés entre 2005 et 2007 pour satisfaire aux exigences des établissements scolaires.

Les catégories socio-professionnelles des parents sont très hétérogènes. Les résultats des élèves le sont aussi.

J'ai 2 classes de 4^{ème} et 5 classes de 5^{ème}. Une classe de 4^{ème} est très calme et l'autre plutôt agitée mais globalement de niveau moyen d'après mes collègues qui ont ces classes. Deux classes de 5^{ème} sont d'un bon niveau et très dynamiques, deux autres ont un niveau correct mais sont assez bavardes et la dernière est très bruyante avec plusieurs élèves qui posent problèmes. En effet, deux élèves dans cette classe ne suivent pas le cours et perturbent leurs camarades à chaque cours. L'ambiance de classe n'est donc pas agréable voire mauvaise. Même si toutes ces informations ne s'appuient pas sur des critères objectifs d'observation elles sont néanmoins données en accord avec l'équipe pédagogique.

Si je me suis tournée vers un métier de l'éducation, c'est parce j'aime beaucoup le contact avec les enfants et je souhaite pouvoir leur transmettre les compétences nécessaires pour qu'ils puissent s'épanouir dans ce qu'ils souhaitent.

Dans ce mémoire, je vais travailler plus particulièrement sur l'astronomie. J'ai choisi ce domaine de ma matière car il me passionne depuis toute petite et je souhaite que mes élèves puissent s'épanouir aussi dans ce domaine.

Dans un premier temps, je présenterai dans ce mémoire les résultats de mes lectures : concepts, référents théoriques. Cette partie théorique commencera par l'étude du public de collège pour comprendre les principaux mécanismes d'apprentissage. Ensuite je me pencherai sur l'apprentissage de la matière que j'enseigne en détaillant les activités que peuvent faire les élèves, les difficultés engendrées et les pistes de solutions apportées. Enfin, je me concentrerai plus précisément sur un domaine de la physique-chimie : l'astronomie en étudiant les conceptions naïves des élèves à ce sujet.

Dans un second temps, j'élaborerai une problématique à la vue de mes différentes lectures. Des hypothèses découleront alors de cette problématique.

Dans un troisième temps, j'expliquerai le choix de mon protocole pour tester mes hypothèses.

Dans un quatrième temps, j'analyserai mes données.

Et enfin, dans un cinquième temps, je discuterai mes hypothèses à l'aide des résultats expérimentaux.

II. Partie théorique

1. Connaissance du public étudié

Pour mieux comprendre certaines des réactions des élèves face aux situations d'apprentissage proposées, il est intéressant de se concentrer sur leur développement psychologique. Les élèves de collège, âgés de 12 à 15 ans en moyenne, sont en pleine adolescence. A cet âge, il y a beaucoup de points qui les perturbent comme l'image de soi, la sexualité, la puberté...

Dans cette partie, nous allons nous concentrer sur le développement cognitif et le raisonnement moral de l'adolescent. Le développement cognitif ou cognition correspond à l'ensemble des processus moraux impliqués dans le traitement d'informations (pensée, raisonnement, encodage de l'information, stockage et restitution) (KUBISZEWSKI, 2017).

Piaget (1920) classe le développement cognitif des enfants en plusieurs périodes. La période de 0 à 18 mois est appelée période sensori-motrice : cette période correspond à la découverte du monde qui l'entoure via les sens. La période de 2 ans à 7 ans est appelée période préopératoire : l'enfant accède à la fonction sémiotique et à une pensée égocentrique. La période de 7 à 12 ans est appelée période des opérations concrètes : l'enfant arrive à dépasser l'égoïsme de ses conceptions. Enfin, la période de l'adolescence correspond à la période opératoire formelle. Les enfants commencent à avoir une réelle capacité à se détacher de leur propre point de vue, à établir des liens entre le réel et le possible et à faire émerger une pensée hypothético-déductive. Ce genre de raisonnement est beaucoup utilisée en sciences, ainsi, à cet âge, les élèves semblent dans de très bonnes conditions cognitives pour aborder les sciences. Les élèves arrivent à sortir du concret et à aller vers l'abstrait. Cependant, les limites d'âges données par Piaget sont approximatives, elles sont propres à chaque enfant. Aujourd'hui il existe d'autres classements du développement cognitif de l'enfant.

D'un point de vue des capacités liées au raisonnement, l'âge des collégiens est propice à l'enseignement de discipline nécessitant un raisonnement basé sur une démarche hypothético-déductive ou encore nécessitant un certain degré d'abstraction.

Pour comprendre comment leur enseigner cette matière, il est aussi important de se représenter les processus d'apprentissage spécifique à la nature des savoirs en sciences physiques.

Pour comprendre cela, on peut se référer à l'article de Bécu-Robinault qui décrit les raisonnements mis en œuvre par l'élève lorsqu'il apprend les sciences physiques. (Bécu-Robinault, 1997). Elle explique qu'en physique-chimie, il existe deux mondes. Le monde des objets qui correspond à tout ce qu'on peut appréhender avec les sens. Le monde des théories qui correspond au « savoir savant » c'est-à-dire les notions que doivent apprendre les élèves. L'élève apprend lorsqu'il arrive à passer du monde des objets au monde des théories.

Pour permettre ce passage, les professeurs utilisent des activités variées. Dans le paragraphe suivant nous allons donc étudier les différentes activités qui peuvent être proposées dans le cadre des sciences physiques.

2. Didactique des sciences physiques

a. Différents types d'activité

Le choix du type de situations ou type d'activités semble avoir un impact sur le processus d'apprentissage. Nous allons donc détailler les différents types d'activités possibles en sciences physiques. Il est important de commencer par définir ce qu'est une activité. Une activité regroupe un ensemble de tâches portant sur une même notion, que les élèves doivent réaliser. Il faut cependant faire la différence entre type d'activité que nous venons de définir et support d'activité que nous n'étudierons pas dans ce paragraphe (tablette, ordinateur...).

Tout d'abord, il y a l'étude documentaire, les élèves ont un ou plusieurs documents à lire et une série de questions auxquelles ils doivent répondre. Dans ce type d'activité, l'élève doit extraire des informations des documents en lien avec les questions. Le but de l'activité documentaire peut être de faire découvrir une notion à l'élève, trouver un protocole expérimental, vérifier des résultats expérimentaux ou encore comparer le savoir établi en classe avec le savoir de référence.

La démarche actuellement préconisée par les programmes de sciences physiques est la démarche d'investigation. Nous nous baserons sur l'article de Morge et Boilevin pour décrire

ce type d'activité (BOILEVIN & MORGE, 2007). Les principaux critères que nous pouvons citer sont la succession de tâches, l'analyse des productions par les élèves et l'apprentissage d'une nouvelle notion. Ils insistent sur le fait que l'élève doit avoir plusieurs tâches à effectuer dans le but de découvrir une nouvelle notion. Dans ce type d'activité, on note l'importance de la trace écrite mais aussi du contrôle des productions par les élèves. Ils doivent par eux-mêmes déterminer si les productions de leurs camarades sont justes ainsi que les leur. Le professeur est là pour organiser les échanges, apporter de l'aide aux élèves et institutionnaliser la notion découverte par les élèves. Les élèves doivent la plupart du temps, élaborer des hypothèses pour répondre à un problème donné. Ces hypothèses ne sont pas écrites dans les documents, c'est à eux de les trouver. Les anciens programmes de collège (Bulletin officiel spécial n° 6 du 28 août 2008) révèlent l'importance de l'expérimentation dans la démarche d'investigation : « Dans le domaine des sciences expérimentales et de la technologie, chaque fois qu'elles sont possibles, matériellement et déontologiquement, l'observation, l'expérimentation ou l'action directe par les élèves sur le réel doivent être privilégiées. ». Nous notons aussi que le questionnement doit se rapporter au monde réel. Par exemple, pour parler de la variation de volume lors d'un changement d'état en 5^{ème}, nous pouvons prendre comme exemple le gel de la piscine l'hiver. L'élève est très actif pendant ce genre d'activité, il trouve les hypothèses, il essaye de les tester, il contrôle ce qu'ont fait les autres élèves.

Il y a aussi, les tâches complexes ou résolution de problème scientifique (RPS). Pendant ce type d'activité, les élèves ont plusieurs documents à lire et une seule question. Pour y répondre, ils doivent élaborer un raisonnement, à partir des connaissances acquises et des informations des documents. Ce type d'activité n'est pas guidée, il existe quand même un système d'aides au cas où les élèves seraient bloqués. Par exemple, en quatrième, lors du chapitre sur la masse volumique, mes élèves ont dû répondre à la question suivante : quelle est la masse d'air contenue dans la pièce ? Ils avaient des documents sur le volume d'une pièce et une expérience pour déterminer la masse volumique de l'air (Éduscol).

Toutes ces activités ont pour but de transmettre une notion aux élèves. La physique-chimie est une matière qui a pour but la compréhension de la nature. (Morge & Doly, 2003). Elle a recours à des théories, des lois et à la modélisation. Le modèle a une place très importante dans cette discipline comme l'indique les programmes. Ainsi à travers ces trois

types d'activité, la notion transmise est souvent liée à un modèle. Nous développerons l'idée de modèle en sciences physiques dans le paragraphe suivant.

b. Définition de la modélisation/ du modèle

La pratique des sciences physiques passe en grande partie par la construction de modèles. Il est donc important de définir ici la notion de modèle et de modélisation.

De manière générale, les modèles peuvent décrire, expliquer, prévoir ou aider à une prise de décision. (COQUIDÉ & LE MARÉCHAL, 2006). Dans le cas de l'enseignement, à n'importe quel niveau, les modèles sont surtout utilisés pour expliquer ou décrire mais très peu pour prévoir.

Le modèle est un lien entre le monde des choses et des événements et le monde des théories. Le monde des choses ou des objets correspondant à la réalité, à ce que n'importe qui peut observer tous les jours. Le monde des théories est lui plutôt abstrait, il correspond plutôt au monde scientifique et mathématique qui est plus difficilement accessible. Le modèle a donc pour but de permettre à tout le monde d'accéder au monde des théories en partant du monde des choses et donc d'apprendre.

D'après Pierrard, un modèle en science est « un objet de substitution utilisé pour tester des hypothèses » (PIERRARD, 1988). Dans le domaine de l'éducation, le modèle peut avoir plusieurs caractéristiques selon Pierrard. Il peut impliquer un changement d'échelle, c'est-à-dire que le modèle d'un phénomène n'a pas la même taille que le phénomène en lui-même. Par exemple, lorsque nous représentons le système solaire, nous ne le représentons pas à sa taille réelle, mais à taille humaine.

Le modèle simplifie la réalité du phénomène. Par exemple, en mécanique, lors de l'étude du mouvement d'un corps, nous faisons un bilan des forces. Pour simplifier le modèle et les calculs par la suite, certaines forces présentes dans la réalité, sont alors négligées. Il y a donc une simplification de la réalité via le modèle.

Une autre approche du modèle consiste à dire qu'il y a deux niveaux de modèles (Bécu-Robinault, 1997). Le premier est appelé modèle physique, il correspond à toutes les grandeurs physiques et les relations qui sont utilisées pour décrire une situation expérimentale. Le deuxième est appelé modèle numérique. Il contient tout ce qui est important du point de vue

du traitement de données et les techniques de traitement et leurs conceptions (graphiques...). Ainsi lorsque nous créons et utilisons un modèle nous avons besoin à la fois du domaine de la physique (théorique) et du domaine du numérique, c'est-à-dire du domaine du calcul. Dans cette étude, nous ne nous concentrerons pas sur cette définition du modèle.

La modélisation correspond au processus qui permet d'élaborer un modèle ou de s'en approprier (BEAUFILS & RICHOUX, 2003). Elle peut contenir par exemple, en ce qui concerne les cours donnés aux élèves à leur faire construire des modèles, tester leur fiabilité en faisant des allers-retours entre modélisation théorique et vérification expérimentale.

La compréhension d'une notion via un modèle passe nécessairement par la prise en compte de la différence entre le modèle et la réalité qu'il représente. (Morge & Doly, 2003). C'est une des difficultés majeures des élèves, nous l'étudierons plus en détail dans le paragraphe suivant.

c. Difficultés des élèves concernant la modélisation

La difficulté pour certains élèves est de faire la distinction entre modèle et réalité. (Morge & Doly, 2003)

Il en découle que ces élèves vont croire que les modèles vus en classe sont la réalité des phénomènes. Par exemple en chimie, les atomes sont représentés sous forme de sphères dures de couleurs différentes et les molécules sont représentées avec des sphères liées entre elles par des bâtons. Or dans la réalité, les atomes ne sont pas des sphères rigides et n'ont pas de couleur et les liaisons entre atomes ne sont pas matérielles. De plus, ce problème de distinction entre ces deux termes peut poser des soucis de cohérence des contenus scolaires. Par exemple, la dualité onde-corpuscule pour le modèle de la lumière est un souci majeur. En effet, les élèves assimilant le modèle à la réalité, ont des difficultés à comprendre l'évolution du modèle de la lumière au cours de leur scolarité. La lumière est d'abord modélisée par une ligne droite, ensuite par une onde qui peut être diffractée et enfin la lumière est constituée de photons c'est-à-dire de matière.

Pour favoriser l'enseignement de la modélisation de manière que les élèves fassent la différence entre modèle et réalité, nous pouvons relever 3 idées :

- l'objet modélisé doit être directement perceptible,
- l'objet doit pouvoir être modélisé de différentes manières,
- l'objet et son modèle ne doivent pas être dans un rapport descriptif.

Il est possible aussi d'avoir recours à un type de support qui favorise la transition entre réalité et modèle. Il s'agit de la simulation. Nous allons donc étudier cela plus précisément dans le paragraphe suivant.

d. Définition de la simulation

L'idée de simulation dans la modélisation a émergé déjà depuis plusieurs années. Elle permet d'élaborer des modèles théoriques et de les traiter en évitant toutes les difficultés liées aux mathématiques. (Bécu-Robinault, 1997).

Elle permet aussi de montrer des expériences dangereuses, coûteuses et aussi palier un manque d'équipement (Le Maréchal & Bécu-Robinault, 2006).

Beaufils et Richoux développent l'idée que « la simulation est un plan intermédiaire entre le monde réel et le monde des théories » (BEAUFILS & RICHOUX, 2003). Le monde réel correspond au monde de l'observable c'est-à-dire ce que tout être vivant peut observer sur la planète et au-delà. Le monde des théories correspond à un monde qui n'est pas accessible directement à tout le monde.

Dans le cas des élèves, le monde réel est ce qu'ils observent tous les jours : la lune dans le ciel, le soleil qui apparaît le matin et disparaît le soir. Le monde théorique comprend les explications savantes aux phénomènes observés dans le monde réel. Après enseignement, les élèves devront être capables de mobiliser ces explications en accord avec les savoirs de référence pour expliquer, interpréter leurs observations du monde réel : la Terre tourne autour du Soleil, la Lune tourne autour de la Terre.

Ainsi pour que les élèves accèdent à ce monde théorique, l'enseignant peut leur faire utiliser une simulation qui peut aider à comprendre un modèle.

La simulation est donc un type de modélisation possible, il en existe d'autres comme l'expérimentation par exemple.

De manière plus précise, la simulation se décompose en deux parties. Une partie qui correspond au traitement des calculs dans la simulation, ce qui préoccupe surtout celui qui crée la simulation. La seconde partie gère l'affichage des différentes conceptions des connaissances mises en jeu.

Il peut y avoir deux types de simulation :

- la simulation prend comme référence la phénoménologie : les objets et instruments sont représentés (de façon plus ou moins réalistes) et la phénoménologie est représentée (aspects visibles, ou rendus visibles, des phénomènes) (BEAUFILS & RICHOUX, 2003)

Dans ce cas, la simulation vise à travailler la reconnaissance des modèles.

- la simulation prend comme référence le modèle : les objets réels sont représentés de façon symbolique, les instruments sont en principe absents (ou représentés de façon très symbolique).

Dans ce cas, la simulation vise à travailler des connaissances relatives à la théorie, au modèle.

Ainsi la simulation peut permettre de palier à certaines difficultés des élèves pour faire la différence entre modèle et réalité.

e. Définition de l'expérimentation

Un autre type de modélisation possible est l'expérimentation. Ce type de modélisation est fortement utilisées en sciences physique que ce soit au niveau collège ou au niveau lycée. Les élèves tout au long de leur cursus apprennent à manipuler du matériel scientifique. En chimie, ils apprennent à se servir de la verrerie, de la balance et réalisent des mélanges, des transformations chimiques. En physique, ils utilisent du matériel d'optique comme les laser ou bien encore les lentilles, du matériel de thermodynamique ou bien mécanique. Le but de ces manipulations est de leur faire trouver des résultats, de les interpréter et de construire des modèles mathématiques. Au baccalauréat scientifique, il y même une épreuve qui évalue les compétences expérimentales de l'élève ce qui montre l'importance de l'expérimentation.

Il semble important dans ce paragraphe d'évoquer la différence entre expérience et expérimentation. D'après une Maria Arcà (Arcà, 1999), il n'y a pas de limite très nette entre l'expérience et l'expérimentation. L'expérience est « entendue comme contact initial avec la réalité concrète » et l'expérimentation est « la réalisation d'un projet de connaissance

conformément à une intention préétablie. » Ainsi l'expérience correspondrait plus à la manipulation du matériel et à la prise de résultats tandis que l'expérimentation inclurait en plus l'interprétation des résultats et la construction de modèle. Dans le langage scolaire, le terme expérimentation contient beaucoup de tâches différentes comme « l'expérience, la démonstration, le travail pratique, l'utilisation d'un appareillage complexe ». D'après elle, il faudrait utiliser d'autres termes pour qualifier chacune de ces tâches. Par choix nous utiliserons donc le mot expérimentation pour désigner ce que les élèves vont réaliser lors de cette activité car ils doivent interpréter l'expérience qu'ils vont faire pour expliquer les phases de la Lune.

3. L'astronomie dans l'enseignement

a. L'astronomie au collège et au lycée

L'astronomie est une discipline enseignée en sciences physiques ou en science et vie de la terre tout au long de la scolarité de l'élève. Il commence à l'étudier en cycle 2, continue en cycle 3 puis cycle 4. L'élève commence donc à étudier ce qui est le plus proche de lui (la Terre) et s'éloigne progressivement (le système solaire, les galaxies). Ensuite au lycée, l'élève va continuer à travailler des notions en lien avec les planètes, les galaxies en découvrant des phénomènes physiques de plus en plus complexes (les spectres en classe de seconde, la quantification des énergies en classe de première scientifique et enfin en terminale le rayonnement solaire et le calcul de vitesse de planète grâce à l'effet Doppler). L'astronomie est donc un domaine très riche permettant d'étudier différents phénomènes physiques.

De plus, l'astronomie est un sujet qui souvent passionne. En effet « L'astronomie est une science qui offre à l'imagination les domaines les plus vastes dans le temps et l'espace, tout en proposant des spectacles d'une grande beauté. » (MERLE & GIRAULT, 2003). Les élèves sont donc la plupart du temps intéressés par cet enseignement et ont beaucoup de questions à ce sujet.

b. L'astronomie au cycle 4

Le contenu des programmes scolaires au cycle 4 est donné par le Bulletin officiel n°11 du 26 novembre 2015. L'astronomie peut être étudiée dans 3 parties : « Mouvement et interactions », « Des signaux pour observer et communiquer » et « Organisation et transformation de la matière ».

Dans la partie « Mouvement et interaction », les élèves peuvent étudier le mouvement des planètes et la force d'attraction gravitationnelle. Dans la partie « Des signaux pour observer et communiquer », les élèves peuvent aborder la notion de signal lumineux, propagation rectiligne de la lumière. Dans la partie Organisation et transformation de la matière », les élèves peuvent voir la structure de l'univers et utiliser les puissances de 10.

Dans ce mémoire, nous allons nous concentrer sur la notion de rayon lumineux et plus particulièrement d'ombre. J'ai donc choisi le niveau 5^{ème} pour étudier plus précisément les phases de la Lune. Les phases de la Lune sont dues au fait que la Lune est en orbite autour de la Terre. Les phases lunaires changent d'une journée à une autre et complètent un cycle durant 29,5 jours. La Lune présente toujours la même face à la Terre.

Comme nous allons travailler sur les phases de la Lune, il peut être important de relever les conceptions que les élèves ont à ce sujet.

c. Conceptions des élèves

i) *De manière générale*

De manière générale, une conception est « un modèle personnel d'organisation des connaissances par rapport à un contexte particulier » (Toussaint, 2008). Ces conceptions peuvent avoir de multiples origines comme la personnalité de l'élève, son vécu, ses acquis scolaires ou extrascolaires. Les conceptions erronées non compatibles avec le savoir savant chez les élèves peuvent rester parfois même après le supérieur car elles sont souvent opérationnelles dans la plupart des situations et ainsi n'ont jamais été déstabilisées

La plupart du temps, il y a un lien entre les conceptions des élèves et les obstacles didactiques (ASTOLFI & PETERFALVI, 1993). Différentes conceptions peuvent correspondre au même obstacle didactique. Bachelard (1938) donne plusieurs caractéristiques pour définir un

obstacle didactique. Un obstacle est ce qui vient se placer entre le désir d'accéder au monde des théories et le monde des objets (BACHELARD, 1938). Généralement ces obstacles sont caractérisés par leur facilité mentale, c'est-à-dire que cela est plus simple pour l'esprit de considérer la mauvaise conception plutôt que la bonne. De plus, les obstacles ne proviennent pas d'un déficit de connaissances mais plutôt de l'existence de savoirs qui sont ancrés dans l'esprit de la personne.

Il est possible de distinguer plusieurs types d'obstacles. Les obstacles lexicaux qui sont liés à la polysémie du mot. Les obstacles autologiques qui sont liés à la compréhension.

Ce qui est difficile pour l'élève et le professeur c'est que souvent, la conception qu'a l'élève s'oppose à l'objectif du professeur. Cette conception est construite depuis longtemps par l'élève et celui-ci ressent comme une nécessité à maintenir cette conception dans sa tête.

La mission du professeur est donc de prendre en compte cette conception pour que l'élève ne soit plus passif dans son apprentissage afin de la transformer pour atteindre l'objectif fixé.

Pour ce faire, le professeur doit donc exprimer ses objectifs en termes d'obstacles franchissables.

Pour franchir un obstacle, Astolfi et Peterfalvi (1993) proposent une méthode en trois étapes. Premièrement il faut les repérer car souvent les conceptions des élèves restent implicites. Deuxièmement, il faut réaliser une déstabilisation conceptuelle, il faut donc confronter les différentes conceptions des élèves. Enfin il faut leur proposer un modèle explicatif disponible et mentalement satisfaisant.

ii) Cas particulier : l'astronomie

Les élèves ont de multiples conceptions concernant l'astronomie. Cela signifie qu'ils ont des informations sur le sujet qui leur ont été données par leurs parents, leur famille, les médias ou bien même des idées qu'ils ont construites eux-mêmes. Ces informations sont parfois vraies, parfois fausses.

Par exemple il y a une confusion entre les phases de la Lune et les éclipses, entre les étoiles et les planètes. Plus précisément encore, sur le sujet qui va nous concerner :

- la lune ne se voit que la nuit
- la lune tourne autour de la terre
- la lune n'a pas toujours le même aspect car elle est parfois cachée (nuage)
- les différentes phases de la Lune sont causées par l'ombre que fait la Terre sur la Lune

Nous recueillerons dans ce mémoire les conceptions d'élèves de 5^{ème} sur ce sujet.

Un des buts de l'enseignant est donc de prendre en compte les conceptions de l'élève et d'essayer de les faire évoluer afin qu'elles deviennent cohérentes avec le savoir de référence.

d. Analyse *a priori* des savoirs sur le thème des phases de la Lune

Le thème « les phases de la Lune » regroupe beaucoup de compétences et de connaissances que les élèves doivent acquérir à la fin de cette séquence.

Tout d'abord, une compétence importante est l'observation. En effet les élèves doivent observer dans le ciel la Lune pour se rendre compte que celle-ci n'a pas toujours la même forme.

Une fois que cela est fait, les élèves vont donc passer à l'explication du phénomène. Pour cela, ils vont devoir accéder à différents savoirs dans deux domaines de la physique. Tout d'abord le domaine de l'optique. Les notions dans ce domaine sont les suivantes :

- Sources lumineuse (primaires et secondaires) => la Lune diffuse la lumière du Soleil
- Condition de formation des ombres => une ombre est une région de l'espace qui ne reçoit pas de lumière Les notions dans le domaine de la mécanique sont :
- Le mouvement de la Terre et de la Lune
- Mouvement circulaire et révolution

De plus il s'ajoute à cela l'aspect cyclique des phases de la Lune.

Nous allons donc détailler dans le protocole, les savoirs qui sont apportés par la simulation et les savoirs qui sont apportés par l'expérience.

III. Problématisation

Nous avons vu dans le paragraphe sur les conceptions des élèves que l'enseignant a pour but de faire évoluer les conceptions des élèves dans le but de les remplacer par des conceptions compatibles avec le savoir de référence. La question que l'enseignant doit résoudre est donc comment faire cela. Nous avons vu aussi qu'en physique-chimie, l'enseignant peut utiliser diverses activités pour aborder une notion. De plus, la plupart du temps, ces notions sont abordées à l'aide de modèles. Ces modèles peuvent être difficiles à comprendre pour les élèves et plusieurs solutions semblent émerger comme l'utilisation de la simulation ou de l'expérience. Au vu de toutes mes lectures et de ce qui a été résumé auparavant il me semble utile de définir la problématique suivante :

« L'expérimentation utilisée comme complément à la simulation favorise-t-elle l'évolution des conceptions des élèves vers des modèles compatibles avec le savoir savant ? »

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- L'utilisation de l'expérimentation favorise l'accès aux différentes notions et à des modèles compatibles avec le savoir savant.
- L'utilisation de l'expérimentation permet de mieux faire la distinction entre modèle et réalité.

IV. Protocole :

La séquence étudiée sera implémentée dans ma classe de 5^{ème}1, composée de 22 élèves, pendant le mois de mars. L'étude de l'origine des phases de la Lune sera incluse dans un chapitre concernant la composition du système solaire. Les élèves commenceront ce chapitre par l'étude des phases de la Lune.

Comme nous l'avons vu dans le paragraphe concernant les conceptions des élèves, il est très important de les prendre en compte. La notion des phases de la Lune comporte plusieurs obstacles autologiques comme la formation des ombres et les mouvements relatifs de la Terre, de la Lune et du Soleil. Pour franchir ces obstacles, nous allons utiliser la méthode de Astolfi et Peterfalvi en trois étapes.

Premièrement, pour repérer les obstacles, en amont de la séquence, j'ai organisé une observation guidée de la Lune par les élèves au cours de laquelle ils devaient dessiner sa forme et repérer à quel moment (date et heure), ils l'observaient. Outre le fait d'engager les élèves dans la séquence, ce travail préalable avait pour but de faire émerger les conceptions des élèves et aussi pour certains de les déstabiliser. De plus, le fait de leur faire noter la date et heure d'observation permettait de les déstabiliser sur une conception courante selon laquelle la Lune n'est visible que la nuit.

Un peu plus d'un mois plus tard débute la séquence sur l'origine des phases de la Lune. Pour cela, je prends appui sur quelques grilles d'observation sélectionnées et projetées au tableau. Je leur pose alors plusieurs questions auxquelles ils vont répondre à main levée puis une trace écrite sera mise sur les cahiers. Les trois questions sont :

- 1) Vois-tu tout le temps la Lune ?
- 2) Est-ce qu'elle est toujours au même endroit dans le ciel ?
- 3) A-t-elle toujours la même forme ?

Ces questions me permettent de vérifier que tous les élèves, même ceux qui n'ont pas rempli la feuille d'observation partent avec la même base de connaissances.

A la suite de ces questions, je leur distribue une photographie des principales phases de la Lune. Je leur donne au tableau les noms que prennent ces différentes phases et ils doivent associer le nom à la bonne phase de la Lune. Le but de cette partie est de confronter leurs observations au savoir savant.

Une fois que les élèves ont bien pris conscience que la Lune n'avait pas toujours la même forme, nous allons ensemble déterminer le problème scientifique c'est-à-dire « comment expliquer l'origine des phases de la Lune ? ». Jusqu'à maintenant, avec leurs observations, les élèves se situent dans le monde de l'observable. Le but de la suite de la séance est de les faire passer dans le monde des théories en ayant recours à un modèle.

J'ai choisi de faire une activité de démarche d'investigation où les élèves doivent émettre des hypothèses et proposer des expériences car c'est ce qui est préconisé par les programmes. D'autres part, ce type d'activité guide un peu moins les élèves ce qui permet de bien repérer les conceptions des élèves.

Je distribue aux élèves le document qui va me permettre de faire l'analyse par la suite. Ce document est décomposé en trois parties : une partie hypothèse, une partie simulation et une partie expérience. Dans un premier temps, les élèves vont se concentrer sur la première partie. Ils vont devoir proposer une hypothèse pour expliquer l'origine des phases de la Lune. Leurs réponses vont me permettre de connaître leurs conceptions concernant l'explication de ce phénomène.

A la suite de ce recueil, je vais leur montrer la simulation que j'ai choisie pour expliquer les phases de la Lune. Nous passons donc à la troisième partie de la méthode d'Astolfi : le modèle explicatif. Dans la description de la simulation, nous allons nous concentrer sur la deuxième partie d'une simulation c'est-à-dire ce que l'on voit sur la simulation et non les calculs derrière.

Ici il s'agit d'une simulation qui prend comme référence la phénoménologie : les objets sont représentés (Lune, Terre) et la phénoménologie est représentée (différents aspects de la Lune). Cette simulation apporte différentes notions.

Tout d'abord, elle montre le mouvement de la Lune par rapport à la Terre en respectant les vitesses relatives de rotation et de révolution (la Terre tourne beaucoup plus vite sur elle-même que la Lune autour de la Terre). Cependant, comme il s'agit d'une simulation en 2D, elle ne montre pas l'angle qu'il y a entre l'axe de rotation de la Terre et l'axe de rotation de la

Lune. L'axe de rotation de la Lune n'apparaît pas mais nous voyons que son orbite est circulaire.

La lumière du Soleil est modélisée par des rayons lumineux qui n'éclairent qu'une seule partie de la Lune et de la Terre.

De plus, nous pouvons observer la Lune dans deux référentiels différents. Dans la partie gauche de la simulation, le point de vue est celui d'un observateur placé dans le référentiel héliocentrique tandis que dans le carré en bas à droite, c'est celui d'un observateur dans le référentiel terrestre. Les affichages correspondant à deux référentiels distincts peut-être compliqué à comprendre pour les élèves. De plus, sur les Lunes représentées, nous distinguons toujours la Lune entière.

La simulation compte le nombre de lunaison ainsi que le nombre de jours. Les élèves peuvent alors découvrir ou vérifier que la lunaison est de 29 jours. Nous pouvons aussi voir que le pôle nord géographique est indiqué alors que l'axe des pôles n'apparaît pas.

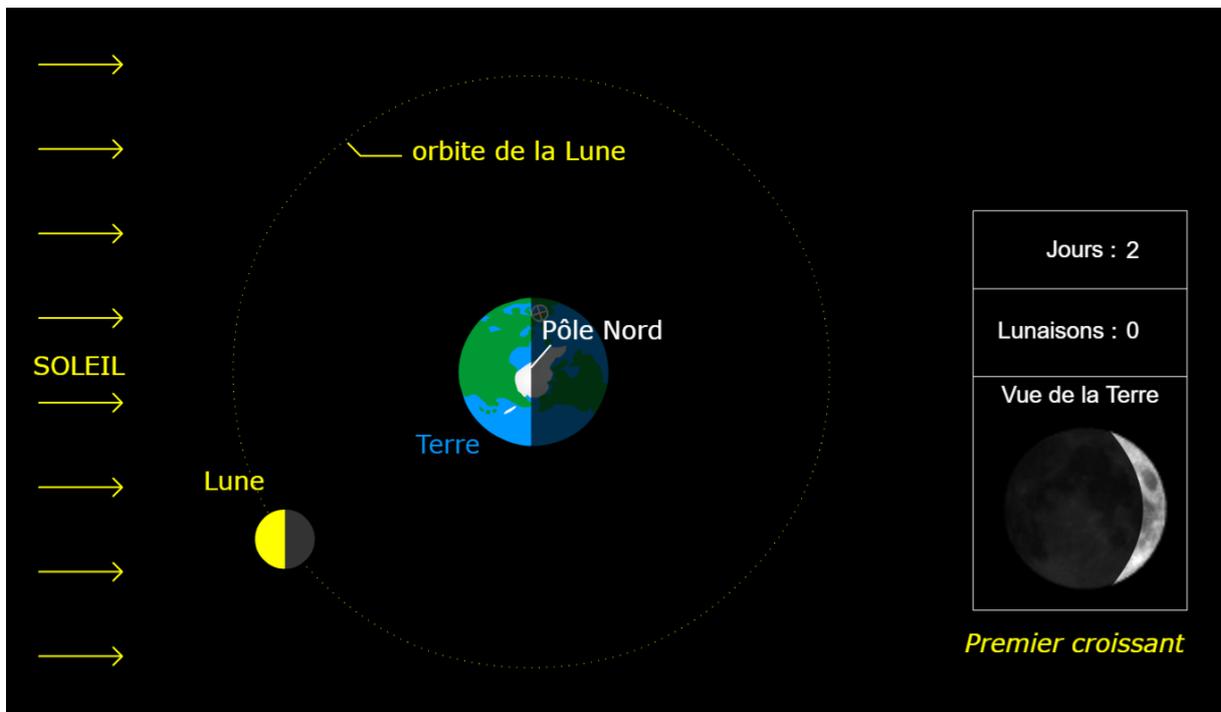


Figure 1 : Simulation sur les phases de la Lune

Une fois que les élèves ont vu la simulation, ils doivent expliquer sous la forme qu'ils souhaitent pourquoi la Lune n'a pas toujours le même aspect pour un observateur terrestre. Ils l'écrivent sur le document distribué. L'étude de leurs réponses comparées à leurs conceptions (hypothèses) me permettra d'étudier l'apport de cette simulation à la compréhension des différentes notions impliquées dans l'interprétation des phases de la Lune. Cela va aussi permettre de voir si grâce à la simulation les élèves peuvent accéder au monde des théories.

Pour la 3^{ème} partie de cette activité, les élèves devront élaborer un protocole expérimental pour reproduire les phases de la Lune. Le matériel sera donné : une lampe, une boule de polystyrène et un élève. Une fois l'expérience trouvée, nous la réaliserons en classe entière. Nous utiliserons la lumière d'un vidéoprojecteur et une grosse boule en polystyrène.



Figure 2 : Vidéoprojecteur représentant le Soleil



Figure 4 : Boule en polystyrène représentant la Lune



Figure 3 : Vue d'ensemble du matériel utilisé

Un élève se placera au début face au vidéo projecteur, la boule en polystyrène dans ses mains, devant lui.

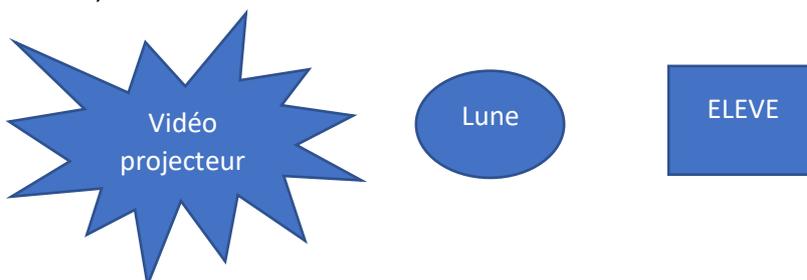


Figure 5 : Schéma de l'expérience

Il décrira alors à ses camarades ce qu'il voit et tournera avec la Lune pour découvrir les différents aspects de la Lune. Une fois que cela sera fait, je distribuerai à chaque groupe de 2 élèves une Lune en polystyrène à moitié peinte. Je leur expliquerai alors comment l'utiliser pour observer les phases de la Lune.



Figure 6 : Boules en polystyrène à moitié peinte en noir

Nous allons maintenant détailler les notions apportées par l'expérience. Dans un premier l'expérience montre les positions relatives de la Terre, de la Lune et du Soleil. Elle permet de modéliser aussi le mouvement de la Terre par rapport au Soleil et à la Lune. Elle permet aussi de comprendre que les axes de rotation de la Lune et de la Terre ont un angle entre eux. En effet quand l'élève tourne avec la Lune dans les mains et se retrouve entre la Lune et le Soleil, il est censé observer la pleine Lune mais ce n'est pas le cas car il fait de l'ombre avec sa tête. Cela montre que l'angle entre les deux axes n'est pas nul ce qui ne se voit pas sur la simulation.

Ensuite l'expérience montre aussi que seulement une partie de la Lune est éclairée par le Soleil mais ici l'élève voit directement la source lumineuse. Elle permet aussi à l'élève qui participe à l'expérience de ne pas se décentrer. En effet ici l'élève représente la Terre, il voit donc exactement ce qu'il observe quand il regarde dans le ciel. Il y a donc dans l'expérience qu'un seul référentiel pour l'élève ce qui est peut-être plus facile à comprendre.

Une fois l'expérience faite, je leur demande individuellement d'expliquer pourquoi la Lune a différents aspects sous la forme de leur choix. Ils répondent sur la feuille que je leur ai distribuée la fois précédente.

A la séance suivante, je leur donne un bilan qui explique les phases de la Lune et on fait ensemble un schéma explicatif. Ici il s'agit de l'étape d'institutionnalisation des connaissances. Je leur redonne ensuite le même type de schéma à faire en exercice à la maison.

V. Analyse des résultats

Dans ce paragraphe, je vais présenter et décrire les résultats obtenus avec ma classe de 5^{ème}. Dans un premier temps je présenterai les conceptions des élèves. Ensuite j'analyserai l'apport de la simulation et de l'expérimentation à la compréhension du phénomène et à la modélisation.

1. Présentation des conceptions des élèves

Dans un premier temps, comme je l'ai précisé dans le protocole, j'ai posé trois questions aux élèves concernant leurs observations de la Lune. Je vais donc présenter les différentes réponses des élèves.

La première question est « Vois-tu tout le temps la Lune ? ». Les réponses obtenues sont variées mais tous sont d'accord pour dire qu'on ne voit pas tout le temps la Lune. Les explications données sont : « les nuages cachent la Lune », « parfois il y a des éclipses », « ça dépend s'il fait jour ou nuit ».

La deuxième question était « Est-ce qu'elle est toujours au même endroit dans la ciel ? ». La réponse est pour tout le monde non. Les explications données sont : « la Lune tourne », « la Terre tourne ».

Enfin la troisième question était « Est-ce que la Lune a toujours la même forme ? ». La réponse est pour tout le monde non sans trop d'explications à ce stade.

Nous voyons à travers ces trois questions que la déstabilisation conceptuelle réalisée grâce aux observations des élèves a été efficace. A ce stade, les élèves n'ont plus de conceptions erronées au niveau de ce qui est observable, c'est-à-dire du monde des évènements. Ils décrivent tout simplement ce qu'ils observent dans le ciel. Pour les quelques élèves qui n'avaient jamais fait attention à la Lune, la feuille d'observation leur a permis d'aboutir à la même conclusion que leurs camarades.

Ensuite, les élèves ont dû émettre une hypothèse sur l'origine des phases de la Lune, c'est-à-dire, expliquer scientifiquement pourquoi la Lune n'a pas toujours la même forme. J'ai regroupé les conceptions des élèves en 12 catégories. Je vais donc les détailler par la suite et leur donner des numéros pour les repérer plus facilement dans la suite de mon propos.

La conception 1 correspond à un changement physique de la Lune : « La Lune change de forme car elle diminue ou rapetisse chaque jour » (1 élève).

La conception 2 correspond à une perturbation météorologique : « Les nuages cachent des parties de la Lune » (2 élèves).

La conception 3 correspond à la propagation de la lumière : « La Lune bouge et du coup la lumière ne se reflète pas de la même façon sur la Lune » (1 élève).

La conception 4 correspond à la position relative des astres : « La Lune tourne autour de la Terre » (2 élèves).

La conception 5 correspond à la notion d'ombre : « La Lune est cachée différemment chaque jour » (1 élève).

La conception 6 correspond à la responsabilité d'un seul astre : « La Lune est vers le Soleil donc elle a différents aspects » (2 élèves).

La conception 7 lie la responsabilité du Soleil à la propagation de la lumière : « Le Soleil n'éclaire la Lune de la même manière/ au même endroit » (5 élèves).

La conception 8 rend le Soleil responsable car il fait de l'ombre : « Le Soleil cache la Lune » (2 élèves).

La conception 9 correspond à la position relative de la Lune, du Soleil et de la Terre : « Quand le Soleil éclaire la Lune, la Terre vient se mettre entre les deux et cela cache la Lune » (2 élèves).

La conception 10 introduit la notion d'observateur : « La Lune tourne autour de la Terre et suivant les endroits où on est, on observe la Lune différemment à chaque fois. » (1 élève).

La conception 11 correspond à la position relative des 3 astres mais ici la Terre cache le Soleil : « la Terre cache totalement, de moins en moins ou de plus en plus le Soleil, c'est ce qui éclaire ou déséclaire la Lune » (1 élève).

La conception 12 correspond à « la bonne réponse » : « Les différentes formes de la Lune dépendent de la position de la Terre, du Soleil et d'elle-même. Plus la Lune s'interpose entre la Terre et le Soleil, moins on la voit et inversement » (2 élèves).

Les élèves ont tous des conceptions différentes pour expliquer l'origine des phases de la Lune. Le but du travail d'analyse est de voir comment peuvent évoluer les conceptions des élèves grâce à la simulation et à l'expérience. Le but est aussi de savoir si la simulation et l'expérimentation aident à la modélisation.

2. Apport de l'expérimentation et de la simulation pour chaque conception

Pour faire cette analyse, j'ai choisi de classer par niveau les réponses des élèves. Ces réponses peuvent donc être exactes ou erronées. Le niveau le plus faible correspond à la réponse qui s'éloigne le plus loin de la réponse exacte et le niveau le plus élevé est la réponse exacte. Ces réponses seront classées par thème qui correspondent aux savoirs *a priori* concernant l'explication du phénomène des phases de la Lune. Le but de cette analyse est de voir ce qu'apporte la simulation et l'expérimentation à chaque conception initiale en termes de modélisation. Si les réponses fournies par l'élève correspondent au monde des théories (niveau 2), l'élève a alors réussi à modéliser.

Dans tous les thèmes, le niveau 0 est attribué lorsque l'élève n'aborde pas ce thème. J'ai regroupé dans le tableau suivant, les différentes catégories et le niveau attribué à chaque réponse.

Catégorie	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
Sources lumineuses	L'élève n'aborde pas cette catégorie	« La Lune diffuse la lumière qu'elle reçoit du Soleil »	« La Lune diffuse la lumière qu'elle reçoit du Soleil et est toujours éclairée du même côté »
Mouvement des astres		Une des réponses suivantes : - « La Lune tourne autour de la Terre » - « La Terre tourne sur elle-même »	Les 2 réponses suivantes : - « La Lune tourne autour de la Terre » - « La Terre tourne sur elle-même »
Référentiel		« On ne voit pas la Lune sous le même angle »	« L'observateur se situe sur la Terre ».

Les niveaux ont été codés par couleur dans les tableaux de manière que ce soit plus lisible : Niveau 0 = rouge, Niveau 1 = Orange, Niveau 2 = Rouge. Il y a trois colonnes dans le tableau, la première correspond aux réponses de l'élève sans simulation ni expérience, la deuxième à la réponse de l'élève avec simulation et sans expérience, la dernière la réponse de l'élève avec simulation et expérience.

Voici les tableaux obtenus pour les 12 conceptions :

1 (1 élève)	Conception	Simulation	Expérimentation		7 (5 élèves)	Conception	Simulation	Expérimentation
Sources lumineuses	0	0	0		Sources lumineuses	1	1	2
Mouvement	0	1	2		Mouvement	0	1	1
Référentiel	0	0	0		Référentiel	0	1	1
2 (2 élèves)	Conception	Simulation	Expérimentation		8 (2 élèves)	Conception	Simulation	Expérimentation
Sources lumineuses	0	2	2		Sources lumineuses	0	2	0
Mouvement	0	1	1		Mouvement	0	1	0
Référentiel	0	0	0		Référentiel	0	1	0
3 (1 élève)	Conception	Simulation	Expérimentation		9 (2 élèves)	Conception	Simulation	Expérimentation
Sources lumineuses	0	0	0		Sources lumineuses	0	2	2
Mouvement	0	1	1		Mouvement	2	2	2
Référentiel	0	0	0		Référentiel	0	2	2
4 (2 élèves)	Conception	Simulation	Expérimentation		10 (1 élève)	Conception	Simulation	Expérimentation
Sources lumineuses	0	2	0		Sources lumineuses	0	2	2
Mouvement	1	1	2		Mouvement	0	1	2
Référentiel	0	2	0		Référentiel	1	1	1
5 (1 élève)	Conception	Simulation	Expérimentation		11 (1 élève)	Conception	Simulation	Expérimentation
Sources lumineuses	0	0	0		Sources lumineuses	0	0	0
Mouvement	0	1	0		Mouvement	2	2	2
Référentiel	0	0	0		Référentiel	0	1	1
6 (2 élèves)	Conception	Simulation	Expérimentation		12 (2 élèves)	Conception	Simulation	Expérimentation
Sources lumineuses	1	1	1		Sources lumineuses	2	2	2
Mouvement	0	1	1		Mouvement	2	2	2
Référentiel	0	1	1		Référentiel	1	2	2
Catégorie	Niveau 0	Niveau 1		Niveau 2				
Sources lumineuses	L'élève n'aborde pas cette catégorie	« La Lune diffuse la lumière qu'elle reçoit du Soleil »		« La Lune diffuse la lumière qu'elle reçoit du Soleil et est toujours éclairée du même côté »				
Mouvement des astres		Une des réponses suivantes : - « La Lune tourne autour de la Terre » - « La Terre tourne sur elle-même »		Les 2 réponses suivantes : - « La Lune tourne autour de la Terre » - « La Terre tourne sur elle-même »				
Référentiel		« On ne voit pas la Lune sous le même angle »		« L'observateur se situe sur la Terre ».				

Figure 7 : Tableau des résultats

Je vais maintenant analyser ces tableaux. De manière générale, les conceptions de chaque élève ont évolué.

Je commence tout d'abord par analyser les résultats en lien avec la notion de sources lumineuses. Dans 9 conceptions sur 12, les élèves n'évoquent pas l'éclairage de la Lune. Pour ces 9 conceptions, 4 conceptions n'évoluent pas et 5 conceptions évoluent au niveau 2 grâce à la simulation. Enfin l'expérimentation ne fait pas évoluer les conceptions des élèves.

Dans 2 conceptions sur 12, les élèves pensent que la Lune est éclairée différemment par le Soleil en fonction de l'heure de la journée. Ces conceptions n'évoluent pas grâce à la simulation et seulement 1 sur évolue grâce à l'expérience.

Dans une conception sur 12, les élèves expliquent que la Lune est toujours éclairée de la même manière par le Soleil.

Dans le cas où les élèves n'ont aucune conception sur le thème des sources lumineuses, nous voyons que la simulation permet pour beaucoup d'accéder au niveau 2 et donc au monde des théories. L'expérimentation quant à elle n'apporte rien de plus par rapport à la simulation.

Ensuite, il y a le thème du mouvement des astres. Dans 8 conceptions sur 12, les élèves n'évoquent pas ce thème. Cependant, grâce à la simulation, ces 8 conceptions évoluent vers le niveau 1. L'expérimentation permet de faire évoluer seulement 2 conceptions sur 8 vers le niveau 2.

La simulation semble donc permettre aux élèves de comprendre certains mouvements nécessaires à la compréhension des phases de la Lune comme la rotation de la Lune autour de la Terre et la rotation de la Terre sur elle-même. En effet ces mouvements sont clairement visibles sur la simulation. L'expérimentation permet dans une faible proportion de faire comprendre tous les mouvements mis en jeu lors de ce phénomène.

Dans 1 conception sur 12, les élèves connaissent certains mouvements mais pas tous. En effet ils savent que la Lune tourne autour du Soleil. La simulation n'apporte rien de plus alors

qu'elle pourrait apporter le mouvement de rotation de la Terre. Cependant, l'expérimentation permet l'accès au niveau 2.

Enfin dans 3 conceptions sur 12, les élèves ont déjà connaissance de tous les mouvements qui interviennent dans ce phénomène et la simulation et l'expérimentation viennent conforter leurs connaissances.

Globalement, nous pouvons dire que la simulation permet d'apporter dans tous les cas des notions sur les mouvements des astres mais pas la totalité. L'expérimentation quant à elle permet aux élèves de bien se représenter les différents mouvements.

Enfin le dernier thème est celui de l'observateur. Dans 10 conceptions sur 12, ce thème n'est pas évoqué dans les conceptions des élèves. La simulation a permis de faire évoluer 4 conceptions sur 10 au niveau 1 et 2 conceptions sur 10 au niveau 2. Cependant, l'expérimentation n'a permis aucune évolution.

Dans 2 conceptions sur 12, les élèves pensent que l'angle de vue a une importance. La simulation leur permet alors de dire que c'est la place de l'observateur qui rentre en jeu (niveau 2).

La simulation permet donc pour ce thème de faire évoluer les conceptions des élèves contrairement à l'expérimentation qui semble ne rien apporter ici.

3. Analyse des cas particuliers

Dans ce paragraphe je vais analyser plus en détail deux cas particuliers. Le cas où la simulation et l'expérimentation n'ont rien apporté à l'élève et le cas où la simulation et l'expérimentation ont permis à l'élève d'arriver au niveau 2 dans toutes les catégories.

a. L'élève n'a rien appris grâce à la simulation et à l'expérience

Dans les résultats que nous avons, il n'y a aucun cas où l'élève n'a rien appris dans aucune catégorie grâce à la simulation et l'expérience. Les seuls cas où on ne retrouve que du rouge dans la dernière colonne du tableau, ce sont les cas où les élèves n'ont pas écrit de réponse dans la partie expérience.

Ainsi nous allons nous concentrer sur chaque catégorie et essayer de comprendre pourquoi l'élève n'a pas progressé au niveau de l'apprentissage des savoirs dans cette catégorie.

Pour les conceptions 1, 3, 5, 11, les élèves sont toujours au niveau 0 concernant la catégorie « sources lumineuses ». Cela signifie qu'ils ne parlent à aucun moment de la lumière. Nous allons donc essayer de comprendre pourquoi en regardant les conceptions des élèves. Dans la conception 1 l'élève pense que la Lune change de forme donc il n'a pas besoin de la lumière pour expliquer cela. Dans la conception 3, l'élève évoque la lumière mais dit qu'elle se reflète différemment sur la Lune. Dans les conceptions 5 et 11, les élèves évoquent implicitement la notion d'ombre mais n'évoque pas la lumière.

Il est donc possible que les élèves qui ont déjà la notion d'ombre aient repérés les ombres mais ne se soient pas questionnés sur l'origine de ces ombres. Il aurait peut-être fallu voir une autre animation qui explique comment se forment les ombres pour que ces élèves fassent le lien entre ombre et lumière.

Pour aucune conception les élèves sont toujours au niveau 0 concernant la catégorie « mouvement des astres ». Nous pouvons donc conclure que la simulation et l'expérimentation permettent à tous les élèves de comprendre en partie le mouvement des différents astres. En effet la simulation apporte le mouvement de la Lune autour de la Terre et de la Terre autour d'elle-même et l'expérimentation aussi.

Pour les conceptions 1, 2, 3, 5 les élèves sont toujours au niveau 0 concernant la catégorie « référentiels ». Cela signifie qu'à aucun moment les élèves ne parlent de l'observateur. Dans la conception 1, l'élève pense que la Lune change de forme c'est-à-dire qu'elle se déforme. Dans les conceptions 2 et 5, il y a un objet qui cache la Lune et dans la conception 3, l'élève ne parle que de la lumière. Théoriquement, l'expérimentation apporte clairement la notion d'observateur et de référentiel. En effet le fait que l'élève représente la Terre lui permet d'être dans la situation réelle de la vie de tous les jours. Il est un observateur sur Terre qui voit les différentes phases de la Lune. Ainsi peut être que ces élèves n'ont pas compris quel était leur rôle lors de l'expérimentation et il faudrait peut-être insister sur le rôle de chaque objet lors de la réalisation de l'expérience. La simulation permet plus difficilement de comprendre cette notion de référentiel car il y a deux référentiels différents.

b. L'élève est arrivé au niveau 2 grâce à la simulation et à l'expérience

Les élèves partant avec les conceptions 9 et 12 ont atteint le niveau 2 dans toutes les catégories après la simulation et l'expérience. Nous allons donc analyser leurs conceptions et essayer de comprendre ce qui leur a permis d'arriver à ce niveau.

Pour la conception 9, les élèves n'évoquent pas le rôle de lumière mais la simulation permet de leur faire comprendre son rôle. Dans leur conception, les élèves évoquent juste la position relative des astres. Le fait que la simulation montre comment la Lune est éclairée leur permet de comprendre que l'éclairage de la Lune par le Soleil joue un rôle dans l'explication des phases de la Lune.

Les élèves connaissent déjà les différents mouvements des astres.

Les élèves qui ont la conception 9 n'ont pas la notion d'observateur mais ici aussi, la simulation leur permet d'accéder directement au niveau 2. Ici, nous pouvons supposer que la vision des deux référentiels leur permet de comprendre l'importance de la place de l'observateur dans ce phénomène. Les élèves qui ont la conception 12 passe directement du niveau 1 au niveau 2 grâce à la simulation. Ils savaient que la notion d'observateur était importante mais ne savaient pas l'expliquer. Le fait d'avoir sur la simulation la position de l'observateur et la vision des différentes formes de la Lune en même temps a pu les aider à comprendre le phénomène.

Nous voyons ici que la simulation seule a permis à ces élèves de comprendre le phénomène des phases de la Lune. L'expérimentation n'apporte rien de plus. Nous pouvons donc penser que toutes les informations qui leur manquaient se trouvent dans la simulation.

4. Amélioration de la séance proposée

Dans ce paragraphe, nous allons répertorier dans un tableau ce que devait apporter l'expérimentation et la simulation et ce qu'elle a réellement apporté. Nous proposerons ensuite une amélioration possible de la séance. Nous rappelons que 23 élèves ont participé au protocole.

Ce qu'elle doit apporter	Simulation	Expérimentation
La Lune est éclairée par le Soleil	18 élèves	19 élèves
Seulement la moitié de la Lune est éclairée par le Soleil	9 élèves	11 élèves
La Lune tourne autour de la Terre	15 élèves	15 élèves
La Terre tourne sur elle-même	7 élèves	8 élèves
Axe de rotation différent pour la Lune et la Terre		0 élèves
Durée d'une lunaison	7 élèves	
Observation de la Lune dans le référentiel héliocentrique (position des 3 astres)	7 élèves	9 élèves
Observation de la Lune dans le référentiel géocentrique (position de la Lune et du Soleil quand on est sur la Terre)	4 élèves	4 élèves
Importance de la position de l'observateur	6 élèves	6 élèves

Nous voyons dans le tableau que la simulation et l'expérimentation permettent pour quasiment tous les élèves de comprendre que la Lune est un objet diffusant et que la Lune tourne autour de la Terre.

Ensuite, seulement la moitié des élèves comprend que le Soleil éclaire la moitié de la Lune et toujours le même côté. Nous voyons clairement sur la simulation et sur l'expérimentation

ce phénomène. Ainsi le problème peut venir du fait que les élèves n'ont pas vu avant la notion d'ombre et il serait judicieux de le voir au préalable de cette séance.

La moitié des élèves ne signale pas que la Terre tourne autour d'elle-même mais c'est sûrement car ils ne voient pas l'utilité de la citer ici car ils ne comprennent pas la notion de la position de l'observateur. En effet, en 5^{ème} quasiment tous les élèves savent que la Terre tourne sur elle-même (cela est vu au cycle 3).

Aucun élève évoque la notion d'axe de rotation de la Lune par rapport à celui de la Terre. Lors de l'expérience, certains élèves ont cité à l'oral cette notion ce qui a permis élèves de comprendre pourquoi il y avait la pleine Lune. Il pourrait donc être judicieux de plus insister dessus en montrant une vidéo en 3D en plus de l'expérimentation et de la simulation pour que les élèves se rendent compte de la trajectoire réelle de la Lune et ainsi pouvoir aller plus loin dans la modélisation.

La durée d'une lunaison n'est évoquée que par 7 élèves mais cela n'est pas un élément essentiel pour expliquer le phénomène des phases de la Lune.

Enfin nous voyons que la simulation et l'expérimentation n'ont pas été suffisantes pour que plus de la moitié des élèves comprenne la notion de position de l'observateur et accède ainsi à l'explication complète du phénomène des phases de la Lune. Comme nous l'avions dit précédemment la notion de référentiel peut perturber les élèves dans la simulation. En effet sur la même simulation, nous avons deux référentiels. Les élèves ne sont pas tellement au clair avec cette notion et ne comprennent pas toujours où se situe l'observateur. En effet cette notion est abordée tout au long du cycle 4 mais je ne l'ai pas encore fait avec mes élèves à ce moment de l'étude.

Nous aurions pu penser alors que l'expérimentation leur permettrait de mieux se représenter cette notion d'observateur mais à la vue des résultats ce n'est pas le cas. Cela peut-être du au fait que seulement un élève fait l'expérimentation avec le vidéoprojecteur et que les autres utilisent seulement les boules de polystyrène déjà peintes. Il serait sûrement mieux que chaque élève puisse faire l'expérimentation avec le Soleil qui éclaire la Terre. Pour cela il faudrait plusieurs lampes torches et plusieurs boules de polystyrène non peintes. Je ne disposais pas de ce matériel dans mon collège et de plus la réalisation en classe entière me semble encore plus compliquée. Il serait aussi possible de comparer ce que voit l'élève qui

joue la Terre et ce que voit les autres élèves ou alors d'éclairer une grosse balle avec un vidéoprojecteur et disposer les élèves en cercle autour.

D'autre part, il faudrait aussi peut être voir la notion de référentiel et de relativité du mouvement avant de faire cette séance. Cela leur permettrait peut-être de mieux comprendre les deux parties importantes de la simulation.

VI. Réponse à la problématique

Dans cette partie nous allons valider ou invalider les hypothèses découlant de notre problématique. La problématique est « L'expérimentation utilisée comme complément à la simulation favorise-t-elle l'évolution des conceptions des élèves vers des modèles compatibles avec le savoir savant ? ». A la vue des analyses que nous avons faites, nous allons commenter les deux hypothèses retenues :

Hypothèse 1 : L'utilisation de l'expérimentation favorise l'accès aux différentes notions et à des modèles compatibles avec le savoir savant.

Hypothèse 2 : L'utilisation de l'expérimentation favorise l'évolution des conceptions des élèves.

1. Hypothèse 1

L'hypothèse 1 concerne l'accès au savoir, aux différentes notions et modèles qui permettent de comprendre les phases de la Lune. Nous avons supposé que l'expérimentation en plus de la simulation permettrait à l'élève de mieux accéder aux différentes notions.

Dans le cas du thème sur les sources lumineuses, nous voyons que l'expérimentation n'apporte rien de plus à la simulation et la simulation seule permet d'accéder au niveau 2 concernant cette notion. Dans le cas du thème sur le mouvement de astres, l'expérimentation permet pour certains élèves (4 élèves) d'accéder au niveau 2 alors que la simulation ne leur permettait d'accéder qu'au niveau 1. Ainsi nous pouvons dire ici que l'expérimentation favorise l'accès à cette notion. Enfin, pour le thème concernant la position

de l'observateur, l'expérimentation n'a rien apporté de plus à aucun élève. Pour les élèves qui sont arrivés au niveau 2, la simulation leur a suffi.

D'après les résultats que nous avons obtenus, nous pouvons dire que l'expérimentation favorise très peu l'accès aux différentes notions sur les phases de la Lune car nous voyons que les élèves ayant progresser grâce à l'expérimentation sont très peu et ont progressé avec l'expérimentation seulement pour une seule notion.

L'expérimentation devait faciliter la compréhension de la position de l'observateur pour faciliter le phénomène. Nous voyons avec nos résultats que ce n'est pas le cas et il faudrait donc revoir l'expérimentation choisie.

2. Hypothèse 2

La deuxième hypothèse suppose que l'expérimentation favorise l'évolution des conceptions des élèves. Lorsque nous regardons les résultats, nous voyons que toutes les conceptions des élèves ont évoluées grâce à la simulation et à l'expérimentation. Cependant nous pouvons noter que pour 3 conceptions (9 élèves), l'expérimentation a favorisé l'évolution de ces conceptions. Ainsi nous pouvons dire que l'expérimentation en complément à la simulation favorise l'évolution des représentations des élèves.

VII. Conclusion

A travers ce mémoire, j'ai étudié certains éléments très importants concernant la didactique en physique-chimie. C'est le cas des différents types d'activités qui peuvent être faites en classe, la modélisation et les difficultés des élèves concernant la modélisation et aussi des conceptions des élèves. Je me suis intéressée plus particulièrement à deux types de modélisation : la simulation et l'expérimentation. Tous ces éléments sont très importants et seront utiles pour la suite de ma carrière.

Ensuite j'ai choisi comme contexte de travail l'astronomie car c'est un sujet qui me plait beaucoup et j'ai détaillé comment ce thème était traité au cycle 4. A partir de toutes ces informations je me suis demandé quels pouvaient être les apports de la simulation et de l'expérimentation pour faire évoluer les conceptions des élèves.

J'ai donc réalisé mon étude sur une classe de 5^{ème} et sur le thème des phases de la Lune. J'ai pu donc ensuite exploiter les résultats obtenus pour répondre à ma problématique.

Dans le cadre de cette étude, j'ai pu conclure que l'expérimentation en plus de la simulation ne favorisait pas toujours l'accès à la notion. En revanche, l'expérimentation en plus de la simulation permet bien de faire évoluer les conceptions des élèves.

A travers ce travail, j'ai pu me rendre compte qu'il était très important de prendre en compte les conceptions des élèves et d'essayer de trouver le meilleur moyen pour faire évoluer les conceptions des élèves. Cela me servira donc pour ma pratique future.

Bibliographie

- ASTOLFI, J.-P., & PETERFALVI, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales . *ASTER*.
- BACHELARD. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*.
- BEAUFILS, D., & RICHOUX, B. (2003). Un schéma théorique pour situer les activités avec des logiciels de simulation dans l'enseignement de la physique. *Didaskalia*, p. 30.
- Bécu-Robinault, K. (1997). Activités de modélisation des élèves en situation de travaux pratiques traditionnels. . *Didaskalia n11* , pp. p7-37.
- BOILEVIN, J.-M., & MORGE, L. (2007). *Séquences d'investigation en physique-chimie... recueil et analyse de séquences issues de la recherche en didactique des sciences*. Clermont-Ferrand.
- COQUIDÉ, M., & LE MARÉCHAL, J.-F. (2006). Introduction. Modélisation et simulation. *ASTER*, p. 16.
- KUBISZEWSKI, V. (2017). *Connaissance et psychologie de l'adolescence*. Besançon.
- Le Maréchal, J.-F., & Bécu-Robinault, K. (2006). La simulation en chimie au sein du projet Microméga®. *Aster 43*, pp. 81-108.
- MERLE, H., & GIRAULT, Y. (2003). L'enseignement de l'astronomie. *ASTER*, p. 12.
- Morge, L., & Doly, A.-M. (2003). L'enseignement de notion de modèle : quels modèles pour faire comprendre la distinction entre modèle et réalité ? *Spirale n 52, Revue de recherches en education*, pp. 149-175.
- PIERRARD, M.-A. (1988). Modélisation et astronomie. *ASTER*, p. 102.
- Toussaint, J. (2008). *Mots clés de la didactique des sciences* .

1. Annexe 1 : documents distribués aux élèves

Grille d'observation des phases de la Lune

Note la date et l'heure (D et H) à laquelle tu observes la Lune et fais un dessin de la Lune en dessous

D/H :						
D/H :						
D/H :						
D/H :						
D/H :						

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

.....
.....
.....

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

.....
.....
.....
.....

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

2. Annexe 2 : Grille d'observation d'une élève

I- Gbe système Terre / soleil / Lune.

Grille d'observation des phases de la Lune

Note la date et l'heure (D et H) à laquelle tu observes la Lune et fais un dessin de la Lune en dessous

D/H: 20 février 8:48	D/H: 11/02 8:20	D/H: 12/02 11h	D/H: 13/02 13h47	D/H: 14/02 7=19	D/H: 15/02 16:30	D/H: 16/02 17:28
D/H: 11/02 19:02 15:54	D/H: 18/02 22:49	D/H: 19/02 21:00	D/H: 20/02 21:00	D/H: 21/02	D/H: 22/02 00:5	D/H: 23/02 00:30
D/H: 24/02 18:14	D/H: 25/02 14:00	D/H: 26/02 14:00	D/H: 27/02 22:15	D/H: 28/02 19:06	D/H: 29/02 6:45	D/H: 1/03 7:00
D/H: 3/03 18:10	D/H: 4/03 22:18	D/H: 5/03	D/H: 6/03 7:16	D/H: 7/03	D/H: 8/03	D/H: 9/03
D/H: 10/03 00:46	D/H: 11/03 8:16	D/H: 12/03	D/H: 13/03	D/H: 14/03	D/H: 15/03 7:15	D/H: 16/03 6:47

3. Annexe 3 : Réponses des élèves classées par conception

Conception 1 :

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

Je pense que c'est parce que la lune elle change
toujours de forme car elle est différente chaque
jour et qu'elle diminue ou augmente chaque jour.

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La lune tourne autour de la Terre en 30 jours.

II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

Je pose lampe et je fais tourner la boule de polystyrène.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Vu que la Terre tourne autour du soleil et qu'on tourne en même temps, on voit que la lune change

Conception 2 :

Les phases de la Lune



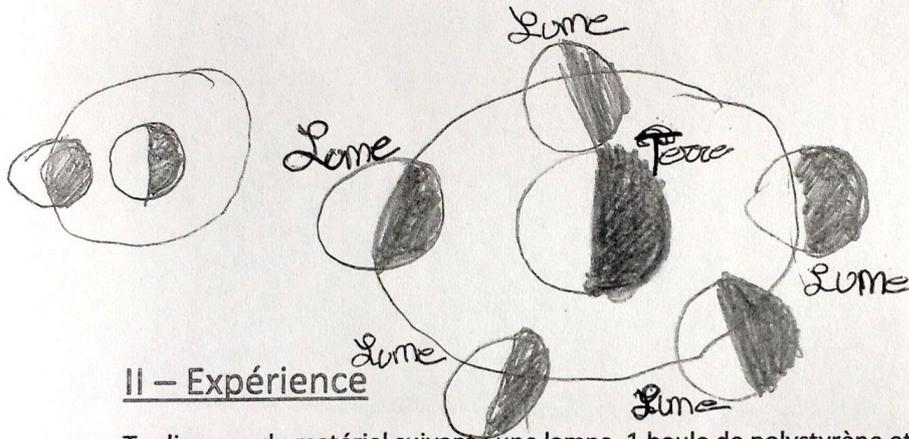
Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

CAR Les nuages cache des parties de
la Lune.

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



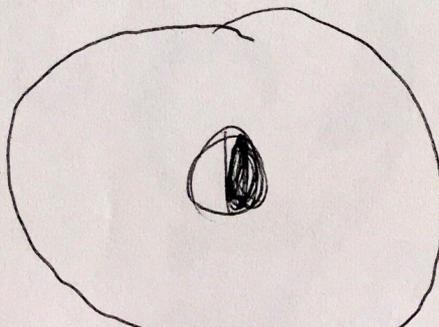
II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

La Lune n'a pas le même aspect car suivant son angle comme ils sont placés ça cache une partie ou rien de la Lune.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La Lune peut avoir différents aspects car elle tourne autour de la Terre et il y a l'aspect de l'alternance jour-nuit c'est pour ça que quand la Lune a un côté "jaune" c'est qu'il fait jour sur Terre et quand la Lune a un côté "noir" il fait nuit sur une partie de la Terre et de l'autre côté il fait jour.

II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

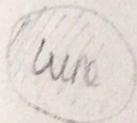
Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

On prend la Lune et l'éclaire avec la planète et on prend la boule de polystyrène servant de Lune pour la faire tourner autour de la Terre.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

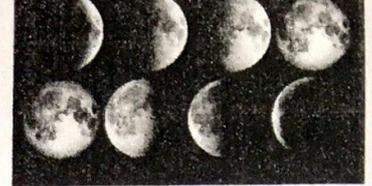
A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La Lune peut avoir différents aspects



Conception 3 :

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse

elle bouge et du coup la lumière
ne se reflète pas de la même façon

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

elle bouge et du coup la lumière ne
se reflète pas de la même façon.

II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

lampe soleil polystyrène terre ou lune
élevé terre au soleil

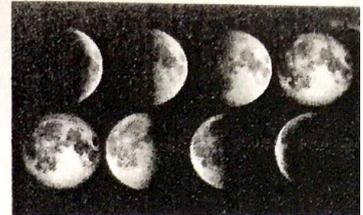
REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Cela fait comme d'habitude

Conception 4 :

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

La Lune elle-même change pas de forme car elle est toujours ronde. Les phases ~~voilà~~ changent parce qu'elle tourne autour de la Terre.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La Lune elle-même change pas d'aspect parce qu'elle est toujours ^{ronde} mais c'est nous qui l'a voyons changer de forme.

II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

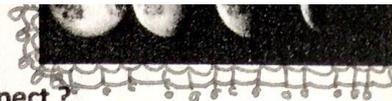
La boule c'est la Lune, la lampe c'est le soleil. C'est nous qui l'a voyons.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Il y a différentes phases parce que la Lune est toujours le soleil.

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

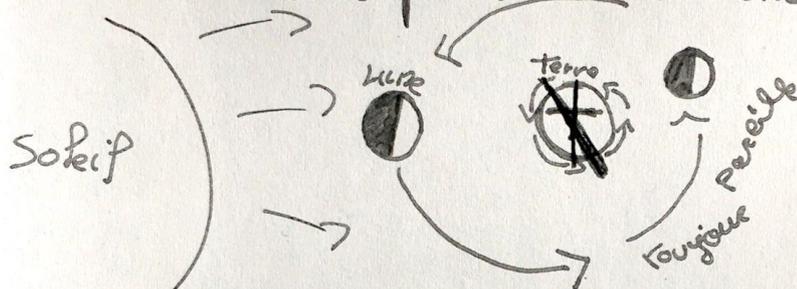
Mon hypothèse :

Parce que la lune tourne autour de la terre

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La lune me tourne pas le avec la terre donc elle a plusieurs aspect puis



II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

La lampe correspond au soleil, la boule de polystyrène à la lune et moi-même à la terre.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La terre ^{sur elle même} tourne mais pas la lune.
Alors il y a différents aspects

Conception 5 :

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

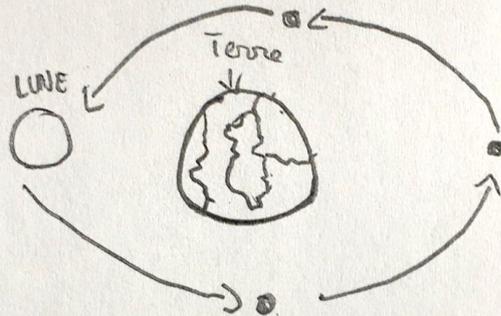
Mon hypothèse :

Car la lune est cachée différemment chaque jour. ses jours sa

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La terre l'une tourne autour



II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

Il faut faire tourner la lune autour de nous.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Conception 6 :

Les phases de la Lune



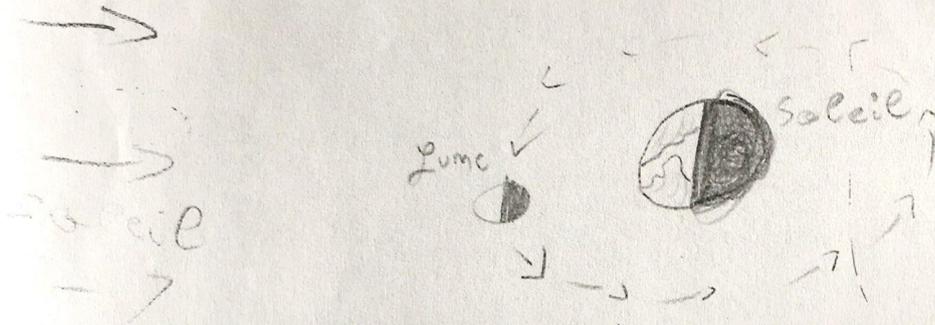
Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

c'est par rapport au soleil.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

La lampe c'est le soleil, la boule la lune, je suis terre.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

c'est par rapport à où elle est placée

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

La lune est près le soleil donc je pense que la lune a différents aspects.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

quand on tourne sur nous même on voit la lune sous différents angles. Et que un moment la terre est toute noir (nuit) et que quand se n'est pas tout noir c'est le jour.

II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

La boule c'est la lune, la lampe c'est le soleil et nous c'est la terre.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

quand on tourne sur nous même on voit la lune sous différents angles. Et que un moment la terre est toute noir (nuit) et que quand se n'est pas tout noir c'est le jour.

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

Car le soleil ne l'éclaire pas au même endroit.

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Car le soleil ne l'éclaire pas tous le temps pareil car la Lune tourne

II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

boule de polystyrène : Lune
Lampe : soleil
moi-même : la terre

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Car le soleil ne l'éclaire pas tous le temps pareil car la Lune tourne autour de la terre

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

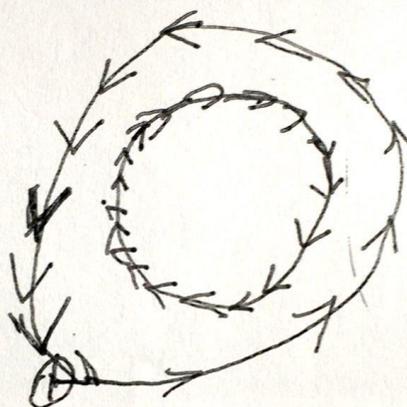
Mon hypothèse :

car le soleil éclaire différemment chaque jours.

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

la lune est en orbite
autour de la Terre



II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

le soleil éclaire différemment la lune donc on peut en voir

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

elle change différemment car elle bouge autour de la Terre

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

tourne autour de la Terre (et du soleil)
car elle bouge dans le soleil ne l'éclaire pas toujours pareil.

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix). La Lune a différentes formes car elle a des cycles, que qu'elle tourne autour de la Terre, le soleil n'illumine pas la même partie (la Terre sur la Terre).

II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

On allume la lampe que l'on pointe sur la boule que l'on tient dans la main et que l'on fait tourner.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Elle peut avoir différents aspects car elle tourne autour de la Terre. Et les rayons du soleil n'illuminent pas toujours du même côté à la Lune.

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

Car le soleil ne l'éclaire pas de la même façon.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Car sur terre on voit pas la Lune du même angle et donc la Lune tourne autour de la terre et la terre tourne sur elle-même.

II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

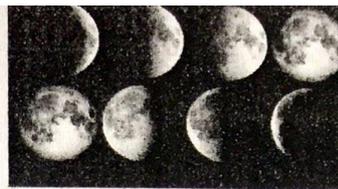
élève = terre
lampe = soleil
boule polystyrène = lune

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

que la lune ne tourne pas seule la terre
Et la lune tourne les 2.

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

A cause du Soleil car elle tourne

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La Terre tourne et la lune en 30 jours

II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

polystyrène lune / être terre / soleil lumière

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

comme la terre tourne autour du soleil et qu'on tourne autour de

Conception 8 :

Les phases de la Lune



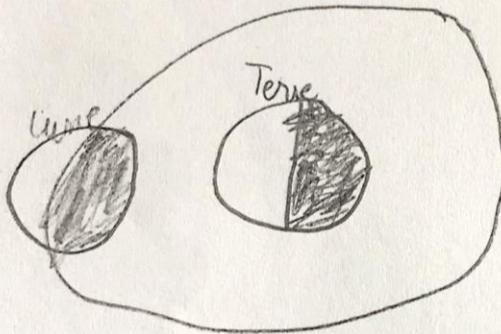
Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

Le soleil la cache chaque ^{soir} nuit pour changer de formes toutes les
nuit

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

.....

.....

.....

.....

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix)

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

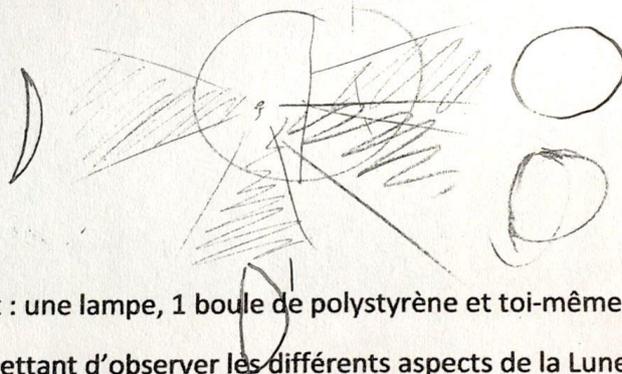
Mon hypothèse :

Car elle est des fois cachée par le soleil

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

quand on tourne sur nous mêmes on voit la lune sous différents angles



II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Conception 9 :

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

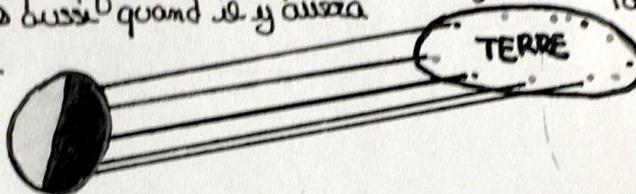
Comme la terre tourne autour du soleil et que la lune est une planète quand la terre tourne et bah la planète cache des bouts de la lune.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Comme la lune ne tourne pas mais la terre elle OUI, nous en ne verra pas la lune pareil car en change de point tous le temps ou que la terre tourne. A chaque fois notre point se décale alors on ne voit pas pareil. Mais aussi quand il y aura la nouvelle lune. point du premier jour. point du 2ème jour. Et...

Lune la terre va cacher le soleil donc il fera noir.



II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

Ce qu'on va faire c'est de mettre la lumière sur un point elle fera le soleil la boule fera la lune ce sera elle qui tournera autour de la terre (l'élève).

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Vu que la terre tourne autour du soleil et qu'on se déplace notre point de vue sur la lune change.

Les phases de la Lune



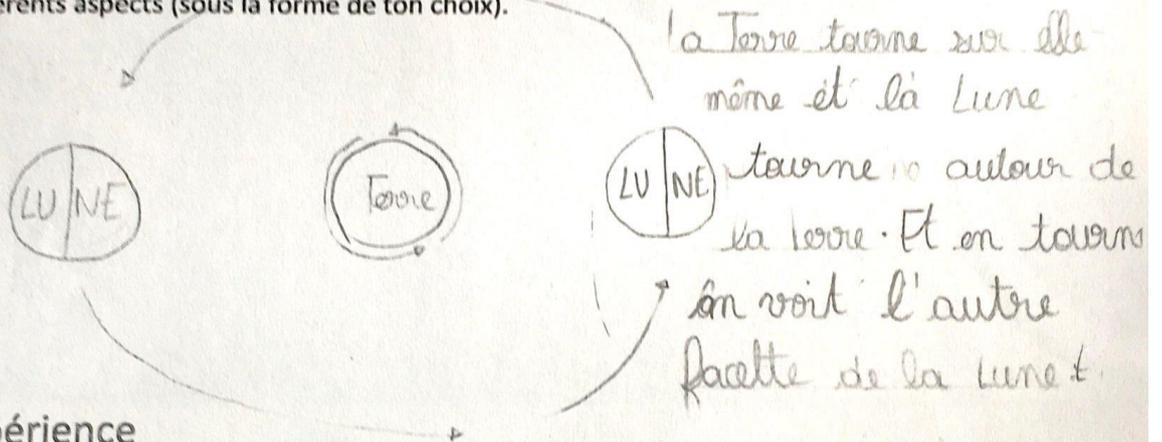
Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

Quand le soleil éclaire la lune la terre vient se mettre entre et cela cache la lune.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



II - Expérience

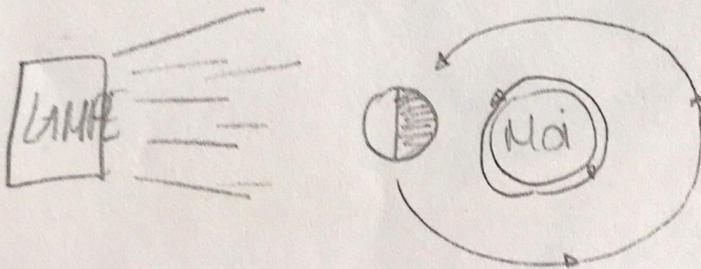
Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

La lampe : le soleil / Boule de P : la lune /
Toi-même : la Terre.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



Conception 10 :

Les phases de la Lune



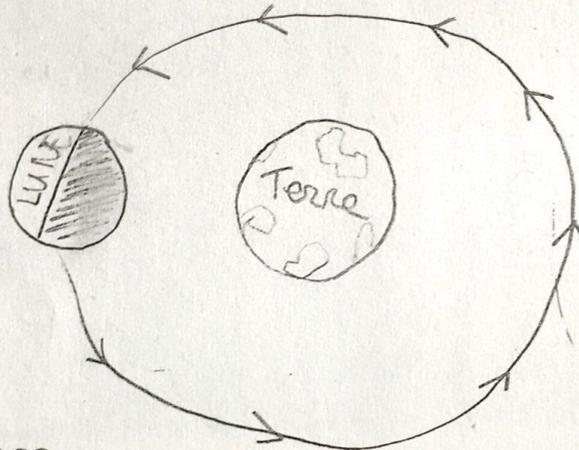
Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

parce que le temps est différent
et que la lune tourne autour
de la Terre suivant les endroits ou on n'est pas en face
de la lune différemment à chaque fois.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



En 29 jours
les différentes phases

II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

La simulation est la même que celle que tu as faite.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Le soleil reste au il est et la lune tourne autour
de la Terre ce qui explique les différentes
faces de la lune

Conception 11 :

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

Car la terre cache, totalement de moins en moins, pas du tout ou de plus en plus le soleil. C'est ce qui éclaire ou dééclaire la lune.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Car la terre tourne sur elle-même, on ne voit pas la lune du même angle.

II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

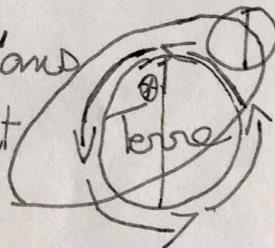
Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

La lampe : le soleil / Boule de P. La Lune /
Toi-même : la terre

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La terre tourne, donc on ne voit pas la lune dans le même angle et la terre peut cacher les rayons du soleil



Conception 12 :

Les phases de la Lune



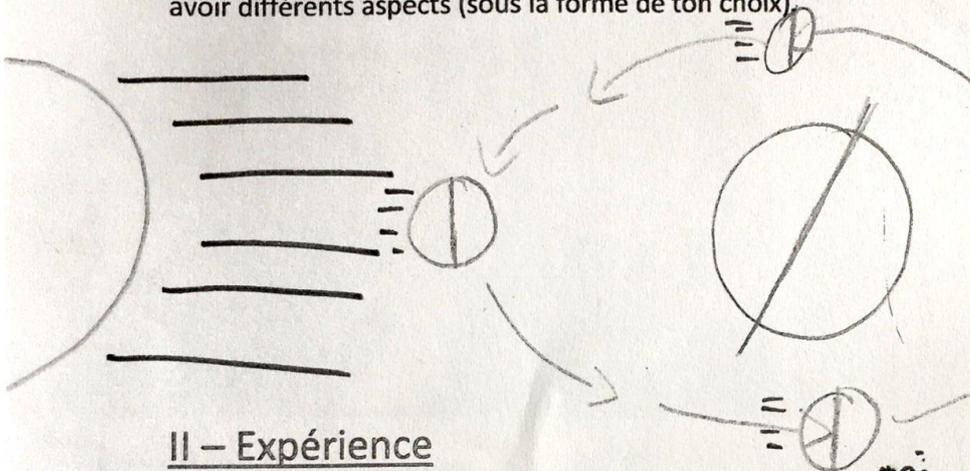
Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

Mon hypothèse :

La lune tourne autour de la terre. Le soleil éclaire la lune toujours pareil mais la lune tourne donc il est tout le temps différent.

I – Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).



La Terre tourne autour de soleil en 365 j.
La lune tourne autour du soleil en 30 j.
Quand la lune tourne la lumière reste pareil mais la position non.

II – Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

Lampe → Soleil
Boule → Lune
élève → terre

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Car la lune tourne autour de la Terre et le soleil l'éclaire toujours pareil.

Les phases de la Lune



Pourquoi la Lune n'a-t-elle pas toujours le même aspect ?

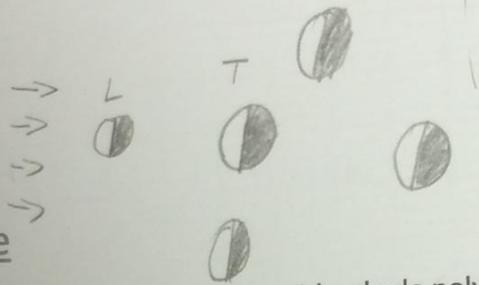
Mon hypothèse :

Les phases de la Lune dépendent de la position de la Terre, du Soleil et d'elle-même. Plus la Lune s'incline entre le soleil et la Terre, mais en la voit et inversement.

I - Simulation

A partir des observations que tu as faites sur la simulation, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

La Lune change de phase en fonction de la configuration du soleil, d'elle-même et de la terre.



II - Expérience

Tu disposes du matériel suivant : une lampe, 1 boule de polystyrène et toi-même.

Trouve une expérience te permettant d'observer les différents aspects de la Lune.

La lampe en une position, qui fait briller la Lune, la Lune ne se voit pas depuis la Terre.

REALISATION DE L'EXPERIENCE

A partir des observations que tu as faites sur la simulation et de l'expérience que tu viens de réaliser, explique pourquoi la Lune peut avoir différents aspects (sous la forme de ton choix).

Même explication ↑↑

Résumé :

Ce mémoire porte sur l'évolution des conceptions des élèves de classe de 5^{ème} concernant le phénomène des phases de la Lune. Cette étude a été faite sur l'année scolaire 2017-2018 au collège de l'Arc à Dole. Le but de cette étude est de voir le rôle de la simulation et des objets matériels de la modélisation des élèves. Plus particulièrement, cette étude se concentre sur l'apport de l'expérimentation à la simulation pour faire évoluer les conceptions des élèves vers des modèles compatibles avec le savoir savant. Les résultats de cette étude montrent que l'expérimentation favorise l'évolution des conceptions des élèves mais ne favorise pas l'accès à la notion.

Mots clés :

astronomie – cycle 4 – modélisation – expérimentation - simulation