



HAL
open science

Étude comparative autour de la relativité du mouvement au collège : comment une situation-problème permet-elle de dépasser les conceptions des élèves ?

Tommy Dessup

► To cite this version:

Tommy Dessup. Étude comparative autour de la relativité du mouvement au collège : comment une situation-problème permet-elle de dépasser les conceptions des élèves ?. Education. 2018. dumas-02082982

HAL Id: dumas-02082982

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02082982>

Submitted on 21 Sep 2020

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.

Année universitaire 2017-2018

Diplôme Universitaire

Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation

Mention Second degré

Parcours : Physique-Chimie

**Étude comparative autour de la relativité
du mouvement au collège :
comment une situation-problème
permet-elle de dépasser les conceptions
des élèves ?**

Présenté par Tommy DESSUP

Écrit scientifique réflexif encadré par Evelyne CHEVIGNY

Remerciements :

Je tiens à remercier toutes les personnes m'ayant conseillé et guidé dans la réalisation de ce mémoire.

Je souhaite tout d'abord remercier Catherine Bertin, ma tutrice au sein du collège Louise de Savoie de Chambéry, pour ses très nombreux conseils et sa présence amicale au jour le jour. Les échanges fréquents m'ont permis de garder confiance tout au long de l'année et de progresser dans la construction des séquences.

Je souhaite également remercier Evelyne Chevigny, professeur de physique-chimie en collège, tutrice ESPE et encadrante de mémoire, pour sa disponibilité et ses retours toujours très enrichissants concernant mon mémoire.

Sommaire

1. Partie théorique.....	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 État de l'art.....	2
1.2.1. De l'importance des conceptions.....	2
1.2.2. Conceptions autour de la notion de référentiel.....	4
1.2.3. Remise en cause des conceptions.....	9
1.3 Problématique.....	11
1.3.1. Définition de la problématique.....	11
1.3.2. Hypothèses d'étude.....	12
2. Méthode.....	13
2.1 Participants.....	13
2.2 Organisation de la séquence.....	13
2.3 Matériel et procédure.....	15
2.3.1. Identification des conceptions.....	15
2.3.2. Remise en cause des conceptions par une situation-problème.....	17
3. Résultats et discussion.....	19
3.1 Émergence des conceptions et comparaison.....	19
3.1.1. Évaluation des conceptions.....	19
3.1.2. Étude comparative des conceptions initiales.....	25
3.2 Remise en cause des conceptions.....	25
3.3 Évolution des conceptions.....	27
4. Conclusion.....	31
5. Bibliographie.....	33
6. Annexes.....	i
6.1 Questionnaire introductif.....	i
6.2 Situation-problème.....	iii
6.3 Questionnaire final.....	vi
6.4 Copies d'élèves.....	vii
6.4.1. Situation 1 :.....	vii
6.4.2. Situation 2 :.....	vii
6.4.3. Situation 3 :.....	vii
6.4.4. Situation 4 :.....	viii
6.4.5. Situation 5 :.....	viii
6.4.6. Situation-Problème :.....	viii
6.5 Détails des réponses aux questionnaires.....	ix
6.5.1. Questionnaire initial.....	ix
6.5.2. Questionnaire final.....	x

1. Partie théorique

1.1 Introduction

Au cours de mon stage en responsabilité au collège Louise de Savoie à Chambéry en tant qu'enseignant de sciences physiques et chimiques j'ai été amené à observer l'importance des conceptions des élèves dans leur apprentissage. Les élèves arrivent en classe avec un ensemble de connaissances acquises dans la vie de tous les jours. Ces connaissances empiriques leur servent de grille de lecture pour interagir avec le monde mais elles sont bien souvent au cœur des difficultés scolaires qu'ils rencontrent. La découverte de cet obstacle s'est faite de paire avec la préoccupation continue d'éveiller l'intérêt chez les élèves.

Au cours de ce mémoire je vais m'intéresser particulièrement aux conceptions des élèves concernant la relativité du mouvement et l'importance de la notion d'observateur dans la description du mouvement mécanique. Cette notion fait parti de l'introduction à la mécanique au collège et elle est essentielle pour pouvoir étudier correctement le mouvement. De plus, la modification des programmes de collège suite à la réforme du collège de 2015 m'offre la possibilité de présenter ces notions à des élèves en classes de sixième et de quatrième. Cette unique opportunité d'enseigner cette notion à des élèves de niveaux différents mais n'ayant jamais étudié précédemment la mécanique m'a permis d'élargir l'étude et de comparer les conceptions des élèves entre les différents niveaux.

Les travaux réalisés dans ce mémoire visent à mieux connaître les conceptions des élèves de collège concernant la relativité du mouvement et à évaluer quantitativement l'évolution de ces conceptions suite à un travail de remise en cause réalisé sous la forme d'une situation-problème.

Dans un premier temps, je présenterai une revue de résultats obtenus en didactique évoquant le rôle central joué par les conceptions dans l'apprentissage et plus particulièrement les conceptions qui ont pu être repérées concernant la relativité du mouvement dans de précédents travaux. J'évoquerai ensuite les caractéristiques des activités sous forme de situation-problème proposées par les didacticiens pour dépasser les conceptions initiales des élèves. Je conclurai par la présentation de ma problématique et des hypothèses d'études envisagées.

Dans un deuxième temps, je décrirai la méthodologie développée pour répondre à ma problématique.

Dans un troisième temps, je détaillerai les résultats obtenus suite à la réalisation de l'étude. Enfin, je discuterai ces résultats dans une conclusion.

1.2 État de l'art

Les recherches en didactique des sciences ont permis de changer de paradigme dans l'enseignement des sciences ; elles ont permis de mieux comprendre le fonctionnement cognitif des élèves lors de l'apprentissage. Les chercheurs ont alors souhaité modifier la façon d'enseigner les sciences pour prendre en compte les avancées de la recherche en didactique. Dans cette partie je présenterai d'abord le rôle clef joué par les conceptions des élèves dans la didactique des sciences physiques et chimiques. Ensuite je discuterai plus en détail les conceptions présentes chez les élèves dans le domaine de la mécanique et plus particulièrement concernant la notion de référentiel. Enfin j'évoquerai un outil didactique introduit pour transformer les conceptions chez les élèves, à travers l'utilisation de situations-problème.

1.2.1. De l'importance des conceptions

Les didacticiens ont mis à jour au cours du XX^{ème} siècle le rôle central joué par les conceptions des élèves dans l'apprentissage. La notion de conception a longtemps fait débat chez les didacticiens, une définition de cette notion est proposée par Giordan et de Vecchi (1987) : « il s'agit, à un premier niveau, d'un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner [...] cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles. ».

Ces conceptions acquises le plus souvent de manière inconscientes forment un ensemble cohérent qui permet à l'élève d'interagir avec le monde qui l'entoure. Elles jouent un rôle important dans la compréhension du monde mais elles ne correspondent pas toujours à une description scientifiquement correcte. Afin de transmettre le « savoir-savant » la posture de l'enseignant doit s'adapter pour prendre en compte ces conceptions. Celui-ci ne doit plus considérer l'élève comme une page blanche à qui il transmettrait des connaissances mais il doit chercher à remettre en cause ces connaissances empiriques de l'élève dans le but de lui

permettre de s'approprier les nouvelles représentations que l'on souhaite qu'il acquiert. Ce changement de paradigme a initialement été porté en France par les travaux de Jean Piaget et de Gaston Bachelard. Ils ont montré le rôle essentiel joué par les conceptions dans le fonctionnement cognitif de l'élève et notamment leur influence dans un grand nombre d'erreurs communes chez les élèves. Cependant le point de vue des deux auteurs diverge quand à l'origine des conceptions.

Pour Piaget l'origine des conceptions est à chercher du côté du développement cognitif de l'enfant. Elles auraient pour origine l'inachèvement du développement cognitif de l'enfant, c'est à dire le maintien de l'élève à un stade du développement de l'enfant. Cette description s'inscrit dans le domaine de la psychologie génétique. Le stade de développement de l'élève encore inachevé jouerait un rôle sur la compréhension des situations d'enseignement.

Pour Bachelard les conceptions sont principalement comprises en terme d'obstacles épistémologiques dont l'origine est à chercher du côté de la pensée commune et des difficultés rencontrés dans l'histoire des sciences (Bachelard, 1938). Ce dernier en conclut que l'objectif de l'enseignement n'est plus de faire « acquérir une culture expérimentale, mais bien de changer de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne» (1938, p.18) chez les élèves.

D'autres pistes ont été proposées pour expliquer l'origine des conceptions, notamment celle d'une origine sociale des représentations. Pour Serge Moscovici les conditions nécessaires au saut de la connaissance scientifique dans le cadre du laboratoire à la société sont à chercher du côté de l'utilisation ou de la vision qu'a la société de la connaissance. L'intégration des conceptions scientifiques ne peut donc pas être décorrélée de l'aspect social qui l'entoure. Le schéma présenté figure 1 récapitule l'origine des conceptions et leur construction à travers le vécu de l'enfant.

Il est préférable d'envisager la coexistence de ces différentes explications dans l'apparition des conceptions initiales chez l'élève.

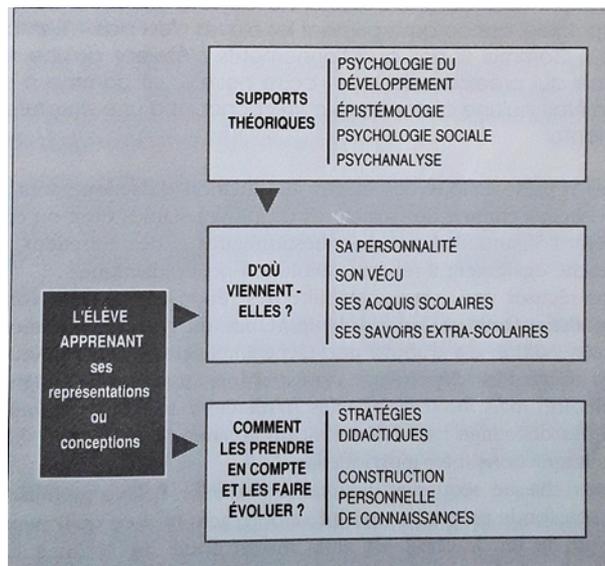


Figure 1: Schéma récapitulant l'origine des conceptions (Astolfi, 1984)

1.2.2. Conceptions autour de la notion de référentiel

Dans ce mémoire nous nous intéressons aux conceptions des élèves en nous restreignant au domaine de la mécanique et plus précisément aux notions associées à la relativité du mouvement. La notion de référentiel est donc au cœur de l'étude menée ici. Elle joue un rôle essentiel dans la description du mouvement à la fois pour la cinématique et pour la dynamique. Nous allons voir que les conceptions associées à la description du mouvement ont beaucoup évoluées au cours de l'histoire des sciences. Cette évolution des connaissances a constitué un progrès majeur qui a permis le développement de la physique. Nous allons voir que les conceptions apparues au cours de l'histoire peuvent se retrouver chez les élèves même si celles-ci ne sont pas clairement formulées dans leur esprit. Elles leurs permettent d'avoir une description empirique suffisante au quotidien pour repérer le mouvement des objets.

Historiquement la première description du mouvement à laquelle nous pouvons nous rattacher est associée à la vision d'Aristote. Dans cette description, le mouvement des objets est nécessairement lié à une cause motrice. En effet, selon Aristote, pour qu'un corps soit mu il faut qu'il soit mu par quelque chose. Cette conception du mouvement implique que le mouvement ou l'immobilité des objets est propre à l'objet et à la raison pour laquelle il est

mu. Cette vision attribue donc la propriété de mouvement à l'objet en lui même, lui donnant par la même occasion un caractère absolu. Cette vision va perdurer pendant de nombreuses années et c'est seulement à partir du XVIIème siècle et les travaux de Galilée qu'elle va être remise en cause.

Dans son ouvrage « Dialogue sur les deux grands systèmes du monde », Galilée remet en cause la nécessité d'associer une source motrice au mouvement et va plus loin en précisant l'équivalence entre immobilité et mouvement. Il imagine dans cet ouvrage un dialogue entre trois personnages représentant la vision aristotélicienne, la vision d'un honnête homme et la vision de Galilée. C'est à travers la voix de ce dernier personnage qu'il écrit que « le mouvement est mouvement et agit comme mouvement pour autant qu'il est en rapport avec des choses qui en sont dépourvues ; mais, pour toutes les choses qui y participent également, il n'agit pas, il est comme s'il n'était pas. » (1632, p.228). Il poursuit « le mouvement commun à plusieurs mobiles est sans effets et comme nul [...] puisque entre eux rien ne change » (1632, p.229). Pour étayer son raisonnement, le personnage s'appuie sur une expérience de pensée imaginant le vol d'insectes dans la cabine d'un bateau. Il explique que rien dans la cabine ne peut indiquer si le bateau est en mouvement à vitesse uniforme ou au repos par rapport au sol. En particulier le vol des mouches dans la cabine sera le même dans les deux configurations. Cette équivalence entre mouvement uniforme et repos constitue une brique essentielle de la description cinématique du mouvement.

Aucun mouvement de la vie de tous les jours ne respecte parfaitement la description faite par Galilée, qui suppose un mouvement rectiligne uniforme dont nous ne faisons jamais l'expérience réelle. Cette différence entre l'expérience empirique et le cadre des lois physiques utilisé pour décrire le mouvement peut être à l'origine de la difficulté qu'ont eu les scientifiques à décrire l'équivalence entre mouvement et immobilité. Étienne Klein l'évoque dans une conférence sur le rôle essentiel joué par les expériences de pensée dans les avancées scientifiques (Klein E., 2018).

Plus récemment, Einstein a introduit le principe de relativité qui postule que les lois physiques ainsi que la valeur de la vitesse de la lumière sont identiques dans tous les référentiels en translation rectiligne et uniforme. Afin de respecter ce principe il introduit un couplage entre

les notions d'espace et de temps qui va bouleverser notre compréhension de la cinématique et plus largement de la physique.

Cette description montre que les conceptions associées au mouvement ont énormément changé au cours de l'histoire de Aristote à Einstein.

Cette notion de relativité du mouvement a naturellement été au centre des premiers travaux de didactique concernant l'émergence des conceptions. Ces études ont été motivées par l'observation d'erreurs communes chez un grand nombre d'étudiants de premier cycle universitaire. Les chercheurs ont alors essayé de mettre à jour les raisonnements naturels des élèves dans le cadre élémentaire de la cinématique et en particulier concernant le changement de référentiel. Des travaux ont été menés sur différentes classes d'âges afin de chercher l'origine et la généralité dans les conceptions des élèves (Saltiel, E., 1978 ; Saltiel, E. et Malgrange, J. L., 1979). Pour cela des exercices, le plus souvent qualitatifs, ont été réalisés avec des étudiants de premier cycle, des élèves de lycée à la fois dans des filières scientifiques et non scientifiques et des élèves de fin d'école primaire, avec pour objectif de repérer le raisonnement « instinctif » des élèves. Ces différentes études ont permis aux chercheurs d'identifier l'existence de conceptions communes chez un grand nombre d'individus de tout âge. Comme nous allons le voir, ces conceptions forment un réseau cohérent qui permet aux élèves dans un environnement usuel de pouvoir décrire la plupart des mouvements qu'ils observent. Les conceptions peuvent être regroupées pour répondre à deux utilisations particulières : un aspect explicatif et un aspect descriptif du mouvement.

La première conception mise en avant lors de ces études correspond à l'absence d'utilisation de la notion de système de référence pour décrire le mouvement. Les élèves ne ressentent pas le besoin de faire référence à l'observateur par rapport auquel ils décrivent le mouvement. Cette observation est liée à l'utilisation naturelle du sol terrestre comme système de référence. L'origine de cette conception est à chercher du côté de l'expérience quotidienne au cours de laquelle le sol est considéré comme « fixe » et constitue une référence commune pour tout le monde.

Les auteurs présentent également la persistance de la vision non équivalente entre le repos et le mouvement pour les élèves. Cette conception peut être rattachée au saut historique

important dans l'histoire des sciences réalisé par Galilée dans ses travaux sur l'étude du mouvement.

Les études font également ressortir le fait que les élèves considèrent le mouvement d'un objet comme une caractéristique propre à l'objet ; ils considèrent que les objets sont intrinsèquement immobiles ou en mouvement, ils associent donc la cause motrice du déplacement au mouvement de l'objet. Cette conception rappelle naturellement la vision d'Aristote évoquée précédemment et elle entraîne que l'état de mobilité de l'objet n'est pas envisagé comme pouvant changer en fonction du système de référence.

Cette conception étant rattachée à la cause motrice du déplacement de l'objet, elle apparaît différemment selon les situations. Cette conception apparaît plus clairement dans une situation où l'on étudie le mouvement d'une moto ou d'un vélo que dans une situation où le mouvement d'entraînement implique une rivière, un tapis roulant ou une chute libre. Cette conception trouve son origine de nouveau dans l'utilisation du sol comme point de référence usuel. Dans la vie de tous les jours, on peut donc être amené à considérer que la vitesse est une propriété propre à un objet car on considère constamment ce mouvement par rapport au référentiel terrestre.

L'aspect descriptif développe la conception de géométrisation du mouvement qui est envisagé grâce à la trajectoire de l'objet laissant de côté l'aspect temporel du mouvement. Dans cet aspect descriptif ressort également la description des points de vues de différents observateurs. Les élèves font la distinction entre des « mouvements vrais » (réels), et des « mouvements apparents ». Les premiers sont considérés comme « physiquement » possibles, c'est à dire identiques au mouvement d'entraînement ou au mouvement propre de l'objet, les seconds sont souvent considérés comme une illusion d'optique, lorsque l'apparence de mouvement ne peut pas être expliquée grâce au moteur associé à l'objet.

Ces conceptions peuvent être résumées dans le tableau présenté figure 2 qui compare le modèle naturel utilisé par l'élève au modèle cinématique utilisé par les physiciens.

	Modèle cinématique	Modèle naturel
espace décrit	espaces multiples (référentiels) connectés spatialement et temporellement	espace unique géométrique et intemporel, peuplé d'observateurs
invariants	durées, longueurs, distances instantanées vitesse relative (<i>vitesse de A par rapport à B</i>)	durées, longueurs, distances instantanées et parcourues, sens des déplacements vitesse propre
lois de composition	existence d'une seule loi géométrico-temporelle pour : — les vitesses instantanées — les distances parcourues — les sens de déplacement	existence de deux lois : — l'une <i>causale</i> (addition algébrique des effets de deux moteurs) qui définit des grandeurs résultantes, — l'autre <i>géométrique</i> définissant des grandeurs apparentes.

Figure 2: Tableau récapitulatif des comparaisons entre le modèle cinématique utilisé par les physiciens et le modèle naturel utilisé par les élèves (Saltiel, E. et Malgrange, J. L., 1979).

Selon Liliane Maury, qui a réalisé une étude centrée sur la description du mouvement chez des enfants jeunes (10-11 ans), l'enfant utilise deux types de raisonnements pour décrire le mouvement. D'un côté une description géométrique dans laquelle il compare les positions relatives et les distances parcourues par les objets pour décrire le mouvement, et d'un autre côté une description dynamique dans laquelle le mouvement des objets est associé à la cause motrice. Ces deux descriptions rappellent le découpage opéré précédemment entre aspect descriptif et explicatif du mouvement. Selon l'auteur, le comportement de chaque élève sera guidé par un mélange entre les deux descriptions et selon la situation envisagée il sera plus enclin à utiliser l'une ou l'autre d'entre elles (Maury, L., Saltiel, E. et Viennot, L., 1977).

Selon Piaget les notions de mouvement et de vitesse trouvent leur racine dès le plus jeune âge. L'enfant construit une description du mouvement à travers le déplacement, qui est vu comme un changement de position. Les notions plus complexes de durée et de trajectoire apparaissent ensuite avec la notion d'effort et d'accélération. Selon Piaget la compréhension de la notion

de vitesse est essentiellement opératoire, à travers le lien entre la distance et le temps. La notion de temps étant mal comprise, les enfants identifient parfois cette notion à celle de distance parcourue par un objet à vitesse constante. (Piaget J., 1946)

1.2.3. Remise en cause des conceptions

Après avoir montré l'importance des conceptions initiales chez les élèves, les didacticiens ont cherché à étudier les meilleures façon de remettre en cause ces conceptions. Pour cela la didactique a montré l'importance de bien connaître et repérer les représentations initiales des élèves afin de les identifier et les faire ressortir. Ce travail peut par exemple être réalisé en mettant en place une évaluation diagnostique au début d'une séquence. La didactique suggère également l'utilisation de situations-problèmes avec pour objectif de travailler ces représentations afin de modifier le système explicatif de l'élève.

Nous allons discuter ici les caractéristiques de ces situations et la façon dont elles peuvent être mises en place. Le rôle de ces situations-problèmes est de remettre en cause le plus efficacement possible les conceptions et d'utiliser les aspects sociocognitifs liés au groupe classe afin d'améliorer cette remise en cause des conceptions (Astolfi J.-P., 1997).

L'organisation et la définition de ces situations-problèmes est au centre de nombreux travaux didactiques qui cherchent à en dégager les caractéristiques principales. Pour de Vecchi et Giordan (2002) une situation-problème est bâtie autour quelques points essentiels à une remise en cause efficace des conceptions. La situation envisagée doit donner du sens au savoir. Ce qui signifie qu'elle doit être inscrite dans un contexte le plus réel et le plus proche possible de l'environnement de l'élève. L'objectif est alors de chercher à ce que l'apprenant se sente concerné afin qu'il soit dans une posture positive vis à vis de la problématique. La situation-problème doit être également construite autour d'un obstacle repéré que l'on considère comme essentiel dans l'évolution des conceptions. Cette notion d'obstacle est centrale dans cette démarche et elle va être approfondie par la suite. La situation envisagée doit favoriser le questionnement de l'élève autour de cet obstacle en le mettant dans une position de rupture du savoir initiale que l'on cherche à remettre en cause. Enfin le questionnement considéré doit être étendu et décontextualisé afin de viser un changement plus général chez l'élève.

Les auteurs Cornu et Vergnoux (1992) complètent cette liste de points clefs en précisant que la situation-problème doit être « au cœur de la réflexion didactique » et qu'elle doit ajuster au mieux l'organisation conceptuelle des apprentissages afin de pouvoir remettre en cause les représentations des élèves.

Comme évoqué précédemment, le cœur de cette remise en cause des conceptions est bâti sur le rôle de l'obstacle dans l'apprentissage ; une fois identifié, l'élève peut le dépasser afin de modifier ses conceptions. Cette importance de l'obstacle a été révélée principalement par Jean-Pierre Astolfi (1990 ; 1992). le schéma suivant représente le travail à faire autour de l'obstacle.

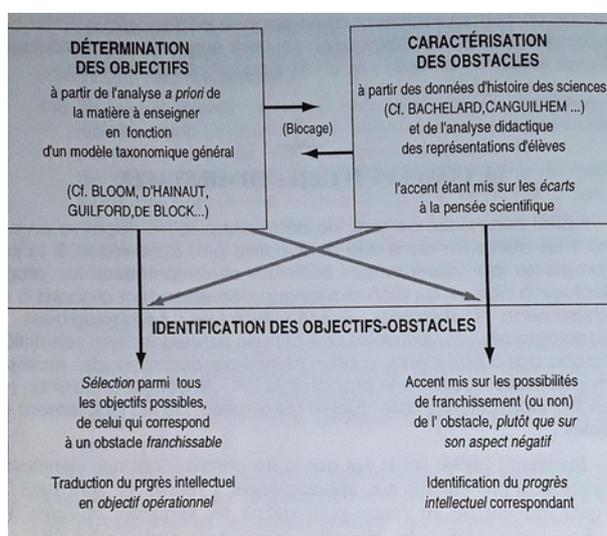


Figure 3: Représentation schématique du rôle central joué par l'obstacle lors de la situation-problème (Astolfi J.-P., 1997)

L'auteur Guy Robardet résume les leviers essentiels mis en place lors d'une situation-problème (Robardet G., 2001). Cette situation doit être concrète et accessible aux élèves. Elle doit être précédée d'une phase de construction du problème, laissant place aux phases d'action, de formulation et de validation. L'organisation d'une telle activité demande un degré important de préparation et elle doit être envisagée avec soin pour être efficace.

Pour conclure cette partie sur les moyens de remise en cause des conceptions, il me semble important de garder à l'esprit les conseils fournis par de Vecchi et Giordan (2002) dans l'objectif de mener ces situations-problèmes : « Soyez à l'écoute des contradictions

apparentes, des paradoxes et devenez des provocateurs. Placez les élèves devant des faits ou des documents qui les surprennent, qui remettent en cause leurs conceptions initiales ; ainsi vous leur ferez vivre des situations-problèmes. »

1.3 Problématique

1.3.1. Définition de la problématique

À la lecture des articles présentant l'importance des conceptions des élèves et l'utilité de leur remise en cause j'ai souhaité utiliser l'opportunité qui m'est donnée de pouvoir enseigner l'introduction à la mécanique à des élèves de classe de sixième et de quatrième pour m'intéresser aux conceptions des élèves de ces deux niveaux. En effet, avant la réorganisation des programmes officiels du collège en 2016, les élèves n'étudiaient pas la physique en sixième, ainsi les élèves de quatrième auxquels j'enseigne n'ont pas eu de cours de mécanique. Je peux donc étudier avec mes différentes classes les conceptions des élèves et les confronter entre elles.

Ce travail me semble important car les études réalisées sur ces conceptions sont relativement anciennes et elles ont été réalisées principalement sur un public d'étudiants dans le supérieur et enrichies par un travail avec des élèves jeunes en fin de primaire. De plus la majorité des études récentes concernant les conceptions en mécanique se sont concentrés sur la dynamique et notamment la notion de force. Les travaux concernant les concepts en cinématique sont assez peu nombreux en particulier pour des élèves de cycle trois et quatre¹. C'est pourquoi il me semble intéressant proposer un travail ayant pour objectif de faire ressortir les conceptions des élèves à ces âges mais aussi d'étudier la possibilité de remettre en cause ces conceptions à travers l'utilisation d'une situation-problème.

Cette démarche m'a permis d'arriver à la problématique suivante : « **Comment l'explicitation des conceptions associées à la notion de référentiel et leur mise au travail à travers une situation-problème permet-elle de faire évoluer ces conceptions ?** ».

¹ Le cycle trois regroupe les classes de CM1, CM2 et 6°. Il permet de créer du lien entre les enseignements du primaire et du secondaire. Au collège, les élèves de cycle trois sont donc en 6° et ils ont en moyenne entre 11 et 12 ans. Le cycle quatre regroupe lui les classes de 5°, 4° et 3°. Les élèves concernés ici sont âgés en moyenne de 13 à 14 ans.

1.3.2. Hypothèses d'étude

Cette problématique m'a amenée à formuler des hypothèses d'étude qui m'ont guidées lors de la mise en place de la séquence dédiée à cette thématique. La première hypothèse d'étude concerne l'importance de mettre à jour et prendre en compte les conceptions des élèves afin de capter leur intérêt. La seconde hypothèse concerne l'efficacité de la réalisation d'une activité sous forme de situation-problème pour remettre en cause profondément les conceptions des élèves. Ces deux hypothèses de travail donneront lieu à une étude comparative entre les élèves en classe de sixième et de quatrième.

Tout d'abord il sera possible de comparer les conceptions des élèves avant le travail en classe ; il me semble alors naturel de s'attendre à ce que les élèves possèdent des conceptions similaires.

Puis il sera possible de comparer l'évolution des conceptions des élèves à la suite de la situation-problème. Je m'attends à ce que l'évolution chez les élèves de quatrième soit plus importante du fait de leur maturité psychologique plus avancée que celles des élèves de sixième.

Ce mémoire comporte donc deux objectifs : celui d'évaluer l'efficacité du travail sous forme de situation-problème dans le but de remettre en cause les conceptions des élèves d'une part, et celui d'effectuer une étude comparative des conceptions et de la capacité à remettre en cause ces conceptions entre les élèves de sixième et de quatrième d'autre part.

L'organisation du travail présentée dans la partie suivante a donc été construite dans le but de répondre à ces hypothèses d'études.

- L'explicitation des conceptions des élèves permet d'envisager leur remise en cause efficace à travers l'utilisation d'une situations-problèmes.
- Les conceptions initiales des élèves sont identiques chez tous les élèves malgré la différence d'âge et de maturité.
- L'efficacité de la remise en cause des conceptions des élèves est différente selon l'âge et la maturité des élèves.

2. Méthode

2.1 Participants

L'étude réalisée dans ce mémoire s'est déroulée au collège Louise de Savoie à Chambéry. Le public concerné est composé de trois groupes d'élèves en classe de sixième et de quatre groupes d'élèves en classe de quatrième. Ces groupes ont un effectif réduit, composé de vingt-trois élèves en moyenne, afin de faciliter la pratique expérimentale. Au total le nombre de participants aux travaux réalisés a été en moyenne de cent cinquante élèves.

2.2 Organisation de la séquence

Dans le cadre du programme officiel des deux niveaux concernés les élèves sont invités à s'intéresser à des notions de mécanique, à travers une description du mouvement mettant notamment en évidence l'importance du choix de l'observateur dans la description du mouvement. Afin de pouvoir décrire au mieux le mouvement, le programme prévoit de faire travailler l'élève dans des situations dans lesquelles il doit être capable de se placer lui-même comme observateur mais également d'envisager la place d'un autre observateur afin de décrire le mouvement.

Concernant les élèves de sixième la séquence arrive dans le cadre de ma progression après un important travail en chimie autour de la matière. La séquence d'intérêt constitue tout à la fois une transition vers la physique et une introduction à la mécanique. La partie du programme concernant cette thématique est présentée ci-dessous avec la mise en évidence (en gras) des points qui seront traités dans cette séquence et qui sont au centre du mémoire.

Observer et décrire différents types de mouvements	
<p>Décrire un mouvement et identifier les différences entre mouvements circulaire ou rectiligne.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mouvement d'un objet (trajectoire et vitesse : unités et ordres de grandeur). • Exemples de mouvements simples : rectiligne, circulaire. <p>Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse d'un objet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mouvements dont la valeur de la vitesse (module) est constante ou variable (accélération, décélération) dans un mouvement rectiligne. 	<p>L'élève part d'une situation où il est acteur qui observe (en courant, faisant du vélo, passager d'un train ou d'un avion), à celles où il n'est qu'observateur</p> <p>(des observations faites dans la cour de récréation ou lors d'une expérimentation en classe, jusqu'à l'observation du ciel : mouvement des planètes et des satellites artificiels à partir de données fournies par des logiciels de simulation).</p>

Pour les élèves de quatrième, cette séquence fait suite à une partie sur l'électricité et introduit également la partie mécanique sur l'étude des mouvements. Le tableau suivant présente la partie du programme de cycle quatre associée à la description du mouvement dans lequel les notions centrales au mémoire ont été mises en évidence (en gras).

Attendus de fin de cycle	
<ul style="list-style-type: none"> • Caractériser un mouvement. • Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application, une direction, un sens et une valeur. 	
Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
Caractériser un mouvement	
<p>Caractériser le mouvement d'un objet.</p> <p>Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vitesse : direction, sens et valeur. • Mouvements rectilignes et circulaires. • Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur. • Relativité du mouvement dans des cas simples. 	<p>L'ensemble des notions de cette partie peut être abordé à partir d'expériences simples réalisables en classe, de la vie courante ou de documents numériques.</p> <p>Utiliser des animations des trajectoires des planètes, qu'on peut considérer dans un premier modèle simplifié comme circulaires et parcourues à vitesse constante.</p> <p>Comprendre la relativité des mouvements dans des cas simples (train qui démarre le long d'un quai) et appréhender la notion d'observateur immobile ou en mouvement.</p>

Les programmes de cycle trois et de cycle quatre concernant cette thématique sont très proches, c'est pourquoi j'ai choisi de réaliser une séquence d'introduction très semblable pour les deux niveaux. Cette proximité facilitera l'étude comparative entre les deux niveaux d'élèves. La séquence pédagogique est donc centrée sur la mise en situation des élèves à travers des documents et des maquettes, dans lesquels ils doivent décrire le mouvement d'objets alors qu'ils se trouvent tour à tour acteur ou observateur du mouvement.

L'organisation de la séquence concernant la description du mouvement et le rôle de l'observateur est identique pour les groupes de sixième et de quatrième. Dans un premier temps un questionnaire est proposé aux élèves pour mettre en évidence leurs conceptions et faire sentir aux élèves les subtilités possibles dans la description du mouvement. Dans un second temps les élèves sont amenés à mettre leurs conceptions à l'épreuve à travers une situation-problème reprenant différentes notions associées à la description du mouvement. Ce travail est suivi d'une phase d'institutionnalisation et d'exercices d'entraînement mettant en application les notions. Enfin les élèves sont de nouveau confrontés à un questionnaire similaire à celui utilisé en introduction afin d'observer l'évolution des conceptions au cours de la séquence.

2.3 Matériel et procédure

2.3.1. Identification des conceptions

Afin de faire ressortir les conceptions des élèves j'ai choisi de réaliser un évaluation diagnostique sous la forme d'un questionnaire. Je me suis appuyé sur le recensement des conceptions fourni par des articles de recherche et des exemples d'exercices développés dans ces articles. La difficulté des questions est croissante tout au long du questionnaire ; cependant les élèves doivent être capable de réaliser la totalité du questionnaire sans prérequis. En cas de difficulté dans la compréhension de l'énoncé, une reformulation orale de l'énoncé est proposée aux élèves.

Le détail du questionnaire est présenté en annexe 6.1. Je présente ici la construction du questionnaire et les conceptions visées dans chaque situation.

La première situation a pour objectif de voir si les élèves ont à l'esprit la nécessité de définir une référence ou un observateur pour dire si quelque chose est en mouvement ou pas. Les

deux premières questions sont donc volontairement posées sans définir d'observateur. Les élèves ont alors la possibilité de décrire le mouvement à partir d'un observateur privilégié (la voiture), à partir du sol ou de dire qu'il n'est pas possible de répondre. Ces questions visent également à savoir quel référentiel privilégié les élèves choisissent en l'absence de précision dans la question.

La deuxième situation est une série de trois questions reprenant la même structure en précisant cette fois-ci l'observateur par rapport auquel le mouvement doit être décrit dans chaque question. Elle vise à tester si les élèves sont capables de décrire le mouvement d'un objet en présence d'un énoncé complet.

La troisième situation a pour objectif de tester la capacité des élèves à décrire le mouvement des objets lorsque les informations concernant ce mouvement sont morcelées, c'est à dire que seules les positions des objets à deux instants donnés successifs sont connues. Cette situation a pour intérêt de faire envisager aux élèves le mouvement de l'un ou l'autre des objets impliqués séparément. Elle permet de ne pas considérer qu'il existe un objet dont le mouvement serait naturel et qui serait donc en mouvement. Pour cette situation l'exercice est construit à partir de l'expérience réalisée par Maury et al. (1977) avec de jeunes élèves pour étudier les notions de changement de référentiel. Le dispositif mis en place dans cet article ne pouvant pas être réalisé au sein de la classe, il a été adapté en imaginant une situation dans laquelle les élèves sont placés dans un bateau et observent le paysage uniquement à travers un hublot. Ce paysage est présenté sur deux images prises à deux instants successifs, montrant d'abord un voilier à la surface de la mer sur la gauche du hublot et ensuite le même voilier déplacé vers la droite du hublot. Les élèves sont alors confrontés à différents scénarios et ils doivent préciser si ces scénarios sont compatibles avec la situation présentée. Les élèves doivent donc faire le lien entre la situation envisagée dans les scénarios et l'information parcellaire fournie par les deux images.

La quatrième situation² présentée dans le questionnaire correspond à un exercice plus classique dans lequel des personnes sont entraînées par un tapis roulant. Cette situation a pour

² Lors de la mise en oeuvre de ce questionnaire les deuxième et troisième situations ont été alternées dans la moitié des groupes afin de voir si l'ordre des situations modifie les réponses des élèves.

objectif de mettre les élèves face à un mouvement d'entraînement qui peut parfois causer des difficultés de compréhension comme présenté dans le travail de Saltiel et Malgrange (1979). Les élèves doivent préciser si certains personnages sont en mouvement par rapport à d'autres. Ils doivent également préciser le sens des déplacements selon l'observateur considéré et comparer qualitativement les mouvements repérés par différents observateurs. Cette dernière partie de la situation est plus difficile et vise à étudier la capacité à prendre en compte la composition des mouvements.

Enfin la cinquième situation reprend la précédente mais en considérant cette fois-ci des personnages mis en mouvement grâce à un moteur attaché à leur déplacement comme par exemple un motard ou le passager d'une voiture. Cette dernière situation a pour objectif d'identifier si il existe une différence de description chez les élèves entre une situation où les objets sont entraînés et celle où ils ont un moteur propre associé à leur déplacement comme identifié par Saltiel et Malgrange (1979). Les questions reprennent donc les notions de sens et direction du mouvement selon l'observateur et de composition du mouvement évoquées dans la situation précédente.

La même structure sera ensuite reprise en fin de séquence afin d'évaluer l'évolution des conceptions à la suite du travail effectué lors de la situation-problème et du cours qui y fait suite. Ce second questionnaire reprend les mêmes objectifs en terme de conceptions. Cependant les mise en situations sont modifiées afin que les élèves ne répètent pas par effet de mémoire leurs réponses au premier questionnaire. Ce dernier est également présenté en annexe 6.3.

2.3.2. Remise en cause des conceptions par une situation-problème

Pour faire évoluer les conceptions des élèves j'ai décidé de mettre en place une activité sous forme de situation-problème. Cette activité est découpée selon quatre parties de difficulté progressive. Ces parties sont toutes centrées autour du thème du voyage en train. Chacune d'elles vise à travailler une notion spécifique.

La première partie a pour objectif de travailler autour de l'importance de la spécification de l'observateur dans la description du mouvement, en particulier pour dire si l'objet étudié est ou pas en mouvement. Cette objectif s'appuie sur une situation correspondant à la sensation

de faux départ d'un train lorsque le train adjacent démarre. Cette situation étrange mais connue des élèves a pour objectif de troubler les élèves pour leur montrer le rôle central de l'observateur dans l'appréhension du mouvement. La situation est présentée aux élèves sous la forme d'un texte et d'une vidéo afin de faciliter l'immersion. Les élèves sont ensuite invités à reproduire la situation en s'aidant de maquettes en papier pour comprendre et expliquer l'événement. Ils doivent finalement expliquer à l'aide d'un court texte et de schémas la situation.

La deuxième partie de l'activité reprend l'idée de la perception d'un déplacement et rajoute comme objectif la notion de composition des mouvements. La situation démarre de nouveau autour d'un mouvement perçu comme « irréel » mais cette fois-ci avec deux trains côte à côte à des vitesses comparables. Dans cette situation les voyageurs ont l'impression que leur train ralentit. Dans cette situation, ils peuvent même aller jusqu'à penser que le train est à l'arrêt lorsque les deux trains circulent à la même vitesse. Les élèves devront reprendre les maquettes en papier pour expliquer cette nouvelle observation et essayer de déterminer sous quelle condition les voyageurs peuvent avoir l'impression d'être arrêté. La réponse se fait de nouveau à travers un court texte explicatif et des schémas.

Une fois ces deux premières parties réalisées, un groupe d'élèves viendra présenter pour chacune des situations son explication à ses camarades afin d'initier une discussion entre les groupes d'élèves. Suite à cette présentation les autres élèves sont invités à questionner la présentation réalisée et présenter leur propre explication. Ce temps d'échange entre élèves a pour objectif d'assurer une transmission de la connaissance entre pairs qui est complémentaire à celle de l'enseignant.

Dans la troisième partie on ajoute un observateur extérieur au train pour faire travailler les élèves sur différentes perceptions possibles d'un même mouvement selon les observateurs. Cette partie reprend également la notion de composition des mouvements vue dans la partie précédente. Dans cette situation on s'intéresse à l'échange d'une balle entre des passagers du train, tout d'abord dans le sens de la marche du train et ensuite dans le sens opposé. Les élèves doivent expliquer si pour l'observateur extérieur au train et immobile sur le sol la balle semble aller plus ou moins vite que le train selon le sens d'échange de la balle. Ils doivent

également déterminer sous quelles conditions la balle pourrait sembler immobile. Pour cela les élèves pourront encore se servir de la maquette du train, des différents protagonistes et d'une balle.

Enfin dans la quatrième partie, le mouvement se complique et on s'intéresse à un mouvement dans une direction transversale au déplacement du train. L'objectif visé ici, en plus de la composition des mouvements, est de se rendre compte que la distance parcourue par un objet pendant un intervalle de temps donné n'est pas la même selon l'observateur. La situation correspond à la visualisation du rebond d'une balle à l'intérieur du train par un observateur extérieur au train et immobile par rapport au sol. Les élèves sont amenés à décrire le chemin parcouru par la balle pour une personne dans le train et pour l'observateur extérieur. Ils devront ensuite se demander si la distance parcourue au cours d'un rebond est la même pour les deux observateurs afin de se rendre compte que cette distance n'est pas invariante. Cette dernière partie insiste sur les différences entre les descriptions du mouvement par différents observateurs, en évoquant la conception délicate associée à la vitesse d'entraînement à l'intérieur du train.

Comme pour les deux premières parties ces dernières donneront lieu à une présentation entre pairs avec un groupe qui expliquera ses réponses aux autres.

3. Résultats et discussion

3.1 Émergence des conceptions et comparaison

3.1.1. Évaluation des conceptions

Le questionnaire initial a permis de mettre à jour les conceptions initiales des élèves concernant les notions autour de la relativité du mouvement. Les réponses des élèves m'ont permis de mieux apprécier leurs représentations et de connaître la répartition des représentations parmi eux. Je vais présenter les résultats obtenus en analysant dans l'ordre les situations envisagées et en discutant les conceptions sous-jacentes.

La première situation du questionnaire permet de dégager trois types de réponses. En l'absence de référentiel d'étude bien défini environ un tiers des élèves considère que le mouvement doit être décrit par rapport au sol, en se concentrant principalement sur le

mouvement de la voiture, comme le montre la copie A présentée en annexe 6.4.1. Un deuxième tiers des élèves décrit au contraire la situation en prenant comme référence la voiture dans laquelle l'enfant est endormi, ils décrivent alors l'immobilité de l'enfant à l'intérieur de la voiture (voir copie B annexe 6.4.1). Enfin un dernier tiers des réponses s'est reporté sur le choix attendu « on ne peut pas dire ». Mais ce dernier type de réponse révèle principalement une incompréhension de la question et la prise en compte des mouvements de respiration ou d'agitation de l'enfant sur lui même. Elles ne peuvent donc pas être comprises comme l'intégration de la nécessité de définir un observateur pour décrire le mouvement. La figure suivante récapitule les résultats obtenus dans cette première situation.

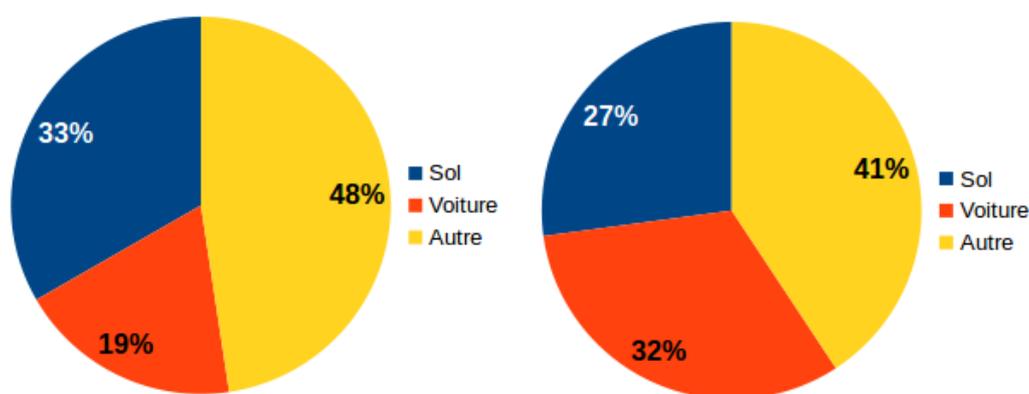


Figure 4: Répartition des représentations à gauche pour les élèves de sixième et à droite pour les élèves de quatrième.

La seconde situation introduit la précision de l'observateur par rapport auquel le mouvement doit être décrit. Cette situation nous montre qu'une très grande majorité d'élève envisage naturellement que la voiture est en mouvement par rapport à la vache, allongée dans le près. Alors que lorsque l'on considère la situation inverse seule une très faible proportion d'élèves (moins de 10%) considère que la vache est en mouvement par rapport à la voiture. Cette observation montre le rôle privilégié joué par le sol terrestre comme référentiel.

Les élèves ont beaucoup de difficulté à envisager que la vache allongée dans le près puisse être considérée en mouvement. La persistance de cette description est d'autant plus marquée que la dernière question de cette situation comporte une indication précisant que la vache est

en mouvement par rapport à la voiture. En dépit de cette indication, très peu d'élèves remettent en cause leur réponse et ils manifestent alors des difficultés à comparer le sens de mouvement des deux déplacements. Cependant un nombre significatif d'élèves semble avoir une connaissance intuitive du fait que le sens du mouvement de la vache est opposé par rapport à celui de la voiture. Cette observation semble suffisamment quotidienne pour que la notion soit intégrée malgré l'absence de formalisation. Ce manque de formalisation pousse certain élèves à une réponse contradictoire indiquant que la vache est immobile par rapport à la voiture mais que les mouvements perçus sont de sens opposés, comme le montre la copie d'élève présentée dans l'annexe 6.4.2. La figure suivante récapitule les résultats obtenus sur cette situation.

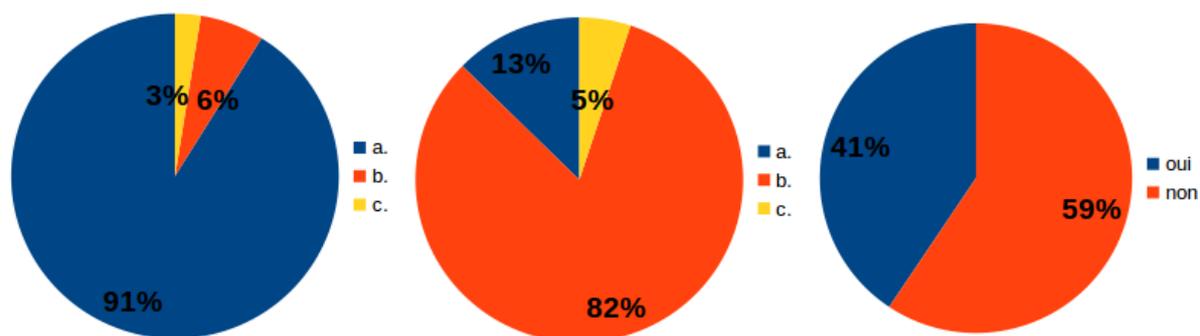


Figure 5: Représentation graphique de la répartition des réponses des élèves de quatrième. Sont présentés de gauche à droite les trois questions de la deuxième situation.

La troisième situation concernant le déplacement du voilier et la description du mouvement à partir de deux instantanés de la situation a été étonnement plutôt réussie. Cette situation peut sembler plus abstraite et nécessite de la part des élèves une plus grande réflexion pour envisager les différentes explications proposés. Cependant de nombreux élèves ont réussi cette transposition. Cette exercice a entraîné chez les élèves une bonne implication ceux-ci cherchant à reproduire la situation devant eux à l'aide de stylos. La copie d'élève présentée en annexe 6.4.3 montre que l'élève intègre naturellement le sens du déplacement des objets par rapport à un observateur en mouvement. L'élève réussit alors à envisager chacune des propositions présentées. La situation ayant posé le plus de difficultés aux élèves est la

quatrième dans laquelle le voilier et le yacht se déplacent tous les deux par rapport au sol. L'absence d'indications qualitatives sur la vitesse respective des deux bateaux a pu déstabiliser les élèves et induire la difficulté. Les résultats pour cette situation sont présentés dans la figure suivante.

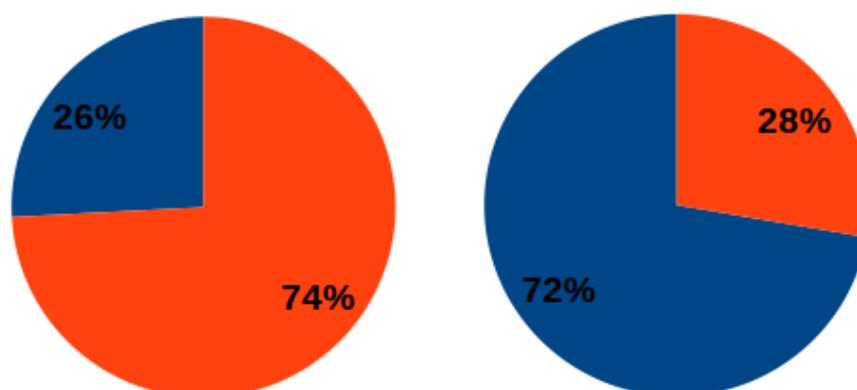


Figure 6: Représentation graphique de la réussite des élèves à la quatrième situation. La figure de gauche présente le pourcentage de réussite en orange au questions 1), 2), 3) et 5). À droite la figure présente le pourcentage de réponses correctes en orange à la question 4).

La quatrième situation concernant l'attente à l'aéroport a posé des difficultés aux élèves dans la prise en compte du mouvement d'entraînement du tapis roulant. Les questions concernant la description du mouvement de personnes sur le tapis par rapport à d'autres en dehors ont posé peu de problème. Cependant la troisième question concernant la description du mouvement entre deux personnes présentes sur le tapis a donné lieu à beaucoup plus d'erreurs. On remarque une différence entre les réponses aux questions trois et quatre alors que celles-ci sont strictement identiques. Les justifications des élèves, présentées dans les copies d'élèves A et B de l'annexe 6.4.4, permettent de préciser les réponses des élèves et mieux apprécier l'origine de la mauvaise représentation. Pour certains élèves le problème vient du champ de vision des personnages, comme sur la copie A. Les élèves considèrent qu'une personne marchant dans une direction ne peut pas appréhender les mouvements dans son dos. La copie B présente une autre source d'erreur rencontrée fréquemment, les personnes étant entraînées par le même tapis, leur mouvement semble considéré comme identique. Ils omettent alors le mouvement possible dans un référentiel déjà en mouvement

par rapport au sol et ils privilégient le mouvement d'entraînement associé au tapis roulant. On retrouve la difficulté de comparer les mouvements des personnages sur le tapis dans la question sept, pour laquelle la majorité des élèves s'est trompée. Cette question montre que les élèves ne considèrent pas comme équivalents les mouvements des personnages entraînés par le tapis roulant et marchant à la même vitesse. La figure suivante récapitule les réponses données par les élèves et discutées dans cette situation.

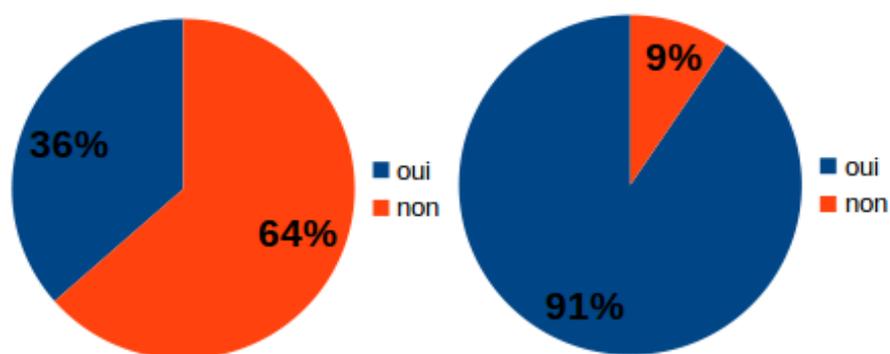


Figure 7: Répartition des réponses des élèves aux questions 3) et 4) de la troisième situation. Pour chaque question la réponse correcte est représentée en bleu.

Enfin la cinquième situation, bien que relativement proche de la quatrième a posé plus de problèmes aux élèves. Les questions concernant le sens de déplacement des personnages en fonction de l'observateur ont été réussies par la majorité des élèves cependant les questions demandant de comparer qualitativement les vitesses se sont avérées plus délicates. La première question dans laquelle les déplacements se font toujours dans le même sens par rapport au sol a été plutôt réussie avec un grand nombre de bonnes réponses, comme le montre la figure 8. Cependant la dernière question présentant la même situation avec un observateur allant plus rapidement que les personnes à suivre a trompé les élèves. La plupart d'entre eux a simplement comparé les vitesses des personnes par rapport au sol sans prendre en considération l'observateur indiqué comme le montre la copie d'élève présentée en annexe 6.4.5.

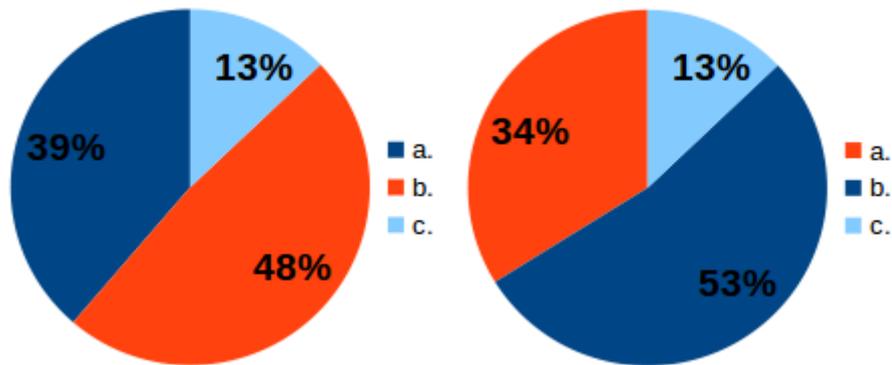


Figure 8: Représentation graphique des réponses aux questions 1) et 4) de la cinquième situation. La réponse correcte est présentée en orange.

La figure 9 représente la réussite de l'ensemble des élèves au questionnaire. Cette figure nous montre la répartition des proportions de réponses correctes données par les élèves. Elle permettra de comparer quantitativement l'évolution globale des connaissances des élèves.

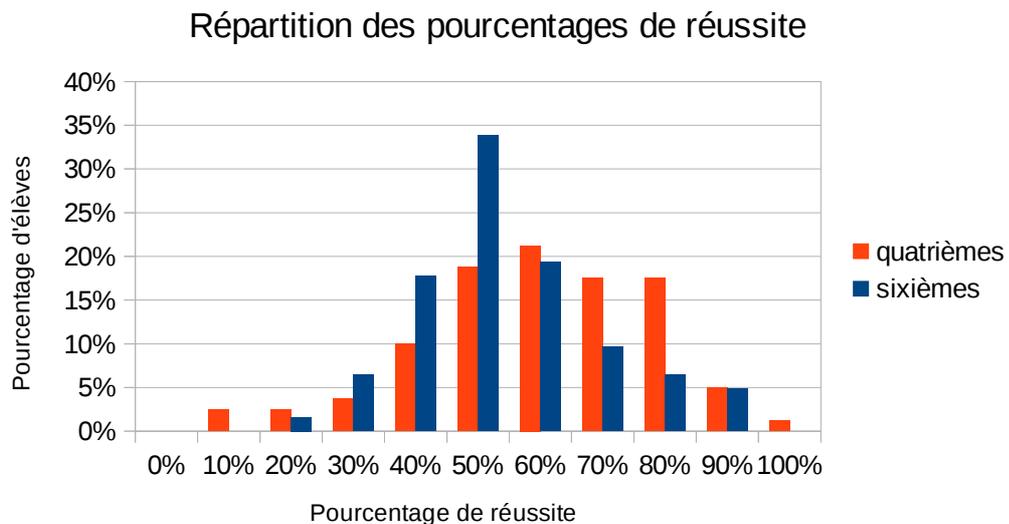


Figure 9: Représentation de la répartition des pourcentages de réussite des élèves sur l'ensemble du questionnaire, c'est à dire le rapport du nombre de réponses correctes sur le nombre total de questions.

3.1.2. Étude comparative des conceptions initiales

Les différences sur chaque question entre les deux niveaux sont très faibles si l'on regarde les répartitions de réponses. Celles-ci sont pratiquement identiques, les tableaux en annexe 6.5.1 présentent les pourcentages de réussite aux questions pour les deux niveaux concernés.

De la même manière, on retrouve des justifications comparables entre les deux niveaux. Il semble alors naturel de considérer que les conceptions des élèves sont identiques et bien indépendantes du niveau des élèves. Cette observation confirme l'ancrage de ces conceptions dans l'expérience commune des élèves.

Une différence peut toutefois être notée entre les deux groupes d'élèves concernant la réussite globale au questionnaire. La moyenne de réussite à l'ensemble du questionnaire est comparable entre les deux niveaux, elle est de 50 % pour les élèves de sixième et de 54 % pour les élèves de quatrième. Cependant la répartition est différente comme le montre la figure 9. La répartition des valeurs de réussite est plus étalée chez les élèves de quatrième. On observe que l'écart-type est de 15 % pour les élèves de sixième et de 19 % pour les élèves de quatrième. Cette observation montre une plus grande disparité des résultats chez les élèves de quatrième que chez ceux de sixième.

3.2 Remise en cause des conceptions

La réalisation de la situation-problème autour du voyage en train a permis de remettre en cause les conceptions des élèves. Au cours de ce travail les élèves ont pu manipuler des maquettes représentant le train et les personnages pour réaliser et analyser les situations. La présentation de vidéos d'introduction avant chaque situation a permis de faciliter l'implication des élèves.

Lors de la manipulation les élèves se sont rapidement tournés sur le matériel mis à disposition pour envisager la situation. Mon rôle a principalement été de réguler le travail des élèves et de guider éventuellement ceux-ci en pointant les manquements pouvant exister dans leur description des situations.

La première situation travaillée a fait écho chez de nombreux élèves. L'explication de cette situation a donc posé peu de problème. Les élèves ont rapidement compris que seul le train

d'à côté était parti, cependant il a été plus difficile d'envisager précisément le sens de déplacement des trains pour que l'explication soit cohérente avec le texte. La copie d'élève présentée en annexe 6.4.6 montre une schématisation proposée dans laquelle le sens de départ des trains est présenté par une « vitre ». Le mouvement du train et la sensation de déplacement sont présentés par des flèches commentées. Le texte précise que l'impression de mouvement s'explique par l'absence de repère fixe (associé au sol) ce qui montre une bonne compréhension de la situation.

La deuxième situation a été plus difficile à faire comprendre aux élèves mais l'utilisation d'un film vidéo a permis rendre la situation plus concrète pour tous. La copie d'élève en annexe 6.4.6 présente une schématisation plus originale représentant la vision des passagers. Les élèves ont trouvé dans la majorité des groupes que les passagers auront l'impression de s'arrêter lorsque les trains roulent à la même vitesse.

La troisième situation présente la composition de deux mouvements pour un observateur fixe par rapport au sol. L'utilisation d'une balle a permis aux élèves de pouvoir réaliser directement l'expérience. L'annexe 6.4.6 montre le travail d'un élève décrivant le déplacement de la balle à l'intérieur du train et dans le même sens que celui-ci justifiant alors le fait que la vache voie la balle avancer plus vite que le train. Lorsque la balle est lancée dans le sens opposé au train, l'élève comprend que le déplacement de la balle s'oppose à celui du train. La balle se déplace alors moins vite que le train pour la vache, allant jusqu'à rester immobile si la balle est lancée à la même vitesse que le train. Cet exercice rappelle le travail déjà réussi dans la deuxième situation.

La dernière situation est plus compliquée et par la même occasion plus intéressante. Le mouvement de la balle cette fois-ci vertical dans le train doit être décrit par deux observateurs, l'un dans le train et l'autre fixe par rapport au sol. Dans la progression des situations les élèves ont réussi à décrire le mouvement de la balle vertical pour les passagers du train, comme le montre l'annexe 6.4.6. Le chemin suivi par la balle pour l'observateur en dehors du train a été moins bien réussi. La majorité des élèves a compris que le mouvement observé est à la fois vertical et horizontal à cause du mouvement d'entraînement du train, cependant le trajet suivi par la balle a été parfois représenté rectiligne par morceau, en forme de dent de

scies, et parfois en forme d'arc de cercle comme présenté en annexe. La plupart des groupes ayant répondu à la dernière question a déduit de la différence des chemins suivis par la balle que la distance parcourue n'est pas la même selon l'observateur.

La phase de retransmission entre les groupes a été bénéfique pour faire un point sur les situations envisagées et pour tirer profit de l'échange entre pair. Cette phase a joué le rôle d'institutionnalisation intermédiaire en me permettant de reprendre les descriptions et en évoquant les points saillants de chaque situation.

3.3 Évolution des conceptions

Cette dernière partie revient sur les résultats des élèves au questionnaire final, reprenant les situations présentées dans le questionnaire initial, afin de quantifier l'évolution des conceptions des élèves suite au travail effectué lors de la situation-problème. Je vais d'abord présenter l'évolution des résultats d'ensemble aux questionnaires avant de revenir en détail sur l'évolution des conceptions repérées sur le questionnaire initial.

La figure 10 présente la répartition des résultats d'ensemble des élèves au questionnaire final de manière similaire à la figure 9 pour le questionnaire initial. Elle permet de voir une nette amélioration des résultats des élèves. On observe que la moyenne de réussite est passée de 51 % à 63 % pour les élèves en sixième et de 55 % à 65 % pour les élèves en quatrième. Cette évolution correspond à une taille d'effet de $d=0,62$ ³ pour les sixièmes et $d=0,50$ pour les quatrièmes. Selon l'échelle proposée par Hattie (2009) ces tailles d'effet indiquent une influence positive de la situation-problème sur les résultats. Cette taille d'effet est premier indicateur mettant en évidence une évolution favorable des conceptions des élèves suite à la situation problème. Ces résultats montrent cependant que l'évolution est sensiblement identique entre les élèves de sixième et de quatrième, contrairement aux hypothèses d'étude proposées.

³ La taille d'effet est calculée en faisant la différence entre le pourcentage de réussite au questionnaire final et initial. Cette différence est ensuite divisée par l'écart-type pour donner la taille d'effet. Cette variable statistique permet d'évaluer l'efficacité d'une démarche en utilisant l'échelle proposée par Hattie (2009).

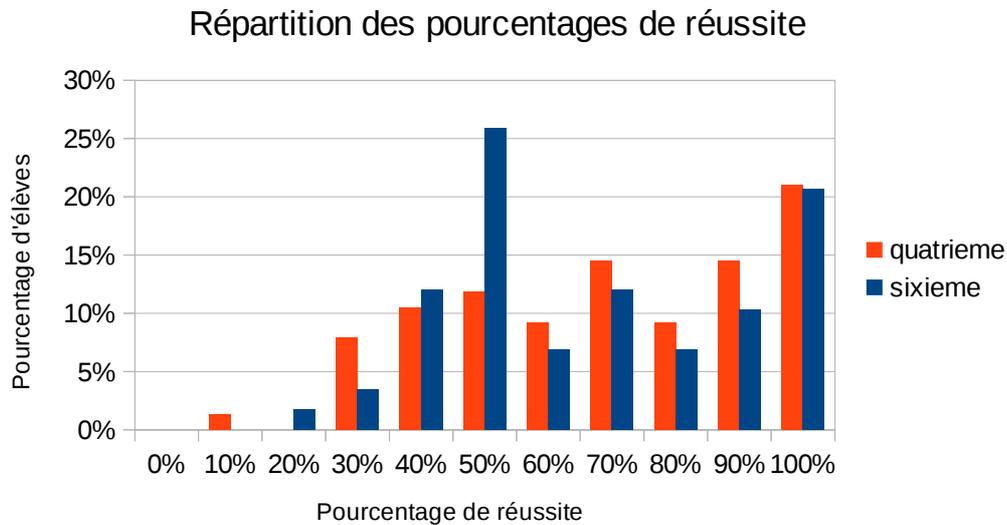


Figure 10: Représentation de la répartition des pourcentages de réussite des élèves au questionnaire final, c'est à dire la proportion du nombre de réponses correctes au questionnaire.

Au-delà de cette vision d'ensemble intéressons-nous au détail de l'évolution des conceptions repérées dans le questionnaire initial.

La première conception que nous avons retrouvée concerne le fait que les élèves ne rattachent pas naturellement la description du mouvement à la précision de l'observateur. La première question de la première situation nous montre qu'à la suite du cours presque deux tiers des élèves considèrent maintenant qu'il n'est pas possible de décrire l'état d'immobilité ou de mouvement lorsque l'observateur n'est pas défini. Cette évolution, présentée figure 11 à gauche, correspond à une notion importante rappelée dans le cadre du cours.

La seconde conception observée concerne le rôle préférentiel joué par le référentiel associé au sol terrestre chez les élèves. Cette conception est étudiée dans la seconde question de cette première situation qui confirme la remise en cause. La figure 11 à droite montre que deux tiers des élèves considèrent maintenant qu'un personnage immobile par rapport au sol peut être en mouvement par rapport à un observateur lui même en mouvement par rapport au sol. Étonnamment en comparant dans le détail la remise en cause de ces conceptions, on remarque qu'elle est légèrement plus faible chez les élèves de quatrième que chez ceux en classe de sixième. La description du sens de déplacement des objets, demandée dans la troisième

question, est toujours bien réussie par les élèves, plus de deux tiers d'entre-eux présentent une description convenable du mouvement. Cependant la dernière question de cette première situation, concernant la description qualitative du mouvement par rapport à deux observateurs est moins bien réussie, seulement un tiers des élèves répondent correctement à cette question. Ce résultat peut en partie s'expliquer par une mauvaise compréhension de la question dont la tournure est plus complexe que les précédentes.

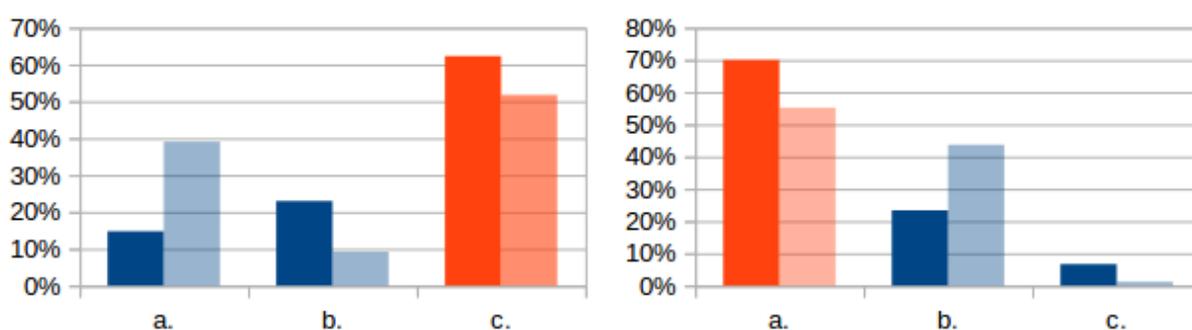


Figure 11: Représentation graphique des répartitions des réponses des élèves dans la situation 1 du questionnaire final, à gauche pour la question 1) et à droite pour la question 2). En foncé sont représentés les résultats des élèves en sixième et en clair ceux des élèves en quatrième. La réponse attendue est présentée en orange.

La première question de la seconde situation, montre qu'une majorité des élèves considère que le personnage immobile par rapport au sol est bien en mouvement par rapport aux cyclistes en mouvement par rapport au sol (voir figure 12 à gauche). Ceci confirme la remise en cause du rôle préférentiel joué par le sol chez les élèves. Les résultats des élèves de quatrièmes montrent que cette question est beaucoup mieux réussie que la seconde question de la première situation, qui est pourtant identique. Cette différence semble indiquer une fragilité dans la remise en cause de la conception chez les élèves. La description étant différente entre un mouvement associé directement à une cause motrice comme le vélo ici et un mouvement d'entraînement comme la rivière. La figure 12 à droite montre la bonne réussite à la seconde question. Celle-ci semble très proche de la situation envisagée dans la deuxième partie de la situation-problème lorsque les trains roulent côte à côte. Cette partie a pu marquer plus fortement les élèves qui ont intégré que deux observateurs en mouvement à la même vitesse sont immobiles l'un pour l'autre.

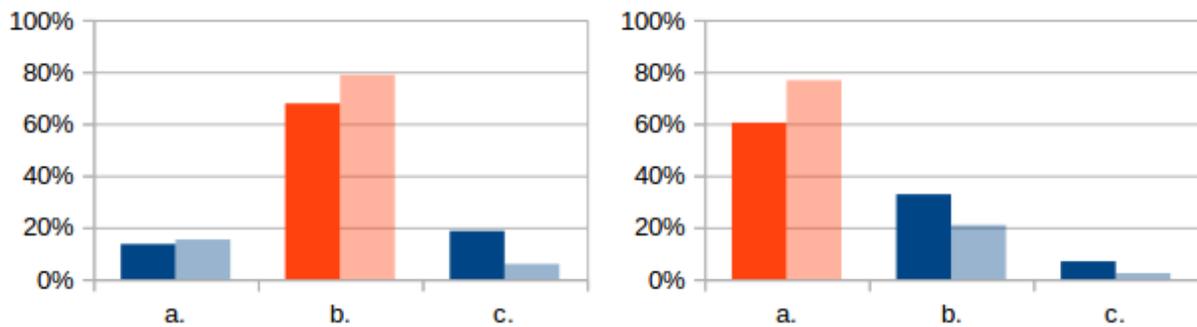


Figure 12: Représentation graphique des répartitions des réponses des élèves dans la situation 2 du questionnaire final, à gauche pour la question 1) et à droite pour la question 2). En foncé sont représentés les résultats des élèves en sixième et en clair ceux des élèves en quatrième. La réponse attendue est présentée en orange.

La dernière situation a été très bien réussie avec environ 80 % de bonnes réponses sur l'ensemble des questions. Ces résultats montrent une bonne capacité à se mettre à la place d'un observateur et d'envisager une situation. Cette capacité a pu être travaillée à travers les différentes situations réalisées entre les deux questionnaires. La dernière question de cette situation correspond à une combinaison de mouvement qui avait été moins bien réussie que les autres lors du questionnaire initial. La figure 13 montre que cette difficulté semble avoir disparu suite au travail en classe de description du mouvement et d'imagination réalisé lors de la mise en place des situations-problèmes.

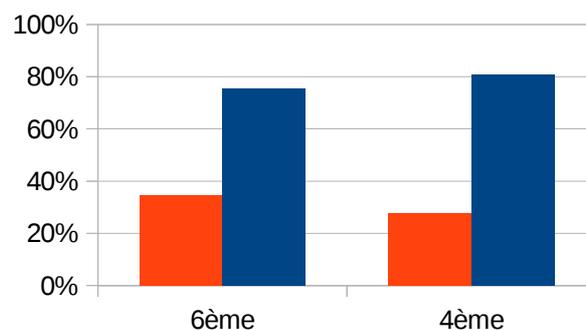


Figure 13: Figure présentant l'évolution du pourcentage de réponses correctes entre le questionnaire initial (situation 3, question 5) en orange et final (situation 3, question 4) en bleu chez les élèves de 6^e et 4^e.

4. Conclusion

Le travail réalisé dans ce mémoire a pour objectif de faire ressortir les conceptions initiales des élèves de collège, en classe de sixième et quatrième, dans le domaine de la mécanique et spécifiquement autour de la relativité du mouvement. Au cours de ce mémoire j'ai également pu étudier l'influence de la mise en place d'une situation-problème sur l'évolution des conceptions. Les travaux ont finalement permis de comparer les conceptions initiales et leur évolution entre les élèves de sixième et de quatrième.

Les résultats obtenus chez les élèves m'ont permis d'observer que les conceptions initiales des élèves sont pratiquement identiques entre les élèves de sixième et de quatrième. Les résultats obtenus au questionnaire initial sont parfaitement interchangeable entre les deux niveaux étudiés. Cette observation valide l'hypothèse selon laquelle ces conceptions sont identiques chez tous les élèves. Elles sont donc bien indépendante de l'âge et la maturité des élèves. Cette observation confirme bien l'aspect générique des conceptions présentées ici. Ces résultats confirment les travaux présentés dans la première partie.

Dans le détail le questionnaire a permis de mettre en avant quatre conceptions repérées chez des étudiants et élèves d'âge différent dans la littérature. Les élèves ne rattachent pas naturellement la description du mouvement à la précision de l'observateur de référence considéré. Au delà de cet aspect, les élèves utilisent de manière inconsciente le référentiel terrestre pour décrire tous les mouvements. Cette observation a pour conséquence que les élèves considèrent les caractéristique du mouvement comme une propriété intrinsèque à l'objet. Les objets sont donc considérés comme intrinsèquement immobile ou en mouvement. Les élèves ont également rencontré des difficultés à prendre en compte les mouvements d'entraînement des objets, comme le tapis roulant ou la rivière. Dans ces situations les élèves considèrent que les objets emportés dans le mouvement possèdent tous le même mouvement. Finalement, les élèves ont présenté des difficultés à envisager les situations dans lesquelles plusieurs mouvements ont lieu en même temps.

Suite à ce travail d'explicitation des conceptions, les élèves ont été amenés à travailler ces notions lors de quatre situations bâties autour du voyage en train. Ces situations ont donné

lieu à un travail engagé des élèves permettant d'éveiller leur curiosité et de discuter ensemble les caractéristique de la description du mouvement.

L'évolution des conceptions suite à ce travail a été réalisé à l'aide d'un questionnaire final reprenant les conceptions évoquées dans le questionnaire initial. La comparaison des résultats montre une nette amélioration d'ensemble des résultats des élèves. La situation-problème réalisée et les échanges entre pairs en classe ont permis de remettre efficacement en cause les conceptions des élèves. Cette amélioration est confirmée lorsque l'on regarde en détail l'évolution des conceptions évoquées précédemment. Pour chacune d'entre elles, une évolution positive a été observée.

Cependant, l'évolution des résultats entre les élèves de sixième et de quatrième s'est trouvée de nouveau très similaire. Contrairement à ce qui était attendu, très peu de différences sont observées dans l'amélioration des résultats. Ces résultats remettent en cause l'influence de l'écart de maturité sur la capacité à faire évoluer ses propres conceptions.

Les résultats obtenus dans ce mémoire correspondent à un cadre limité car les travaux ont été réalisé avec un nombre restreint d'élèves et avec un seul enseignant. De plus le cadre de la classe n'a pas permis que des échanges individuels avec les élèves aient lieu afin de comprendre plus précisément les conceptions. Les résultats obtenus sur l'évolution des conceptions sont également à prendre avec précaution car l'évaluation de la modification des conceptions a été réalisée peu de temps après le travail en classe. Il est donc difficile de savoir si la remise en cause observée est profonde et durable ou si elle n'est que ponctuelle et liée au travail scolaire en classe.

Il serait intéressant de poursuivre cette étude des conceptions en mécanique dans les prochaines années chez ces élèves pour savoir si le travail réalisé permet d'observer une meilleur compréhension des notions de dynamique qui seront travaillées en fin de cycle quatre.

5. Bibliographie

Astolfi, J.-P. (1984). Bulletin Aster 21.

Astolfi, J.-P. (1990), *L'important c'est l'obstacle.*, Cahiers pédagogiques **281**, 15-18

Astolfi, J.-P. (1992). *Apprendre par franchissement d'obstacles ?* Repères Rech. En Didact. Fr. Lang. Matern. **5**, 103–116.

Astolfi, J.-P. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences.* De Boeck, Pratiques Pédagogiques

Bachelard G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique.* Éditions Vrin

Cornu L. & Vergnion A. (1992). *La didactique en questions.* Éditions Hachette éducation

Galilée (1632). *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde.* Traduit de l'italien par René Fréreau en 1992. Éditions du Seuil.

Giordan A., de Vecchi G. (1987). *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques.* Neuchatel: Delachaux & Niestlé.

Hattie J. (2009), *Visible learning : A Synthesis of Over 800 Meta-analyses Relating to Achievement*, Routledge

Klein, E. (2018), *Etienne Klein : les expériences de pensée*, consulté le 09/03/2018, <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/science-societe/klein-experiences-de-pensee.aspx>

Maury, L., Saltiel, E. & Viennot, L. (1977). *Étude de la notion de mouvement chez l'enfant à partir des changements de référentiels.* Rev. Fr. Pédagogie 15–29.

Piaget J. (1946). *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*, Éditions PUF

Robardet G. (2001). *Quelle démarche expérimentale en classe de physique ?*, Bull. Union Phys. **836**, 1173–1190

Saltiel, E. (1978). *Concepts cinématiques et raisonnements naturels : étude de la compréhension des changements de référentiels galiléens par les étudiants en sciences*. Thèse, Université Paris VII.

Saltiel, E. & Malgrange, J. L. (1979). *Les raisonnements naturels en cinématique élémentaire*. Bull. Union Phys. **616**, 1325–1355.

de Vecchi G. & Giordan A. (2002). *L'enseignement scientifique : Comment faire pour que « ça marche » ?* Delagrave Édition

6. Annexes

Sommaire d'annexes

6. Annexes.....	i
6.1 Questionnaire introductif.....	i
6.2 Situation-problème.....	iii
6.3 Questionnaire final.....	vi
6.4 Copies d'élèves.....	vii
6.4.1. Situation 1 :.....	vii
6.4.2. Situation 2 :.....	vii
6.4.3. Situation 3 :.....	vii
6.4.4. Situation 4 :.....	viii
6.4.5. Situation 5 :.....	viii
6.4.6. Situation-Problème :.....	viii
6.5 Détails des réponses aux questionnaires.....	ix
6.5.1. Questionnaire initial.....	ix
6.5.2. Questionnaire final.....	x

6.1 Questionnaire introductif

Nom :

Questionnaire de découverte

Situation 1 :

1. Une voiture file sur l'autoroute avec un enfant endormi sur le siège arrière.

Cet enfant est-il : a) immobile b) en mouvement c) on ne peut pas dire

Justifie :
.....

2. Pour faire une pause la voiture s'arrête dans une aire d'autoroute, l'enfant est toujours endormi sur le siège arrière.

Cet enfant est-il : a) immobile b) en mouvement c) on ne peut pas dire

Justifie :
.....

Nom :

Situation 2 :

La voiture poursuit sa route et passe au milieu d'un champ dans lequel une vache est allongée et regarde passer la voiture.

1. La voiture est-elle en mouvement par rapport à la vache ?

a) oui b) non c) on ne peut pas dire

Justifie :
.....

2. La vache est-elle en mouvement par rapport à la voiture ?

a) oui b) non c) on ne peut pas dire

Justifie :
.....

3. Le mouvement de la vache par rapport à la voiture est-il dans la même direction (même sens) que celui de la voiture par rapport à la vache ? **Justifie.**

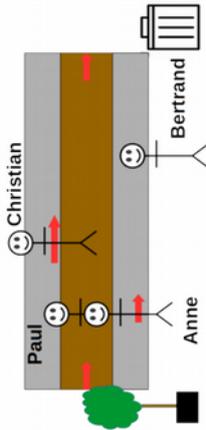
.....
.....

Nom :

Attente à l'aéroport...

Dans l'aéroport un tapis roulant sert à se déplacer plus rapidement entre les terminaux.

Paul est à l'arrêt sur le tapis roulant. Anne marche le long du tapis roulant en tenant la main de Paul. Christian lui est très pressé et il marche donc sur le tapis roulant dans le même sens que celui-ci. Enfin Bertrand est quant à lui à l'arrêt en dehors du tapis roulant et il regarde la scène.



Répond aux questions suivantes en justifiant tes réponses :

1. Paul est-il en mouvement par rapport à Anne ? a) Oui b) Non

Justifie :

2. Paul est-il en mouvement par rapport à Bertrand ? a) Oui b) Non

Justifie :

3. Paul est-il en mouvement par rapport à Christian ? a) Oui b) Non

Justifie :

4. Anne est-elle en mouvement par rapport à Bertrand ? a) Oui b) Non

Justifie :

5. Pour Christian, Paul semble se déplacer vers la poubelle. a) Vrai b) Faux

Justifie :

6. Pour Paul, Bertrand semble se déplacer vers l'arbre. a) Vrai b) Faux

Justifie :

7. Anne et Paul observent Christian se déplacer vers la poubelle. Pour Paul, Christian semble se déplacer plus vite que pour Anne. a) Vrai b) Faux

Justifie :

8. Christian et Paul observent Bertrand se déplacer vers l'arbre. Pour Christian, Bertrand semble se déplacer plus vite que pour Paul. a) Vrai b) Faux

Justifie :

Nom :

Yacht et voilier

Pierre est tranquillement assis sur un canapé dans son yacht et il observe la mer par un hublot. Il remarque un voilier au loin (Image 1). Il s'assoupit pendant quelques secondes et lorsqu'il ouvre de nouveau les yeux le voilier s'est déplacé (Image 2).

Image 1

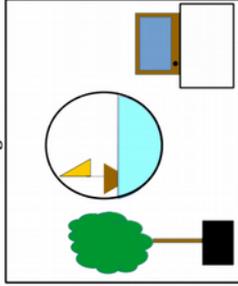
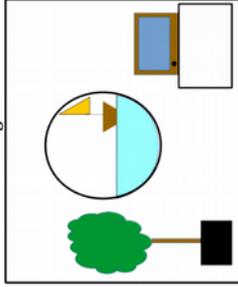


Image 2



Cinq scénarios te sont proposés, tu dois préciser si ces scénarios sont compatibles avec l'observation faite par Pierre et justifier ta réponse.

1. Le yacht de Pierre reste immobile sur la mer grâce à son ancre plantée au fond de la mer et le voilier s'est déplacé vers la droite (télé).

.....

2. Le voilier est immobile sur la mer grâce à une ancre enfoncée dans le sol mais le yacht de Pierre s'est déplacé vers la droite (télé).

.....

3. Le yacht de Pierre et le voilier se sont déplacés vers la droite (télé), mais la vitesse du yacht est plus grande que celle du voilier.

.....

4. Le yacht de Pierre s'est déplacé vers la gauche (arbre) et le voilier s'est déplacé vers la droite (télé).

.....

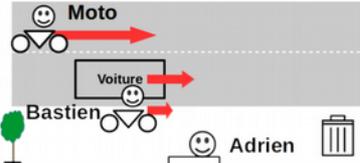
5. Le voilier et le yacht de Pierre se sont déplacés vers la gauche (arbre) mais la vitesse du yacht est plus grande que celle du voilier.

.....

Nom :

Et dans la rue...

Adrien est assis sur un banc en bas de chez lui. Il observe une voiture passer devant lui de gauche à droite (en direction de la poubelle). Au même moment Bastien passe en vélo devant Adrien également en direction de la poubelle mais à une vitesse moins grande que la voiture.



1. Pour Bastien et Adrien la voiture semble se déplacer vers la poubelle. Cependant pour Bastien la voiture semble passer ...

- a) plus vite que pour Adrien
- b) moins vite que pour Adrien
- c) aussi vite que pour Adrien

Justifie :

2. Pour Bastien, Adrien semble se déplacer vers...

- a) l'arbre
- b) la poubelle

Justifie :

Tout à coup une moto surgit et dépasse la voiture à toute vitesse.

3. Pour le motard la voiture semble se déplacer vers ...

- a) la poubelle
- b) l'arbre

Justifie :

4. Pour le motard Bastien semble se déplacer vers l'arbre ...

- a) plus vite que la voiture
- b) moins vite que la voiture
- c) aussi vite que la voiture

Justifie :

6.2 Situation-problème

Noms :

Numéro de groupe :

Autour du voyage en train

Amal et Benoit sont tous les deux assis face à face dans le train.

1 : Le départ

Le train va partir et Benoit regarde par la fenêtre. Il observe le train accolé au sien. Tout à coup leur train semble partir dans la mauvaise direction ! Benoit prend peur et interpelle Amal !

Elle se moque de lui et lui précise que tout va bien, seul le train d'à coté est parti.



Comment peux-tu expliquer cette observation ?

Appuie ton explication sur un **court texte** et des **schémas**.

Noms :

Numéro de groupe :

2 :Des trains en pleine course



Le train est finalement bien parti, cependant un coup de klaxon retentit. Un autre train apparaît tout à coup par derrière et dépasse le train d'Amal et Benoit. Amal à l'impression que leur train ralentit lorsqu'il roule côte à côte avec le second.

Elle se demande si ce ne serait pas une autre illusion.

Comment peux-tu expliquer cette impression ?

Et est-il possible qu'Amal et Benoit aient l'impression que leur train s'arrête ? À quelle vitesse le second train devrait-il rouler pour avoir cette impression ?

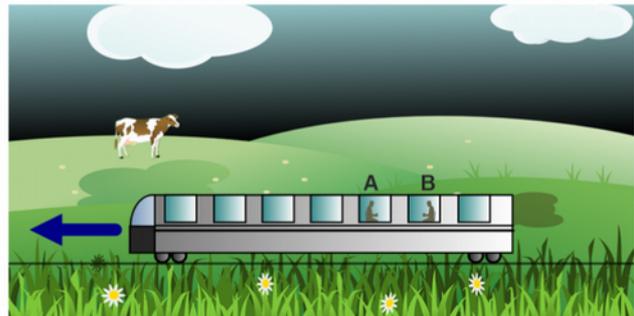
Noms :

Numéro de groupe :

3 :Quelques échanges !

Amal et Benoit décident de se lancer une balle dans le train pour faire passer le temps. Amal se met vers l'avant du train et Benoit vers l'arrière. Ils s'échangent la balle en la faisant rouler au sol.

Benoit commence par lancer la balle à Amal. À cet instant une vache immobile dans un près regarde le train passer.



La vache voit-elle la balle se déplacer plus ou moins vite que le train ? Justifie.

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

Amal renvoie ensuite la balle à Benoit.

La vache continuant son observation, voit-elle la balle se déplacer plus ou moins vite que le train ? La vache peut-elle avoir l'impression que la balle reste sur place (immobile) ?

Noms :

Numéro de groupe :

4 :Un drôle de rebond

Finalement Amal ne veut plus jouer avec Benoit. Il s'amuse alors à laisser rebondir la balle sur le sol du train. Pour Benoit la balle ne bouge que verticalement. Cependant la vache dans le près ne semble pas observer le même mouvement pour la balle.

Peux-tu décrire le chemin suivi par la balle au cours de son mouvement du point de vue de Benoit ? Appuie ta description sur une phrase et un schéma du chemin suivi par la balle.

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

Peux-tu décrire le chemin suivi par la balle au cours de son mouvement du point de vue de la vache ? Appuie ta description sur une phrase et un schéma du chemin suivi par la balle.

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

Les deux chemins observés sont-ils identiques ? À ton avis les distances parcourues par la balle lors du premier rebond sont-elles identiques pour la vache et pour Benoit ?

6.3 Questionnaire final

Nom :

Questionnaire final

Situation 1 :

Trois amis font du bateau sur une rivière. Le bateau d'Antoine est attaché à quai, il ne bouge donc pas par rapport au sol. La barque de Béatrice n'a pas de moteur, elle se fait simplement entraîner par le courant de la rivière. Enfin Caroline est sur un bateau à moteur dans lequel en plus de se faire entraîner par la rivière son moteur lui permet d'avancer plus vite.

1. Le bateau d'Antoine est-il immobile ?
 a) Oui
 b) Non
 c) On ne peut pas dire

Justifie :

2. Le bateau d'Antoine est-il en mouvement par rapport à Béatrice ?
 a) Oui
 b) Non
 c) On ne peut pas dire

Justifie :

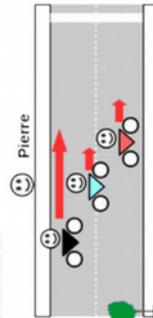
3. Pour Caroline, Béatrice semble se déplacer vers ...
 a) l'arbre (la gauche)
 b) le rocher (la droite)
 c) on ne peut pas dire

Justifie :

4. Pour Béatrice, Caroline semble se déplacer vers le rocher (la droite) ...
 a) plus vite que pour Antoine
 b) moins vite que pour Antoine
 c) aussi vite que pour Antoine

Justifie :

Situation 2 :



Des cyclistes approchent de l'arrivée du tour de France à vitesse constante. Le cycliste en noir roule le plus vite et les cyclistes en blanc et en gris roulent exactement à la même vitesse. Pierre est immobile par rapport au sol au premier rang et sur le bord de la route pour voir l'arrivée.

1. Pour les deux cyclistes roulant à la même vitesse, Pierre est ...
 a) immobile
 b) en mouvement
 c) ni l'un ni l'autre, on ne peut pas dire

Justifie :

2. Par rapport au cycliste en blanc, le cycliste en gris est ...
 a) immobile
 b) en mouvement
 c) ni l'un ni l'autre, on ne peut pas dire

Justifie :

3. Pour le cycliste en blanc et Pierre, le cycliste en noir semble se déplacer vers la droite (l'arrivée). Cependant pour le cycliste en blanc, celui en noir semble se déplacer plus vite vers la droite (l'arrivée) que pour Pierre.
 a) Vrai
 b) Faux

Justifie :

4. Pour le cycliste en noir, Pierre semble se déplacer vers la gauche (l'arbre) ...
 a) plus vite que le cycliste en blanc
 b) moins vite que le cycliste en blanc

Justifie :

Situation 3 :

Pierre prend maintenant le train à travers la campagne savoyarde. Il observe le paysage par la fenêtre et voit un mouton dans un prés (Image 1), il finit la dernière bouchée de son sandwich et regarde de nouveau par la fenêtre et observe un changement dans le prés (Image 2).

Image 1

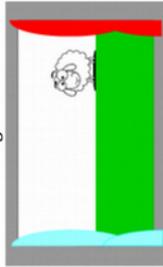
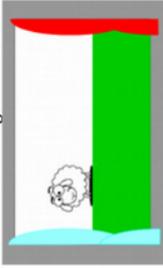


Image 2



Précise si les scénarios suivants sont compatibles avec l'observation et justifie ta réponse.

1. Le mouton s'est déplacé vers la droite (rideau foncé) alors que le train est resté immobile par rapport au sol.

Justifie :

2. Le mouton est resté immobile dans le champs et seul le train s'est déplacé vers la droite (rideau foncé).

Justifie :

3. Le mouton et le train se sont déplacés vers la gauche (rideau clair) mais le train s'est déplacé plus rapidement que le mouton.

Justifie :

4. Le mouton s'est déplacé vers la gauche (rideau clair) et le train s'est déplacé en même temps vers la droite (rideau foncé).

Justifie :

6.4 Copies d'élèves

6.4.1. Situation 1 :

1. Une voiture file sur l'autoroute avec un enfant endormi sur le siège arrière.
Cet enfant est-il : a) immobile b) en mouvement c) on ne peut pas dire
Justifie : Il est en mouvement car la voiture bouge.

2. Pour faire une pause la voiture s'arrête dans une aire d'autoroute, l'enfant est toujours endormi sur le siège arrière.
Cet enfant est-il : a) immobile b) en mouvement c) on ne peut pas dire
Justifie : car la voiture ne bouge pas.

Copie A

1. Une voiture file sur l'autoroute avec un enfant endormi sur le siège arrière.
Cet enfant est-il : a) immobile b) en mouvement c) on ne peut pas dire
Justifie : car l'enfant lui ne bouge pas sur la voiture.

2. Pour faire une pause la voiture s'arrête dans une aire d'autoroute, l'enfant est toujours endormi sur le siège arrière.
Cet enfant est-il : a) immobile b) en mouvement c) on ne peut pas dire
Justifie : car l'enfant ne bouge pas.

Copie B

6.4.2. Situation 2 :

La voiture poursuit sa route et passe au milieu d'un champ dans lequel une vache est allongée et regarde passer la voiture.

1. La voiture est-elle en mouvement par rapport à la vache ?
a) oui b) non c) on ne peut pas dire
Justifie : oui elle est en mouvement car la voiture avance.

2. La vache est-elle en mouvement par rapport à la voiture ?
a) oui b) non c) on ne peut pas dire
Justifie : non car elle est allongée.

3. Le mouvement de la vache par rapport à la voiture est-il dans la même direction que celui de la voiture par rapport à la vache ? Justifie.
non car quand on avance on dit que la vache bouge car elle est immobile par rapport à la même direction.

Copie A

6.4.3. Situation 3 :

1. Le yacht de Pierre reste immobile sur la mer grâce à son ancre plantée au fond de la mer et le voilier s'est déplacé vers la droite (télé).
Il est possible de cette hypothèse car il n'y a que le voilier en mouvement.

2. Le voilier est immobile sur la mer grâce à son ancre enfoncée dans le sol mais le yacht de Pierre s'est déplacé vers la droite (télé).
Il est possible car quand on va à droite les objets vont à gauche.

3. Le yacht de Pierre et le voilier se sont déplacés vers la droite (télé), mais la vitesse du yacht est plus grande que celle du voilier.
Il est impossible car comme par le 2 on allait à droite, ils vont à gauche.

4. Le yacht de Pierre s'est déplacé vers la gauche (arbre) et le voilier s'est déplacé vers la droite (télé).
Il est possible car en partant en se déplaçant à droite le voilier va à gauche.

5. Le voilier et le yacht de Pierre se sont déplacés vers la gauche (arbre) mais la vitesse du yacht est plus grande que celle du voilier.
Il est impossible car comme les autres cas, en allant à gauche ils se partent de vu.

Copie A

6.4.4. Situation 4 :

1. Paul est-il en mouvement par rapport à Anne ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Il va vers la même vitesse*

2. Paul est-il en mouvement par rapport à Bertrand ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Oui, il est sur le pont. Bertrand, est Bertrand ne bouge pas. Il est regard.*

3. Paul est-il en mouvement par rapport à Christian ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Il ne le voit pas.*

4. Anne est-elle en mouvement par rapport à Bertrand ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Oui elle marche, est Bertrand est immobile*

Copie A

1. Paul est-il en mouvement par rapport à Anne ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Car il est à l'arrêt.*

2. Paul est-il en mouvement par rapport à Bertrand ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Car il a plus avancé et que Bertrand est à l'arrêt.*

3. Paul est-il en mouvement par rapport à Christian ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Car il sont tout les deux sur le tapis.*

4. Anne est-elle en mouvement par rapport à Bertrand ? a) Oui b) Non
 Justifie : *Oui car elle marche.*

Copie B

6.4.5. Situation 5 :

1. Pour Bastien et Adrien la voiture semble se déplacer vers la poubelle. Cependant pour Bastien la voiture semble passer ...
 a) plus vite que pour Adrien b) moins vite que pour Adrien c) aussi vite que pour Adrien
 Justifie : *Car Bastien est en mouvement.*

2. Pour Bastien, Adrien semble se déplacer vers ...
 a) l'arbre b) la poubelle Justifie : *Car pour Bastien c'est Adrien qui est en mouvement.*
 Tout à coup une moto surgit et dépasse la voiture à toute vitesse.

3. Pour le motard la voiture semble se déplacer vers ...
 a) la poubelle b) l'arbre Justifie : *Car le motard double la voiture.*

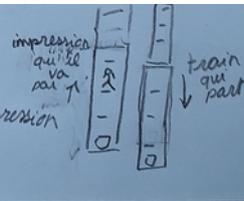
4. Pour le motard Bastien semble se déplacer vers l'arbre ...
 a) plus vite que la voiture b) moins vite que la voiture c) aussi vite que la voiture
 Justifie : *Car la voiture va plus vite que Bastien qui est en vélo.*

Copie A

6.4.6. Situation-Problème :

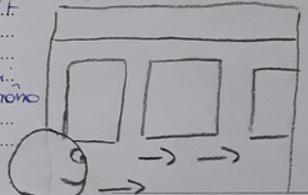
Comment peux-tu expliquer cette observation ?
 Appuie ton explication sur un court texte et des schémas.

Benoit croit qu'il vont dans le mauvais sens. Car il ne voit que le train. Et ça lui fait donc l'impression qu'il font marche arrière car il n'ont de repère fixe.



Comment peux-tu expliquer cette impression ?
 Est-il possible qu'Amal et Benoit aient l'impression que leur train s'arrête ? À quelle vitesse le second train devrait-il rouler pour avoir cette impression ?

Leur train ne s'arrête pas, c'est juste l'autre train qui va plus vite. C'est possible que si les deux trains sont à la même vitesse et qu'ils se regardent, ça n'est pas possible.

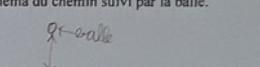


La vache voit-elle la balle se déplacer plus ou moins vite que le train ? Justifie.
La vache voit la balle se déplacer plus vite que le train. Car la vache voit la balle se déplacer à l'intérieur du train dans la même sens que celui-ci.

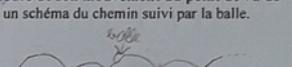
Amal renvoie ensuite la balle à Benoit.

La vache continuant son observation, voit-elle la balle se déplacer plus ou moins vite que le train ? La vache peut-elle avoir l'impression que la balle reste sur place (immobile) ?
La vache voit la balle se déplacer moins vite que le train. Oui, si la balle va à la même vitesse que le train dans le sens inverse, la vache a une l'impression que la balle est immobile.

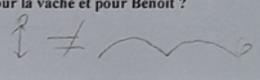
Peux-tu décrire le chemin suivi par la balle au cours de son mouvement du point de vu de Benoit ? Appuie ta description sur une phrase et un schéma du chemin suivi par la balle.
Il voit la balle bouger verticalement.



Peux-tu décrire le chemin suivi par la balle au cours de son mouvement du point de vu de la vache ? Appuie ta description sur une phrase et un schéma du chemin suivi par la balle.
Elle voit la balle bouger en arc de cercle.



Les deux chemins observés sont-ils identiques ? À ton avis les distances parcourues par la balle lors du premier rebond sont-elles identiques pour la vache et pour Benoit ?
Les deux chemins sont différents et les distances aussi car la vache voit la plus grande distance du train se plus.



6.5 Détails des réponses aux questionnaires

6.5.1. Questionnaire initial

	Situation 1						Situation 2							
	1. 100 %			2. 100 %			1. 100 %			2. 100 %			3. 71 %	
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	Oui	Non
6 ^e	29 %	40 %	32 %	68 %	11 %	21 %	76 %	21 %	3 %	22 %	75 %	3 %	33 %	67 %
	1. 100 %			2. 100 %			1. 98 %			2. 98 %			3. 79 %	
4 ^e	42 %	35 %	23 %	72 %	12 %	16 %	91 %	6 %	3 %	13 %	82 %	5 %	41 %	59 %

Table 1: Présentation des résultats aux deux premières situations du questionnaire initial pour les élèves de 6^e et de 4^e. Après le numéro de chaque question est précisé le pourcentage de participation à la question.

À l'aéroport...																
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
	1. 95 %		2. 90 %		3. 92 %		4. 94 %		5. 94 %		6. 92 %		7. 87 %		8. 86 %	
6 ^e	38 %	62 %	60 %	40 %	40 %	60 %	81 %	19 %	44 %	56 %	41 %	59 %	62 %	38 %	63 %	37 %
	1. 90 %		2. 88 %		3. 91 %		4. 91 %		5. 91 %		6. 90 %		7. 89 %		8. 84 %	
4 ^e	41 %	59 %	69 %	31 %	36 %	64 %	91 %	9 %	54 %	46 %	64 %	36 %	60 %	40 %	59 %	41 %

Table 2: Présentation des résultats à la troisième situation du questionnaire initial pour les élèves de 6^e et de 4^e. Après le numéro de chaque question est précisé le pourcentage de participation à la question.

Yacht et voilier										
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
	1. 90 %		2. 84 %		3. 81 %		4. 83 %		5. 78 %	
6 ^e	89 %	11 %	19 %	81 %	18 %	82 %	65 %	35 %	67 %	33 %
	1. 85 %		2. 81 %		3. 77 %		4. 80 %		5. 77 %	
4 ^e	91 %	9 %	33 %	67 %	19 %	81 %	72 %	28 %	58 %	42 %

Table 3: Présentation des résultats à la quatrième situation du questionnaire initial pour les élèves de 6^e et de 4^e. Après le numéro de chaque question est précisé le pourcentage de participation à la question.

Et dans la rue...										
	a	b	c	a	b	a	b	a	b	c
	1. 81 %			2. 79 %		3. 79 %		4. 76 %		
6 ^e	33 %	61 %	6 %	76 %	24 %	34 %	66 %	52 %	33 %	15 %
	1. 77 %			2. 73 %		3. 75 %		4. 77 %		
4 ^e	39 %	48 %	13 %	61 %	39 %	46 %	54 %	34 %	53 %	13 %

Table 4: Présentation des résultats à la cinquième situation du questionnaire initial pour les élèves de 6^e et de 4^e. Après le numéro de chaque question est précisé le pourcentage de participation à la question.

6.5.2. Questionnaire final

Situation 1												
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
	1. 100 %			2. 98 %			3. 100 %			4. 97 %		
6 ^e	15 %	23 %	62 %	70 %	23 %	7 %	79 %	16 %	5 %	58 %	27 %	15 %
	1. 100 %			2. 100 %			3. 100 %			4. 97 %		
4 ^e	39 %	9 %	52 %	55 %	44 %	1 %	63 %	32 %	5 %	54 %	38 %	8 %
Situation 2												
	a	b	c	a	b	c	Vrai	Faux	a	b		
	1. 97 %			2. 95 %			3. 93 %		4. 97 %			
6 ^e	14 %	68 %	19 %	60 %	33 %	7 %	35 %	65 %	76 %	24 %		
	1. 98 %			2. 99 %			3. 93 %		4. 92 %			
4 ^e	15 %	79 %	6 %	77 %	21 %	2 %	38 %	62 %	78 %	22 %		
Situation 3												
	Vrai	Faux	Vrai	Faux	Vrai	Faux	Vrai	Faux	Vrai	Faux		
	1. 84 %		2. 84 %		3. 77 %		4. 67 %					
6 ^e	20 %	80 %	84 %	16 %	36 %	64 %	76 %	24 %				
	1. 80 %		2. 76 %		3. 75 %		4. 71 %					
4 ^e	16 %	84 %	86 %	14 %	28 %	72 %	81 %	19 %				

Table 5: Présentation des résultats au questionnaire final pour les élèves de 6^e et de 4^e. Après le numéro de chaque question est précisé le pourcentage de participation à la question.

Année universitaire 2017-2018

DU Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation

Mention Second degré

Parcours : Physique-Chimie

Titre de l'écrit scientifique réflexif : Étude comparative autour de la relativité du mouvement au collège : comment une situation-problème permet-elle de dépasser les conceptions des élèves ?

Auteur : Tommy DESSUP

Résumé :

Ce mémoire cherche à répondre aux questions suivantes : comment surmonter les difficultés des élèves en sciences physiques et chimiques et comment continuer d'éveiller l'intérêt des élèves ? Pour cela les didacticiens ont montré que les conceptions initiales des élèves expliquent le blocage de nombreux élèves en classe. Pour y remédier une démarche d'activité intitulée situation-problème a été proposée.

Le travail présenté ici a pour objectif d'identifier les conceptions initiales d'élèves de collège dans le cadre de la relativité du mouvement en mécanique et de remettre en cause ces conceptions en proposant une activité sous forme de situation-problème.

Pour cela une évaluation diagnostique sous forme de questionnaire est réalisée avant l'activité pour repérer les conceptions et un questionnaire final est complété à la suite, pour évaluer l'évolution des conceptions.

Nous retrouverons dans les réponses des élèves des caractéristiques communes, à la fois chez les élèves de sixième et de quatrième, témoignant de la généralité des conceptions. Nous montrerons également quantitativement l'efficacité de la situation-problème pour dépasser les conceptions des élèves.

Mots clés : sciences physiques et chimiques, cycle 3 et 4 (6^e et 4^e), conceptions initiales, relativité du mouvement, situation-problème.

Summary :

This master thesis aims to answer the questions : how can we face students' difficulties in physical and chemistry sciences and how can we continue to keep students' interest ? To answer both questions didacticians have shown the key role of initial mental constructs to explain many issues encountered by students in class. Problem-solving tasks have then been developed to tackle these issues.

The goals of the work presented here are to identify the initial mental constructs of students between eleven and fourteen years old in the specific domain of relativity of motion in mechanics; and change these mental constructs using dedicated problem-solving tasks.

For that purpose, a diagnostic evaluation as a survey is proposed before performing the problem-solving task and then a final survey is completed to quantify the evolution of mental constructs. Students' answers show us similarities between different age categories which indicates the general aspect of these mental constructs. The results also confirm quantitatively the efficiency of the problem-solving task to overthrow the initial mental constructs.

Key words : physical and chemical sciences, cycle 3 and 4 (6^e et 4^e), initial mental constructs, relativity of motion, problem-solving task.