



HAL
open science

L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique comme une stratégie possible pour surmonter des difficultés dans l'interprétation des représentations graphiques $x(t)$ de la cinématique classique

Inés Delgado Rodríguez

► To cite this version:

Inés Delgado Rodríguez. L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique comme une stratégie possible pour surmonter des difficultés dans l'interprétation des représentations graphiques $x(t)$ de la cinématique classique. Education. Université Paris Cité, 2020. Français. NNT : 2020UNIP7122 . tel-03249514

HAL Id: tel-03249514

<https://theses.hal.science/tel-03249514v1>

Submitted on 4 Jun 2021

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.



Thèse de doctorat
de l'Université de Paris
« Ecole doctorale ED 623 « Savoirs, Sciences, Éducation »

Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR – EA 4434 de l'Université Paris Diderot)

Thèse de doctorat, Didactique des disciplines
Spécialité : Didactique de la physique

Inés Delgado Rodríguez

**L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique comme une
stratégie possible pour surmonter des difficultés dans l'interprétation
des représentations graphiques $x(t)$ de la cinématique classique.**

Thèse dirigée par madame Cécile DE HOSSON et monsieur
Philippe HOPPENOT

Présentée et soutenue publiquement à Paris le 27 août 2020

Membres du jury

Jean-Marie Boilevin, Professeur, Université de Bretagne Occidentale, Président du Jury

Karine Bécu-Robinault, maîtresse de conférences, HDR, ENS de Lyon, rapporteure

Rosa Elvira Páez Murillo, Universidad Autónoma de la Ciudad de Mexico, examinatrice

Hoppenot Philippe, Professeur, Université d'Evry, co-directeur de thèse

Cécile de Hosson, Professeure, Université de Paris, co-directrice de thèse

Michaël Canu, Professeur, Universidad del Bosque, encadrant de thèse

Résumé

Cette recherche s'intéresse à la conception et à l'évaluation d'un scénario d'enseignement utilisant le logiciel de géométrie dynamique GéoGébra comme possible stratégie pour surmonter certaines des difficultés lors de l'interprétation des graphiques liant la position et le temps en cinématique classique. En postulant que pour comprendre la physique, il est essentiel que les élèves parviennent à mettre en relation les objets et les phénomènes (le monde des objets et des événements), et les modèles et théories (le monde des théories) pour expliquer ou prédire les phénomènes, nous avons conçu un scénario qui entend favoriser à la fois des liens entre ces deux mondes en partant d'un monde intermédiaire (une simulation qui repose sur le logiciel GéoGébra) et des liens entre différents registres sémiotiques. La conception du scénario s'appuie sur une étude préliminaire concernant l'interprétation des graphiques $x(t)$ portant un intérêt particulier sur la grandeur temps et la mobilisation des TICE. Nous avons, d'ailleurs, décidé d'utiliser l'ingénierie didactique comme méthodologie de recherche cependant une évaluation externe de la conception a été menée. Quatre cadres théoriques ont été mobilisés lors de l'analyse des données : la théorie des deux mondes (Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009), la théorie du monde intermédiaire (Buty, 2002), le cadre épistémologique (Bécu-Robinault, 2015) et le cadre de registres de représentation sémiotique Duval (1993).

Parmi les résultats de cette recherche se trouve que l'usage de ce logiciel s'avère pertinent pour la classe de physique dans le contexte de l'étude du mouvement rectiligne uniforme et sa représentation graphique $x(t)$. D'ailleurs, l'expérimentation de ce logiciel, pour la classe de physique en tant que simulateur dans le cadre de notre ingénierie didactique, nous a montré des potentialités ainsi que l'influence de contraintes du logiciel sur la résolution des tâches proposées.

Mots-clés : temps ; cinématique ; graphiques ; GéoGébra ; curseur ; difficultés ; ingénierie didactique ; deux-mondes ; registres de représentation.

Abstract

This research focuses on the design and evaluation of a teaching scenario using the dynamic geometry software GeoGebra as a possible strategy to overcome some of the difficulties in interpreting position and time related graphics in classical kinematics. Assuming that in order to understand physics, it is essential for students to be able to relate objects and phenomena (the world of objects and events), and models and theories (the world of theories) in order to explain or predict phenomena, we have designed a scenario that aims to foster both links between these two worlds starting from an intermediate world (a simulation based on the GeoGebra software) and links between different semiotic registers. The design of the scenario is based on a preliminary study concerning the interpretation of the $x(t)$ graphs with a particular focus on the time dimension and the mobilization of TICs. We also decided to use instructional engineering as a research methodology, although an external evaluation of the design was conducted.

Four theoretical frameworks were mobilized during the data analysis: the theory of two worlds (Tiberghien, Vince and Gaidioz, 2009), the theory of the intermediate world (Buty, 2002), the epistemo-semiotic framework (Bécu-Robinault, 2015) and the Duval (1993) framework of semiotic representation registers.

Among the results of this research is that the use of this software is relevant for the physics class in the context of the study of uniform rectilinear motion and its graphical representation $x(t)$. Moreover, the experimentation of this software, for the physics class as a simulator in the framework of our didactic engineering, has shown us potentialities as well as the influence of software constraints on the resolution of the proposed tasks.

Key words : time ; kinematics; graphics; Geogebra; cursor; difficulties; didactic engineering; two-worlds; representation registers.

Remerciements

Celles-ci sont les premières lignes que j'ai rédigées après avoir été acceptée au doctorat. Dans ce manuscrit chaque paragraphe est le résultat d'un grand effort personnel, bien évidemment, mais avec le soutien de quelqu'un. Un mot, une précision, une correction, un éclaircissement, un point de vue, un échange, un exposé, une lecture ou relecture ; tous ces apports, grands ou petits, ont contribué à l'aboutissement de cette thèse.

Alors, comme on peut imaginer, il y a beaucoup de personnes que je tiens à remercier, donc je tenterai de les citer toutes.

Je remercie :

- Ma directrice de thèse Cécile de Hosson qui a accepté d'encadrer cette recherche ; je la remercie pour son accompagnement scientifique de grande expertise et acuité intellectuelle dont j'ai profité depuis mon master à Bogotá ; je la remercie aussi pour son soutien au-delà du cadre scientifique ; Cécile a toujours été prête à m'épauler lors de mon installation à Paris, et de celle de ma fille, ce dont je lui suis très reconnaissante.
- Mon co-directeur de thèse, Philippe Hoppenot pour son regard bienveillant et mathématicien, pour son écoute et son accompagnement lors des premières expérimentations.
- Mon encadrant de thèse, Michaël Canu, qui m'a fait travailler en particulier la statistique.
- Les membres du jury : Karine Bécu-Robinault, Jean-Marie Boilevin et Rosa Elvira Páez Murillo.
- Laurent Moutet, Anne Boulais et Abdelkader Azza et leurs élèves qui ont gentiment accepté de participer à la recherche.
- Les doctorant.e.s qui ont partagé des moments de vie et d'étude durant ma thèse, et plus particulièrement : Zakaria (mon frère de thèse), Ratha, Leonard, Jorge, Alice, Stéphane, Robin, Valentin, Romain, Dominique, Sophie, Soledad, Claudia, Paula, Frank, Poonhe, Ronel, Diana, Gisela, Angélica, Fredy, Cristina, Mayra, María et Noémie.

Les chercheurs et les chercheuses du laboratoire André Revuz : Laurence Viennot, Michelle Artigue, Nicolas Decamps, Luz Martinez, Wanda Kaminski, Aline Robert, Laurent Vivier, Alan Kuzniak, Rita Khanfour-Armale, Fabrice Vandebruck. Merci à eux tous pour leurs questionnements, les articles suggérés et leurs mots d'encouragement.

- Les membres de l’Ardist et les organisateurs des Week-ends Jeunes chercheur.e.s ; Isabelle Kermen ; Patrice Venturini, Yann Lhoste, Laurence Maurines, Edith Saltiel, Andrée Tiberghien. Au sein de ces espaces de discussion scientifique j’ai eu l’occasion de me rapprocher de la manière de conduire une recherche en France et de faire des petits échanges avec des chercheur.euses largement consolidé.e.s.
- Evelyne Scaron, gestionnaire du laboratoire André Revuz qui a cherché très rapidement des doctorantes hispanophones pour s’assurer de ma bonne compréhension de ce qu’elle tentait de m’expliquer lors de mes premiers mois à l’université.
- Les membres de l’école doctorale, notamment à sa directrice Karine Chemla et Sandrine Pellé gestionnaire de l’école doctorale. J’ai beaucoup apprécié les journées d’étude qui m’ont imprégné de l’histoire des mathématiques.
- Les chercheurs et chercheuses que j’ai cité dans les références ; j’ai beaucoup appris de leurs travaux ; d’ailleurs, c’était génial de faire connaissance de certains parmi eux.
- Ma famille, en particulier : Elizabeth, Ana, Laura, Juan, Miguel Antonio, Bernardo, Helena, Alis, Oscar, Valentina, Daniel, David, Miguel, Francisco, Claudia, Martha qui depuis la Colombie m’ont donné des encouragements pour atteindre la ligne d’arrivée.
- Les ami.e.s., entre autres : Mauricio, Adry, Margarita, Rocío, Javier, Gustavo, María Helena, Fabian, Mariana, Angela, Angélica, Elisa, Gladys, Diana, William, Natalia, qui depuis la Colombie m’ont encouragé. Merci aussi à Samuel, Olivier et Flor des amis en France.
- Mes collègues et mes élèves en Colombie qui ont apprécié le fait d’étudier à Paris ; je ne doute pas que certains d’entre eux viendront étudier en France.

Finalement, un remerciement particulier à Daniel pour la relecture et les corrections constantes de grammaire et d’orthographe à ce manuscrit.

Table des matières

Introduction	9
Chapitre 1 Cadre général de la recherche. Une analyse préliminaire concernant des graphiques liant la position et le temps $x(t)$ pour un mouvement rectiligne uniforme.	13
Introduction	14
I. Une analyse didactique	14
1. L'étude des difficultés déjà rencontrées par rapport à l'interprétation des graphiques $x(t)$	15
2. L'étude des stratégies qui mettent en jeu l'usage des TICE comme stratégie possible pour dépasser des difficultés dans l'interprétation des graphiques $x(t)$	27
3. La grandeur temps au niveau didactique	30
4. La notion du temps au niveau psycho-cognitif : Le développement de la notion du temps chez l'enfant.	35
II. Une analyse historico-épistémologique concernant des graphiques liant la position et le temps $x(t)$ pour un mouvement rectiligne uniforme	37
1. Le temps physique	37
2. À propos des représentations mathématiques du temps et de la vitesse au moyen-âge	40
3. À propos des représentations mathématiques de l'espace, du temps et de la vitesse au 17 ^e siècle	47
III. Une analyse institutionnelle concernant des graphiques dans le cadre de l'enseignement de la physique	50
IV. Début d'un protocole expérimental : construction, passation et analyse d'un pré-test	52
1. Protocole expérimental	52
2. Passation du pré-test : conditions de sa mise en place	54
3. Construction du pré-test : situations-graphiques, arguments pour le choix et quelques éléments d'analyse de résultats	55
4. Résultats et analyse au pré-test	60
5. Conclusion des résultats au pré-test	92
V. Conclusion du chapitre 1	94
Chapitre 2 Conception et analyse <i>a priori</i> du scénario d'enseignement	95
I. Problématique	96

II. Variables macro-didactiques et postulat de recherche	97
III. Cadres théoriques : présentation et motivation	98
1. La théorie des deux mondes	99
2. La théorie du monde intermédiaire (monde simulé)	106
3. Registres de représentation sémiotique	108
IV. Présentation du scénario d'enseignement : analyse <i>a priori</i>	112
1. L'analyse <i>a priori</i> du scénario d'enseignement	112
V. Questions de recherche	115
VI. Présentation par situations du scénario d'enseignement : Aspects descriptif et prédictif de l'analyse <i>a priori</i>	116
1. Situation 1	116
2. Analyse de la situation 2	123
3. Analyse de la situation 3	126
Chapitre 3 Analyse <i>a posteriori</i> du scénario d'enseignement	129
Introduction	130
I. Des aspects concernant la mise en œuvre du scénario d'enseignement	130
II. L'analyse <i>a posteriori</i> du scénario d'enseignement	131
1. Analyse <i>a posteriori</i> de la Situation 1a	132
Conclusion	158
2. Analyse <i>a posteriori</i> de la Situation 1b	158
Conclusion	181
3. Analyse <i>a posteriori</i> de la situation 2	182
Conclusion	198
4. Analyse <i>a posteriori</i> de la situation 3	198
Conclusion	210
III. Conclusion du chapitre 3	210
Chapitre 4 Évaluation externe du scénario d'enseignement : analyse et traitement quantitatif et qualitatif de données	214
Introduction	215

I. Des aspects supplémentaires concernant la mise en œuvre de la deuxième et troisième étape du protocole expérimental	216
1. Nombre de participants à chaque étape du protocole et modalités organisationnelles	216
2. Traitements de données à chaque étape du protocole expérimental	217
II. Analyse et traitement quantitatif de données au regard de la statistique descriptive	218
1. Premier résultat chez le groupe standard	219
2. Premier résultat chez le groupe expérimental	220
3. Confrontation des résultats entre le groupe expérimental et le groupe standard	221
III. Analyse et traitement quantitatif de données au regard de la statistique inférentielle	221
1. Quelques généralités sur les tests statistiques	222
2. Traitements statistiques mis en œuvre et résultats.	223
IV. Conclusion du chapitre 4	226
Conclusion	227
Liste des Figures	232
Tables des tableaux	237
Références	239
Annexes	244

Introduction

Le mouvement des objets est l'un des phénomènes auxquels s'intéresse la physique ; c'est la cinématique qui étudie tout particulièrement ce phénomène avec pour tâche de décrire comment les corps changent de lieu avec le temps (Einstein et Solovine, 1956) ; c'est-à-dire qu'elle s'occupe de décrire le mouvement. Une telle description du mouvement peut se faire à l'aide d'une équation du mouvement ou d'un graphique, par exemple des graphiques $x(t)$ liant la position et le temps ou des graphiques $v(t)$ liant la vitesse et le temps, en d'autres termes, la description mathématique du mouvement peut se faire à l'aide des fonctions cinématiques représentées sous différentes formes, par exemple, sous forme graphique ou par des relations algébriques. Cette recherche s'intéresse à l'interprétation des représentations graphiques de position en fonction du temps lesquelles constituent l'un des registres de représentation sémiotique (Duval, 1988) qui servent à la description mathématique du mouvement.

Depuis longtemps, l'interprétation des représentations graphiques a fait l'objet d'étude de nombreux travaux de recherche. Parmi les réflexions à ce propos on trouve le travail mené par Artigue, Saltiel et Viennot (1981). Ce travail mentionne les constats suivants :

1. L'étudiant moyen de D.E.U.G (L1) ne trace un graphique que lorsqu'il lui est demandé explicitement de le faire et ne pense pas que les représentations graphiques pourraient être utiles dans la résolution de nombreux problèmes en physique et en mathématiques.
2. L'étudiant est incapable d'exploiter une fonction qui n'est pas donnée sous forme algébrique. Or une fonction n'intervient pas toujours sous cette forme : elle peut être donnée par un tableau de valeurs numériques, par sa représentation graphique ou encore définie par un discours en langage verbal mais l'étudiant ne sait absolument pas passer d'une forme à l'autre.
3. Le plus grand nombre des fonctions utilisées en mathématiques et en physique sont données sous forme algébrique.

Vis-à-vis de ces constats les chercheuses font ressortir qu'on peut résoudre graphiquement un problème lorsque cela se révèle plus simple grâce aux renseignements quantitatifs et éventuellement qualitatifs que le graphique fournit sur la fonction qu'il représente. Concrètement, une représentation graphique donne des informations sur le sens de variation, signe de la variable, signe de la fonction, sa continuité, sa dérivabilité, ses extrémums, sa convexité, ses limites, éventuellement sa période et ses symétries. Ces renseignements permettent de résoudre différents problèmes tant en physique qu'en mathématiques. Par exemple, en mathématiques lorsque la courbe de la fonction $1/x$ est déjà tracée il est possible de donner des informations sur la fonction $1/(x+2)$ à partir des transformations géométriques, comme translations, homothéties,

affinités et symétries, qui permettent de passer d'une courbe à l'autre. Par ailleurs, Artigue, Saltiel et Viennot soulignent que :

“On peut espérer d'un travail d'exploitation des représentations graphiques un effet positif sur la compréhension des notions, par exemple de continuité, de stabilité d'un équilibre, de fonction d'état, etc., mais qu'on peut aussi espérer que ce travail permette aux étudiants de se constituer un stock d'images visuelles qui facilitent l'ancrage des concepts correspondants.”

Les chercheuses remarquent aussi qu'il est souhaitable de développer chez l'élève l'aptitude à lire et utiliser correctement les graphiques ainsi que de savoir combiner des langages algébriques, graphiques et verbaux. En particulier, il est souhaitable que l'élève sache déduire d'un graphique des informations, trouver l'équation d'une courbe à partir d'un certain nombre de renseignements, comparer une fonction donnée par un tableau de valeurs numériques à des fonctions de références simples; néanmoins Duval (1999) qui nomme ces activités comme « conversion des registres » souligne que celle-ci constitue l'activité cognitive la moins spontanée et la plus difficile à acquérir chez la grande majorité des élèves.

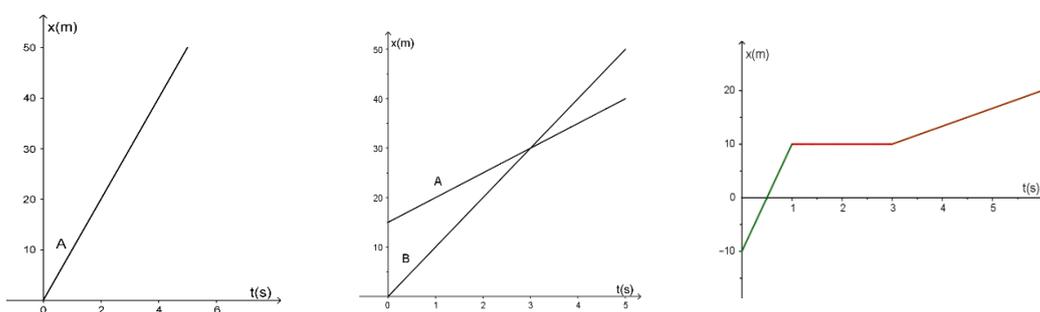
Afin de promouvoir l'exploitation des représentations graphiques et le passage entre les différentes formes sous lesquelles une fonction peut se donner, la recherche conduite par Artigue, Saltiel et Viennot (1981), propose un grand nombre d'activités dans le cadre de l'enseignement de la physique et des mathématiques. D'ailleurs nous notons que l'un de ces activités suggère qu'on peut utiliser un graphique pour réfléchir à un problème de physique en menant :

1. Une description concise des faits qui ressortent simplement du graphique.
2. Une discussion des aspects du graphique qu'on doit être capable de comprendre à partir du phénomène physique de base impliqué.
3. Une explication des informations utiles que l'on peut extraire des caractéristiques du graphique: pentes, courbures, points d'intersections, rebroussements, etc.
4. Une discussion des nouveaux graphiques que l'on pourrait établir à partir des données du premier pour donner une information supplémentaire sur la situation.

Ces quatre actions nous semblent englober les démarches possibles que l'on peut mener afin d'exploiter une représentation graphique et avoir des renseignements sur le phénomène physique concerné.

Au regard des bénéfices qui viennent d'être évoqués et de l'importance pour l'enseignement des sciences d'une exploitation adéquate des représentations graphiques, il nous est apparu important de traiter ce sujet. En particulier, nous nous intéressons à l'interprétation de

représentations graphiques qui lient le temps et la position dans lesquelles l'objet suit un mouvement rectiligne uniforme (MRU). Cet intérêt est motivé, en particulier, par les travaux de Duval (2002) en didactique des mathématiques qui mettent en évidence la nécessité d'articuler différents registres de représentation sémiotique (langue naturelle, systèmes d'écriture, figures géométriques planes ou en perspective, graphes cartésiens) pour élaborer le sens des concepts, et la recherche menée par McDermott, Rosenquist et Van Zee (1987) qui soutiennent que la facilité à dessiner et à interpréter des graphiques est d'une importance capitale pour développer une compréhension de nombreux sujets en physique. Concrètement, nous nous intéressons à des graphiques comme les suivants :



Sur cette sorte de graphiques $x(t)$, l'axe horizontal correspond au temps et l'axe vertical à la position et on peut lire directement la position de l'objet à un instant donné mais les courbes étant des droites, on peut connaître aussi la vitesse de l'objet puisqu'elle correspond à la pente de la droite, c'est-à-dire que la vitesse est une information tacite sur le graphique. Ici, on remarque lors de l'interprétation de ces graphiques que les connaissances de pente et de vitesse sont mises en jeu ainsi que le lien entre les deux.

Même si l'interprétation de ces graphiques semble élémentaire, plusieurs recherches (Leinhardt et al. 1990 ; Beichner, 1994 ; Flores, Bello et Millán, 2002 ; Delgado et al, 2015) montrent que les élèves peinent à les interpréter ce qui nous a incité à étudier encore ce sujet. En particulier nous cherchons à :

- a) Apprécier la persistance des difficultés à la fin du lycée et à approfondir les raisons pour lesquelles l'interprétation de ces graphiques reste difficile pour les élèves.
- b) Concevoir au regard de ces raisons un scénario d'enseignement (atelier) afin d'aider les élèves à surmonter certaines des difficultés auxquelles nous nous intéressons.
- c) Evaluer l'impact du scénario d'enseignement.

Ces objectifs nous ont conduits à mener une démarche qui s'inscrit dans le cadre d'une ingénierie didactique. On fait référence à certains éléments d'une ingénierie didactique au sens strict, définie par Artigue (1988) et dont elle explicite les caractéristiques générales :

« L'ingénierie didactique, vue comme méthodologie de recherche, se caractérise en premier lieu par un schéma expérimental basé sur des réalisations didactiques en classe, c'est-à-dire sur la conception, la réalisation, l'observation et l'analyse de séquences d'enseignement ».

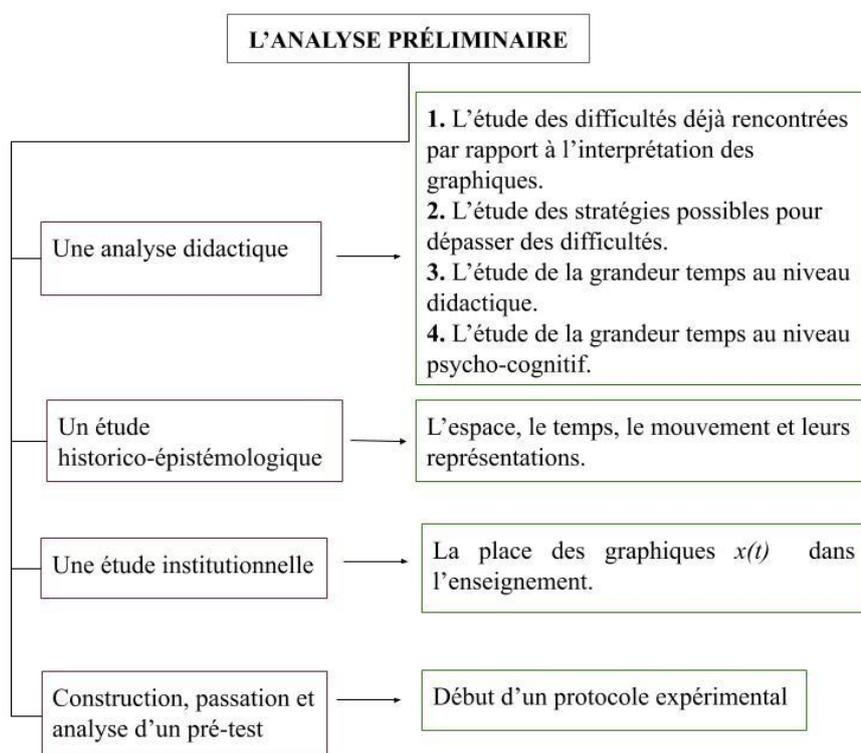
Dans le cadre d'une ingénierie didactique nous structurons cette recherche comme suit :

- 1) Une analyse préliminaire, qui fait l'objet du premier chapitre, concernant les graphiques liant la position et le temps. Elle comporte des dimensions historico-épistémologiques, institutionnelles et didactiques. Cette analyse est fondamentale dans notre recherche dans la mesure où elle nous a permis de : a) cibler les difficultés dans l'interprétation des graphiques $x(t)$ qui nous intéressent le plus, b) nous donner des hypothèses de travail, c) établir un protocole expérimental. Ce chapitre comporte aussi la construction et l'analyse d'un pré-test qui est le moyen que nous nous sommes donné pour apprécier la persistance des difficultés ciblées et approfondir les raisons pour lesquelles l'interprétation de ces graphiques reste difficile; au regard de l'analyse des réponses des élèves à ce pré-test et de quelques éléments de l'analyse préliminaire, nous avons conçu l'instrument d'enseignement et choisi comme cadre d'analyse la théorie des deux mondes et la théorie du monde intermédiaire (nous désignerons désormais à l'ensemble de ces deux théories « la théorie des trois mondes »).
- 2) Dans le deuxième chapitre, nous abordons la conception du scénario d'enseignement, l'analyse *a priori* de ce scénario et une présentation des cadres d'analyse.
- 3) Dans le troisième chapitre de notre thèse, nous détaillons des aspects concernant la mise à l'épreuve de notre scénario d'enseignement ainsi que l'analyse *a posteriori*.
- 4) Finalement, dans le dernier chapitre, nous présentons l'évaluation externe du scénario ; concrètement nous montrons le protocole expérimental mis en œuvre, ses étapes, les données recueillies à chaque étape, son traitement et son analyse.

Chapitre 1 Cadre général de la recherche. Une analyse préliminaire concernant des graphiques liant la position et le temps $x(t)$ pour un mouvement rectiligne uniforme.

Introduction

L'analyse préliminaire comporte trois dimensions : une analyse didactique, une étude historico-épistémologique et une étude institutionnelle. Dans la suite, nous allons expliquer chacune de ces dimensions dans l'ordre mentionné ci-dessus ainsi que les questions, les hypothèses et les choix qui ont été faits lors de l'analyse menée dans chaque dimension. Ce chapitre comporte aussi le début d'un protocole expérimental. Une vue d'ensemble de ce chapitre est illustrée par la figure ci-dessous.



I. Une analyse didactique

Cette analyse comporte à son tour les aspects suivants : 1) l'étude des difficultés déjà rencontrées par rapport à l'interprétation des graphiques $x(t)$; 2) l'étude des stratégies possibles pour dépasser des difficultés, notamment les stratégies qui mettent en jeu l'usage des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement et 3) l'étude de la grandeur temps au niveau didactique et, 4) l'étude de la grandeur temps au niveau psycho-cognitif.

1. L'étude des difficultés déjà rencontrées par rapport à l'interprétation des graphiques $x(t)$

L'interprétation de graphiques en cinématique, comme les graphiques liant la position et le temps et/ou la vitesse et le temps, a fait l'objet de plusieurs recherches (Driver, 1974 ; Janvier, 1978 ; Clement, 1985 ; Hitt, 1998). Entre autres, l'étude conduite par McDermott, Rosenquist et Van Zee (1987) a permis d'identifier dix sortes de difficultés, liées à l'interprétation et la construction des graphiques, qui ont été regroupées en deux catégories: 1) des difficultés à relier les graphiques aux concepts physiques; dans cette catégorie, des situations graphiques¹ sont données afin de les analyser et 2) des difficultés à relier les graphiques au monde réel (McDermott, Rosenquist et Van Zee, 1987); dans cette catégorie, des dispositifs expérimentaux sont mis à disposition afin de réaliser des graphiques de position en fonction du temps et des graphiques de vitesse en fonction du temps pour le mouvement observé.

Dans la première catégorie se trouve l'une des difficultés qui nous intéresse : celle où les connexions entre concepts physiques et concepts mathématiques sont manquantes. En particulier, quand on propose d'analyser un graphique position-temps où deux objets suivent un MRU (Figure 1.1), certains élèves ont tendance à associer la vitesse instantanée des objets à la hauteur de la ligne représentant la fonction par rapport à l'axe des abscisses au lieu de l'associer à la pente des droites représentées.

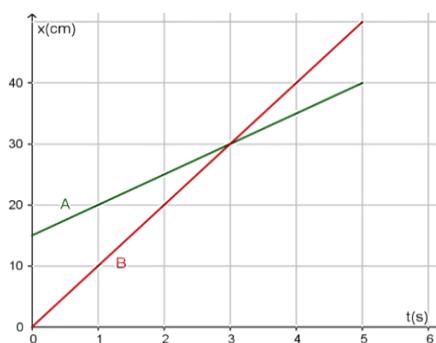


Figure 1.1 Graphique de position en fonction du temps pour deux objets A et B qui se déplacent sur une ligne horizontale.

Cette tendance, que nous désignerons « difficulté confusion pente-hauteur », est mise en lumière lorsqu'on confronte les élèves aux questions suivantes :

¹ Nous appellerons situation-graphique à une situation d'étude qui s'appuie sur un graphique et un énoncé

a) Les objets A et B ont-ils la même vitesse à un moment ? S'il en est ainsi, à quel moment l'ont-ils ?

b) Á l'instant $t=2s$, la vitesse de l'objet A est-elle plus grande, plus petite ou égale à la vitesse de l'objet B ?

La recherche conduite par McDermott, Rosenquist et Van Zee montre que les élèves ont tendance à répondre qu'à $t=3$ secondes les objets ont la même vitesse en s'appuyant sur le croisement des droites et que à $t=2s$ la vitesse de l'objet A est plus grande que la vitesse de l'objet B en s'appuyant sur les hauteurs (à $t=2s$ la valeur de l'ordonnée sur la droite A est plus grande que la valeur de l'ordonnée sur la droite B).

D'autres difficultés, évoquées dans la recherche conduite par McDermott, Rosenquist et Van Zee, retiennent également notre attention : lorsqu'il est demandé aux étudiants de physique à l'université de construire un graphique de position en fonction du temps pour un MRU observé au laboratoire où des instruments de mesure sont mis à disposition mais aucune indication précise sur les quantités à mesurer ou à calculer n'est donnée, les étudiants peinent à réaliser le graphique. Concrètement un dispositif expérimental est mis à disposition afin de produire un mouvement rectiligne uniforme : une bille d'acier roule sur une longue piste plane avec quatre horloges placées à égale distance les unes des autres et de la rampe de départ. Les horloges démarrent de façon synchrone lorsque le mouvement commence ; chaque horloge est arrêtée lorsque la bille passe devant sa position. La construction d'un graphique $x(t)$ est demandée aux étudiants ; cependant aucune indication n'est précisée sur les quantités à mesurer ou à calculer. En revanche ces étudiants ont déjà réalisé cette sorte de graphiques dans leur cours de mathématiques. Les productions des élèves se trouvent sur la figure 1.2.

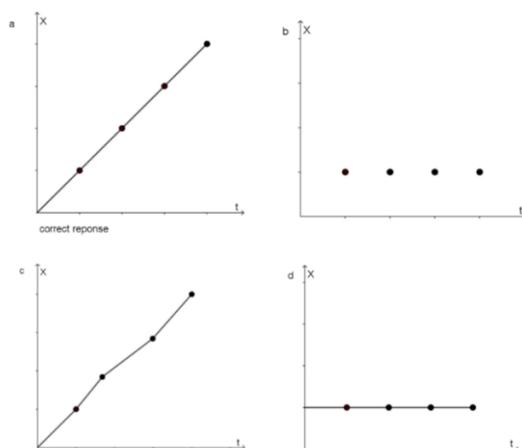


Figure 1.2 (a) Graphique de position en fonction du temps pour un MRU. (b) Les déplacements successifs sont tracés comme des points non connectés. (c) Connexions point à point en formant une courbe non lisse (d) Forme de $x(t)$ ressemblant à la trajectoire du mouvement. Source : McDermott, Rosenquist et Van Zee, (1987).

McDermott, Rosenquist et Van Zee (1987) expliquent que pour tracer le graphique $x(t)$ pour le mouvement de la bille, il est nécessaire de choisir une origine, d'établir un système de coordonnées et d'attribuer des numéros de position le long de la trajectoire. Les positions de l'objet par rapport aux temps correspondants sont ensuite placées dans un repère. Cependant, au lieu de suivre cette procédure, certains élèves mesurent simplement la longueur des segments de la piste et tracent ensuite ces longueurs en fonction de l'horloge au fur et à mesure que la bille passe à l'extrémité de chaque segment (graphique b de la figure 1.2). Les résultats de la recherche mettent en évidence que les élèves ont des difficultés à décider quelles données prendre et comment utiliser leurs mesures de façon appropriée. En plus, en remarquant que le graphique b est composé de points discrets, les chercheurs notent deux autres difficultés : 1) ces étudiants ne font pas la distinction entre la position de la bille à un instant donné et son déplacement pendant un intervalle de temps, 2) ils ne reconnaissent pas que le mouvement de la bille doit être représenté par une ligne continue, même si on n'a pas plus de données, au lieu d'une série de points séparés. Par conséquent il est possible qu'ils aient des difficultés à représenter la continuité du mouvement ; ceci est désigné comme « représentation d'un mouvement continu par une ligne continue ».

Par rapport au graphique c de la figure 1.2 les chercheurs remarquent que certains élèves qui placent correctement les valeurs de position et de temps dans un repère peuvent ne pas joindre les points dans une courbe lisse. Au lieu de cela, ils établissent des connexions point à point qui forment une suite de points. Ceci est interprété comme le fait que les étudiants semblent ignorer que les valeurs mesurées ne sont que des approximations et que la régularité observée dans un mouvement continu doit être représentée en ajustant une courbe lisse aux points de données.

Enfin, par rapport au graphique d la figure 1.2, McDermott, Rosenquist et Van Zee (1987) remarquent que les étudiants ont tendance à reproduire l'aspect spatial du mouvement. Certains étudiants semblent avoir une difficulté à accepter l'idée que le mouvement uniforme sur une piste plane peut-être représenté par un graphique qui est incliné. Ils semblent s'attendre à ce que la forme du graphique ressemble à la forme de la piste et ainsi tracer une ligne horizontale. Autrement dit, dissocier la forme d'un graphique $x(t)$ de la forme de la piste semble être particulièrement difficile chez certains étudiants. Ici se trouve la difficulté à laquelle nous nous intéressons le plus dans la mesure où elle nous amène à renforcer notre idée qu'il est nécessaire de rendre plus évidente la démarche mise en œuvre par les physiciens lors de la réalisation des graphiques liant la position et le temps ; nous désignerons cette difficulté comme « confusion entre trajectoire et graphique ». D'ailleurs, les chercheurs ont aussi constaté cette difficulté dans la direction inverse, c'est-à-dire, au lieu de proposer aux étudiants de construire un graphique pour un mouvement observé, ils leur ont demandé de produire un mouvement représenté sur un

graphique ; dans ces cas, les étudiants ont essayé souvent de disposer les pistes de façon à ce qu'elles ressemblent au graphique $x(t)$ qu'ils tentent d'interpréter. Ceci nous amène à penser qu'il est important de proposer des situations d'allers-retours, dans notre cas, des situations de réalisation des graphiques et ensuite l'interprétation et vice-versa (situations réalisation ↔ interprétation).

Selon McDermott, Rosenquist et Van Zee (1897), les difficultés que posent les graphiques aux élèves ne peuvent être simplement attribuées à une préparation inappropriée en mathématiques ; souvent, les élèves, même s'ils n'ont pas de difficulté à tracer des points et à calculer des pentes, ne peuvent pas appliquer ce qu'ils ont appris sur les graphiques de leur étude des mathématiques à la physique. Il doit donc y avoir d'autres facteurs, distincts du contexte mathématique, qui en sont responsables. L'analyse des erreurs de représentation graphique identifiées dans la recherche évoquée montre que plusieurs sont la conséquence directe de l'incapacité d'établir des liens entre une représentation graphique et le sujet qu'elle représente. Ici nous interprétons cette incapacité comme révélatrice de l'écart entre le savoir qui est enseigné et ce qui est compris par les élèves ainsi que la démarche mise en œuvre, dès l'observation du phénomène jusqu'à la réalisation du graphique. Néanmoins, dans la mesure où il est possible que l'élève relie le graphique à la situation réelle lors de son interprétation et que ceci peut l'amener à faire des erreurs, il nous semble important que l'élève soit conscient de la démarche qui a été faite afin d'obtenir la représentation graphique à laquelle il est confronté. Cette démarche concerne la méthode mise en œuvre afin de réaliser un graphique. Cela comporte : la sélection du référentiel, le recueil des données, le traitement des données et en général, la prise en compte des simplifications et choix faits lors de l'analyse du phénomène réel. Ici nous faisons l'hypothèse que si l'on aide l'élève à prendre conscience de cette démarche en lui proposant des situations à ce sujet il y aura une amélioration possible dans l'interprétation de ce type de graphiques ainsi qu'un progrès dans la compréhension des concepts fondamentaux de la cinématique classique.

Par rapport à cette difficulté « confusion entre trajectoire et graphique » plusieurs autres travaux (Leinhardt et al, (1990) ; Beichner, 1994 ; Flores, Bello et Millán, 2002) constatent que les étudiants interprètent les graphiques $x(t)$ comme étant le dessin de la trajectoire et ne comprennent finalement pas les graphiques comme un moyen de représentation de relations entre variables inhomogènes.

Flores, Bello et Millán (2002) constatent les difficultés mentionnées précédemment chez des élèves, des étudiants et des professeurs à partir de réponses à des situations-graphiques proposées dans des questionnaires. Parmi les situations-graphiques qu'ils ont proposé, quatre retiennent notre attention ; elles sont présentées par la suite.

-La première situation-graphique porte sur la représentation graphique de la distance en fonction du temps pour un objet qui tombe librement par la seule action de la gravité (fig. 1.3) ; quatre graphiques liant la distance et le temps sont à analyser.

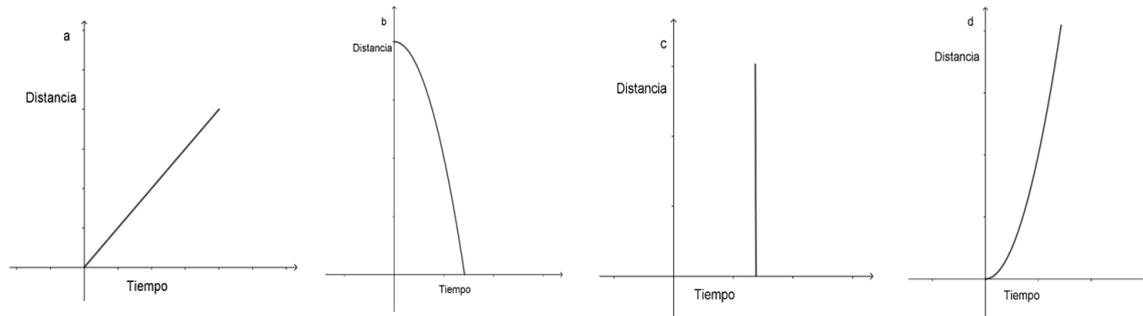


Figure 1.3 Graphiques de distance en fonction du temps pour répondre à la question : Quel graphique peut représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ? Source : Flores, Bello et Millán (2002).

Il est demandé de choisir lequel d'entre eux correspond à la chute libre. Le choix le plus fréquent correspond au graphique 4c et en deuxième place de préférence est le graphique 4b. Ces réponses montrent la tendance des participants à interpréter des graphiques liant la distance et le temps comme la trajectoire de l'objet.

Les chercheurs remarquent que le graphique 4b ressemble à la trajectoire que décrit un corps projeté horizontalement mais qui, par l'action de la gravité, s'incurve vers le bas à mesure qu'il avance ; ils soutiennent que ces réponses peuvent être dues au fait que les trajectoires sont plus proches de nos perceptions immédiates que les représentations graphiques. En s'appuyant sur Eisenberg et Dreyfus (1991) la recherche conduite par Flores, Bello et Millan, fait ressortir que l'interprétation des représentations graphiques passe forcément par la visualisation donc l'interprétation devient difficile dans la mesure où les processus cognitifs concernés sont plus complexes que les processus cognitifs liés aux processus algorithmiques, c'est-à-dire, au processus de calcul.

D'ailleurs, le fait que les graphiques b et c ont été privilégiés dans la recherche conduite par Flores, Bello et Millán (2002) nous amène à faire deux hypothèses: 1) Le déroulement du temps sur une ligne matérialisée est plutôt associé à un déroulement dans l'espace, c'est-à-dire, le déroulement du temps sur une ligne matérialisée est plutôt associé à un déplacement; 2) la variable temps pose une difficulté supplémentaire lors de l'interprétation des graphiques $x(t)$ dans la mesure où le temps ne correspond plus à quelque chose de visible dans l'expérience. Cependant nous remarquons que le résultat évoqué antérieurement, en particulier le fait de choisir le graphique b, peut-être dû à la ressemblance d'allures entre la représentation graphique $x(t)$ dans le cas de la

chute libre et la représentation graphique $y(x)$ dans le cas d'un objet lancé horizontalement (fig. 1.4).

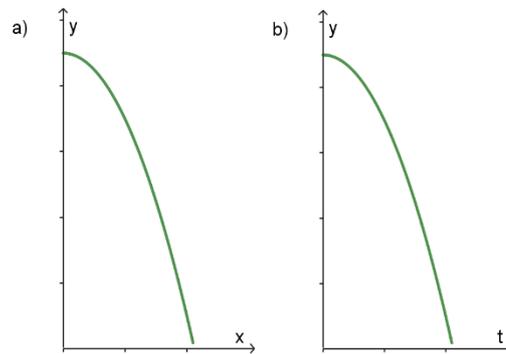


Figure 1.4 Représentations graphiques correspondantes aux a) équations correspondantes aux trajectoires, b) équations horaires.

-La deuxième situation-graphique (fig. 1.5) vise à explorer des connaissances liées au concept de vitesse.

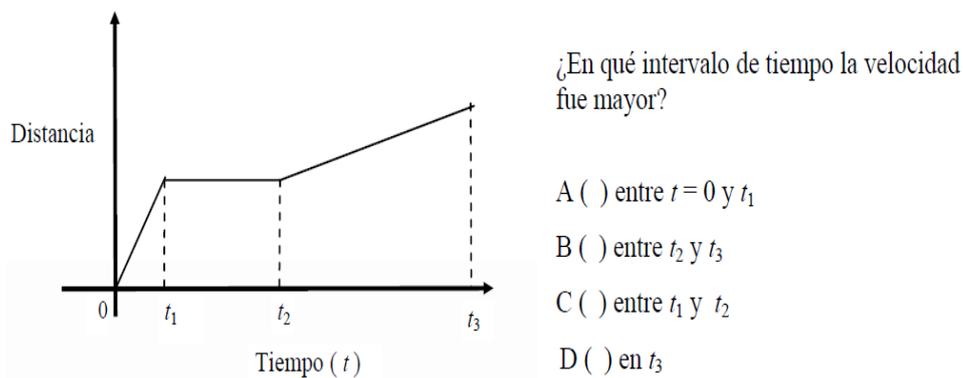


Figure 1.5 Graphique de distance en fonction du temps pour un objet qui suit un MRU. Source Flores, Bello et Millán (2002).

Le graphique représente la distance parcourue par rapport au temps t par un objet en mouvement et la question posée est : Dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été la plus élevée ? On suppose que l'objet se déplace en ligne droite et que les autres variables physiques qui pourraient influencer sur ce mouvement ne sont pas prises en compte. Pour répondre à la question il faut savoir que, les courbes étant des droites, l'objet a une vitesse constante sur chaque intervalle, correspondant à la pente de chaque droite. Ces pentes étant différentes, l'objet a des vitesses différentes dans chacun des trois intervalles donnés dans les options de réponses. Ainsi, entre $t=0$ et $t=t_1$ l'objet a la plus grande vitesse ; entre t_1 et t_2 l'objet est immobile ; entre t_2 et t_3 la vitesse est plus basse que dans le premier intervalle. Les collégiens ont surtout opté pour C (entre t_1 et t_2) ou D (en t_3). Les lycéens, les étudiants universitaires et même certains des enseignants ont surtout choisi l'option B (entre t_2 et t_3).

Les auteurs de la recherche remarquent que peut-être : a) les personnes qui choisissent l'option B (entre t_2 et t_3) associent la condition « vitesse la plus élevée » avec le segment rectiligne le plus long sur le graphique, b) les personnes qui choisissent l'option D (en t_3) associent la condition « vitesse la plus élevée » avec l'ordonnée la plus haute et, c) les personnes qui choisissent l'option C (entre t_1 et t_2) interprètent le graphique comme l'aspect spatial du mouvement en associant le segment horizontal à une partie plate du chemin, dans ces conditions l'objet peut rouler à une vitesse plus élevée par rapport aux autres parties du chemin où il y a des pentes qu'ils considèrent comme des montées.

-La troisième situation-graphique (figure 1.6) vise à explorer des connaissances liées au concept de vitesse instantanée.

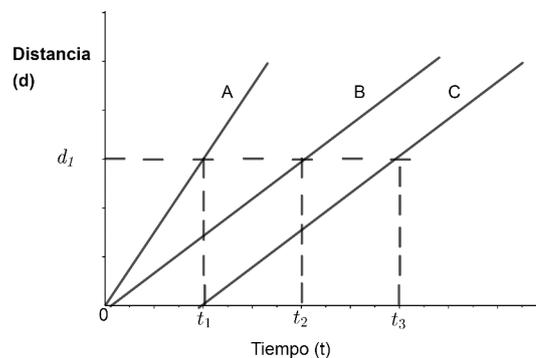


Figure 1.6 Graphique de position en fonction du temps pour trois objets qui suivent un MRU. Source : Flores, Bello et Millán (2002)

Le graphique représente la distance parcourue en fonction du temps pour trois voitures A, B, et C en mouvement. Encore une fois, on suppose que les objets se déplacent en ligne droite et que les autres variables physiques qui pourraient influencer sur ce mouvement ne sont pas prises en compte. Trois questions sont posées auxquelles il faut répondre vrai ou faux ; nous ne discuterons que de deux, à savoir : 1) La vitesse de la voiture B en t_2 est égale à celle de C au même point ? ; 2). La vitesse de la voiture A en t_1 est la même que celle de B en t_2 ?

Flores, Bello et Millán (2002) notent qu'afin de répondre à ces deux questions il faut savoir que :

a) Les courbes étant des droites les objets A, B et C ont chacun une vitesse constante, correspondant à la pente de la droite.

b) La vitesse instantanée est égal à la vitesse moyenne.

Les chercheurs précisent qu'en mettant en jeu ces connaissances à la première question : La vitesse de la voiture B en t_2 est égale à celle de C au même point ? La réponse est « vraie » même si : a) l'ordonnée pour B est plus grande que pour C dans cet instant donné, b) la droite B est au-dessus de la droite C.

Cependant la plupart des participants ont répondu « faux » ; bien évidemment cette réponse a eu différents pourcentages chez les collégiens, les lycéens, les étudiants universitaires et les enseignants.

D'après Flores, Bello et Millán (2002) les personnes qui ont répondu « faux » se sont, peut-être, appuyées sur l'ordonnée de la droite B en t_2 . Par rapport à la deuxième question : La vitesse de la voiture A en t_1 est la même que celle de B en t_2 ? la réponse est « fausse » étant donné que la pente de la droite A est plus grande que la pente de la droite B donc la vitesse de A est plus grande que la vitesse de B. Les auteurs de la recherche remarquent que la plupart des participants ont répondu correctement mais qu'un pourcentage non négligeable a répondu « vrai » en s'appuyant possiblement sur le fait que les hauteurs sont égales. Par la suite, nous verrons la dernière situation-graphique à laquelle nous nous sommes intéressés, laquelle met en jeu la comparaison de deux graphiques.

-La quatrième situation-graphique (figure 1.7) vise à explorer des connaissances liées au concept de vitesse moyenne à partir de la comparaison de deux graphiques avec des grandeurs différentes.

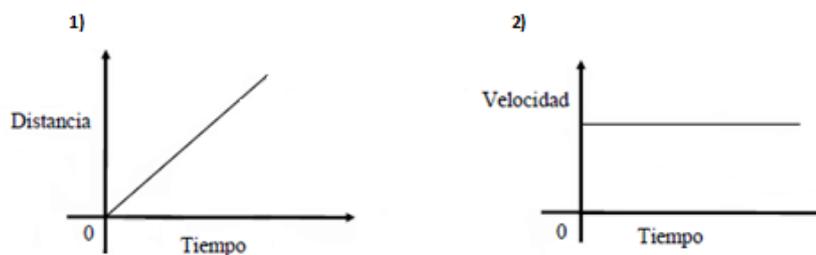


Figure 1.7 Représentations graphiques qui peuvent correspondre au même type de mouvement. 1) Graphique de distance en fonction du temps, b) Graphique de vitesse en fonction du temps. Source : Flores, Bello et Millán (2002)

Cette situation-graphique comporte deux graphiques : le graphique 1 liant la distance parcourue par un objet en mouvement en fonction du temps et le graphique 2 liant la vitesse et le temps. Au regard de ces deux graphiques il est demandé de répondre « oui » ou « non » à la question : Les graphiques 1 et 2 pourraient-ils correspondre au même type de mouvement ?

Comme nous l'avons déjà dit, dans une représentation graphique liant la distance et le temps, comme c'est le cas du graphique 1, la courbe étant une droite, l'objet a une vitesse constante sur tout l'intervalle donc il peut s'agir, par exemple, d'un mouvement rectiligne uniforme. Le graphique 2, liant la vitesse et le temps, montre que la vitesse sur tout l'intervalle est constante (uniforme), c'est-à-dire qu'il s'agit d'un mouvement de vitesse uniforme en conséquence les graphiques 1 et 2 correspondent possiblement au même type de mouvement. Autrement dit, il s'agit dans les deux cas d'un même type de mouvement même si les grandeurs placées sur les axes

des ordonnées sont différentes et si les axes ne sont pas gradués. Les résultats de la recherche montrent que la répartition des réponses entre le « oui » et le « non » a été équilibrée ; les auteurs de l'investigation supposent que ce résultat peut être dû à ce que les participants ont interprété le graphique comme la trajectoire des objets en négligeant que les grandeurs placées sont différentes. En général, au regard des réponses à toutes les situations proposées Flores, Bello et Millán (2002) concluent qu'il y a une fragilité dans le concept de vitesse lorsque les participants sont confrontés à cette sorte de représentations graphiques ; néanmoins les chercheurs n'approfondissent pas les raisons ou l'origine d'une telle fragilité.

Par ailleurs, Planinic et al, (2012), dans leur recherche proposent, de façon simultanée, deux situations-graphiques qui portent sur le concept de pente. La situation-graphique P1 (à gauche) comporte une consigne dans un contexte cinématique et le graphique de distance en fonction du temps $s(t)$. La situation-graphique M1 (à droite) comporte une consigne mathématique qui n'est pas liée à un contexte particulier (fig. 1.8) et un graphique $y(x)$.

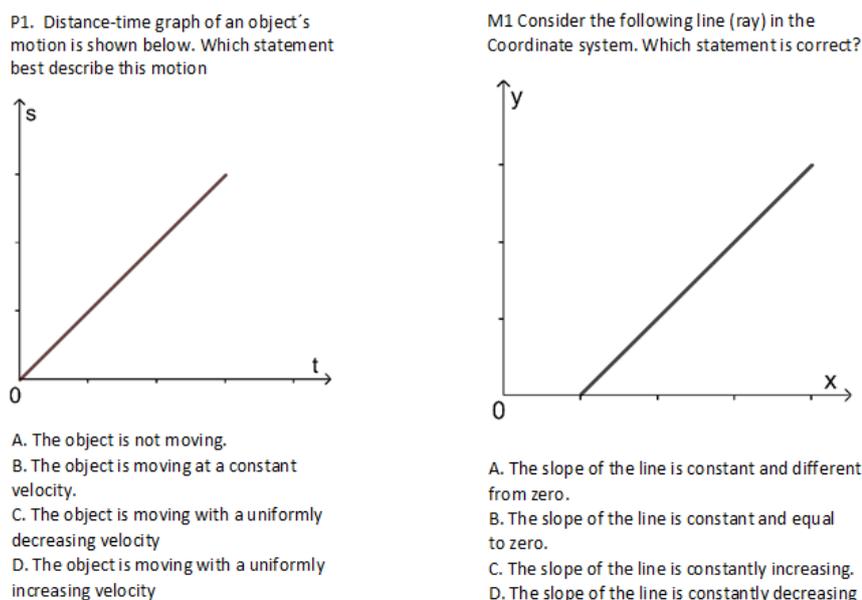


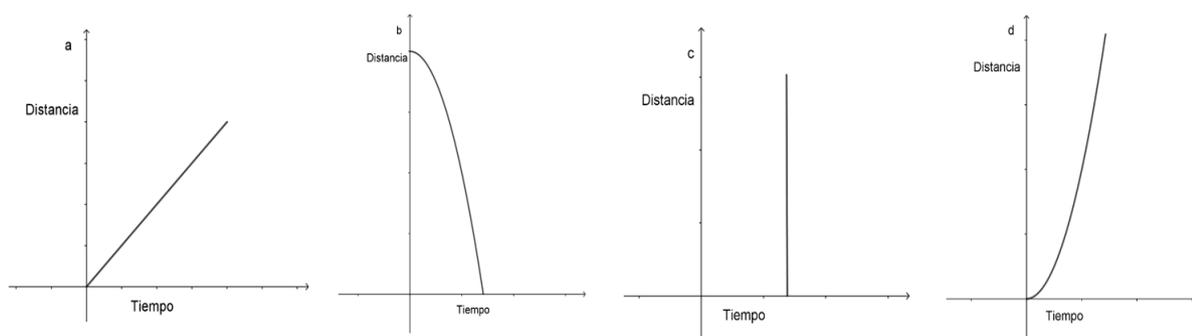
Figure 1.8 Deux situations graphiques avec de différents contextes. Source : Planinic et al (2012)

Pour répondre à la question proposée dans la situation graphique P1 : quelle affirmation décrit le mieux ce mouvement ? Il faut savoir que la courbe étant une droite l'objet a une vitesse constante, correspondant à la pente de la droite ; en conséquence la réponse correcte est l'option B. Pour répondre à la question proposée dans la situation graphique M1 : quelle affirmation est correcte ? Il faut savoir que la courbe étant une droite la pente est toujours la même, en conséquence la réponse correcte est l'option A. Bien que les élèves peinent à donner la réponse correcte dans les deux cas, la performance est plus basse lorsque la situation-graphique comporte un contexte physique, c'est-à-dire, il y a eu moins de réussite à la question P1. Les chercheurs remarquent que

cette tendance a été constatée dans d'autres situations-graphiques ; par exemple lorsque la pente est négative ou les concepts de vitesse et accélération sont concernés la performance baisse. D'après les auteurs, les contextes physiques ajoutent des difficultés à l'interprétation des représentations graphiques ce qui est dû, selon notre interprétation, à l'écart entre la représentation graphique $x(t)$ et le phénomène concerné que nous venons de discuter précédemment.

Par ailleurs, d'autres recherches se focalisent sur la démarche de construction des graphiques de mouvement menée par des élèves, tel est le cas de DiSessa et al., (1991) qui mettent en lumière des capacités spontanées des étudiants à réaliser des graphiques $v(t)$ tandis que d'autres recherches présentent des obstacles dans le concept de fonction dont le source est liée à la grandeur temps (Janvier, 1998) et d'autres mettent en valeur la construction des graphiques en différents domaines de la connaissance (Bell et Janvier, 1981).

Dans le cadre de notre mémoire de master (Delgado, 2015) en Colombie nous avons repris quelques-unes des situation-graphiques évoquées précédemment en retrouvant à peu près les mêmes résultats signalés dans la recherche conduite par Flores, Bello et Millán et la recherche conduite par McDermott, Rosenquist et Van Zee. Afin de montrer la similitude entre nos résultats et ceux des recherches citées antérieurement nous ne présentons que les résultats obtenus à l'une des cinq situations-graphiques proposées à 90 élèves de première ; il s'agit de la réponse à la première situation-graphique du travail de Flores, Bello et Millán, correspondant à la figure 1.3, que nous rappelons ci-dessous.



Lorsque que nous avons proposé aux élèves de choisir parmi les quatre graphiques, lequel des graphiques représente la distance en fonction du temps pour un objet qui tombe librement par la seule action de la gravité et d'enrichir leurs réponses avec un dessin ou un schéma nous avons trouvé les résultats suivants :

Graphique(s)	a	b	c	d	b et d
Nombre d'élèves	3	35	45	6	1

Après une analyse des justifications données par les élèves, nous avons constaté que les 45 élèves qui ont choisi le graphique c (réponse incorrecte) s'appuient sur leurs observations et leurs expériences en associant le graphique avec la forme spatiale du mouvement d'un objet dont la vitesse initiale est nulle. Les 35 élèves qui ont choisi le graphique b (réponse correcte) font aussi une association entre le graphique et la trajectoire d'un objet qui tombe librement seulement par l'action de la gravité néanmoins certains élèves rajoutent que l'objet a été lancé avec une vitesse horizontale non nulle ou que la gravité fait courber la trajectoire pendant la chute ; voici ci-dessous (figure 1.9) l'une de réponses ayant choisi le graphique b.

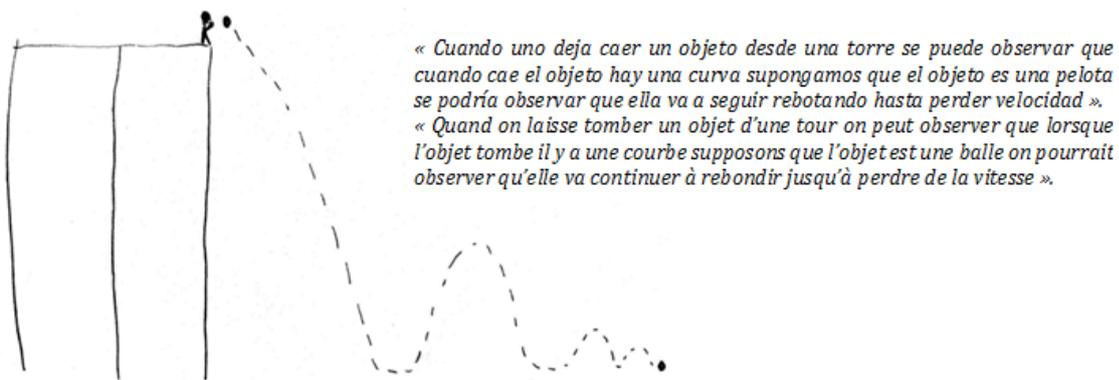


Figure 1.9 Réponse d'un élève à la quatrième situation-graphique du travail de Flores, Bello et Millán (2002)

La justification donnée ainsi que le dessin nous ont permis de constater que dans cette situation-graphique le graphique est interprété, par la plupart des élèves, comme la trajectoire de l'objet. Les résultats obtenus dans ce travail de master ont motivé, en grande partie, la conduite de notre actuelle recherche en visant à concevoir une possible stratégie d'amélioration lors de l'interprétation des graphiques $x(t)$.

Au sujet des raisons pour lesquelles les élèves éprouvent de la difficulté lorsqu'ils sont confrontés aux situations-graphiques citées précédemment, en particulier de la situation-graphique concernant la figure 1.1, McDermott, Rosenquist et Van Zee (1987) soulignent qu'il est difficile d'attribuer une cause unique à cette erreur puisqu'il a été observé que les élèves confondent les concepts physiques de vitesse et de position relative au niveau conceptuel dans d'autres tâches qui ne comportent pas de graphiques tandis que Duval (1988) explique:

« La formulation de la question oriente vers une démarche de pointage². Si la question avait été formulée de façon à centrer l'attention sur la prise en compte d'intervalles et non sur la position de deux points pour $t=2$, la proposition de ce type d'erreur pourrait diminuer : durant les deux premières secondes, est-ce la vitesse de l'objet A qui a le plus augmenté, ou celle de l'objet B ?

Mais là n'est pas la raison profonde de ce type d'erreur. Si l'on revient à l'analyse des variables visuelles³, on remarque que la hauteur d'un point par rapport à l'axe vertical n'est pas une valeur figurale pertinente : la hauteur résulte des valeurs prises par deux variables visuelles différentes, à savoir l'angle du tracé et la position du tracé. Et sur le graphique 1, la comparaison des angles des tracés A et B ne pouvait être faite qu'en neutralisant les valeurs différentes de position. Ce qui révèle cette erreur type n'est pas d'abord la difficulté du concept de pente, mais l'absence de discrimination des variables visuelles pertinentes dans le registre même des représentations graphiques. »

Duval (1998) dans son travail sur "graphiques et équations" souligne que :

« L'interprétation des graphiques va plus loin qu'une lecture mettant en jeu l'association point-coordonnées, elle demande l'interprétation des grandeurs hétérogènes⁴ ».

« ...Lorsque le graphique représente des grandeurs hétérogènes, la démarche d'interprétation globale se double d'une interprétation des grandeurs en présence. La présentation d'un phénomène physique, économique ou biologique donne peut-être un intérêt plus grand pour les graphiques, mais cette présentation ne facilite pas l'appréhension du fonctionnement sémiotique d'un registre, elle la présuppose ».

Plus tard, dans le chapitre 2, nous précisons des aspects concernant à ces trois dernières explications en présentant le travail de Raymond Duval sur les registres de représentation sémiotique qui est l'un des cadres théoriques de notre recherche.

Jusqu'à là nous nous apercevons qu'il existe une variété de difficultés concernant la réalisation et l'interprétation des graphiques liant la position et le temps dans le cadre de la cinématique classique. Prenant en compte que ces difficultés sont variées et mises en évidence dans de différents contextes culturels (La Colombie, Le Mexique, Les États-Unis, La Grèce) et qu'il existe

² Association point-coordonnées.

³ Pour le cas où le trait tracé est une droite les trois variables visuelles particulières sont : Le sens d'inclinaison du tracé, les angles du tracé avec les axes et la position du tracé par rapport à l'origine de l'axe vertical.

⁴ Pour Duval les grandeurs de différentes natures sont désignées comme grandeurs hétérogènes. Nous allons donc utiliser par la suite les phrases grandeurs de différentes nature et grandeurs hétérogènes comme des synonymes.

différentes raisons pour lesquelles ces difficultés sont présentes chez les élèves, cette étude nous permet donc d'apprécier la complexité du sujet de cette thèse.

2. L'étude des stratégies qui mettent en jeu l'usage des TICE comme stratégie possible pour dépasser des difficultés dans l'interprétation des graphiques $x(t)$

Plusieurs études sur l'implémentation des TICE dans le milieu éducatif mettent en avant l'intérêt des TICE pour travailler la lecture de graphiques (Bednárová, Válek et Sládek, 2012 ; Dagher, 1992), ou encore pour proposer des simulations informatiques, supposées plus « efficaces » dans certains cas que les méthodes dites « traditionnelles » (Smetana, Bell, 2012 ; Jimoyiannis et Komis 2001). Pour l'enseignement de la physique et à l'application de ces ressources dans la salle de cours Teodoro et Neves (2011) ont développé des logiciels ; ces chercheurs suggèrent que ces applications contribuent à la compréhension de concepts fondamentaux de la cinématique et l'interprétation de graphiques. Parmi quelques-unes des technologies présentes en cours, en particulier pendant les travaux pratiques, les élèves ont accès à des micro-ordinateurs avec des dispositifs de tracé des graphiques en temps réel (Beaufils et Richoux, 2003).

Les études concernées amènent donc à penser que l'utilisation de la technologie peut contribuer à l'amélioration de l'interprétation de graphiques ; nous faisons donc l'hypothèse qu'une certaine utilisation des TICE peut aider à surmonter les difficultés précédentes. Dans la mesure où il existe un logiciel de géométrie dynamique, le logiciel « GéoGébra » qui est connu par les élèves dans leur cours de mathématiques, qui permet d'accéder à divers registres de représentation et en plus d'être d'utilisation libre (gratuit) nous avons décidé de l'utiliser en développant un scénario d'enseignement qui repose sur ce logiciel.

2.1 Utilisation de GéoGébra dans des recherches en didactique de la physique et des mathématiques

Parmi les recherches en didactique de la physique nous trouvons des travaux qui mobilisent le logiciel GéoGébra et qui nous permettent de voir des possibles utilisations de ce logiciel dans le cadre de la dynamique et la cinématique. Par exemple, Klllogjeri et Klllogjeri (2010), utilisent GéoGébra pour résoudre un problème de la physique dont le but est de trouver le centre de masse d'un objet ; ce travail fait porter l'attention des élèves sur la construction géométrique d'une figure et son étude à l'aide des outils propres du logiciel qui servent à la modifier ; on constate donc que le registre de représentation sémiotique des figures géométriques est privilégié. Di Fabio (2018)

mobilise GéoGébra pour l'apprentissage et l'enseignement de la notion d'accélération et de ses caractéristiques dans le cas de la chute libre ; ici, le logiciel est utilisé pour la construction de vecteurs vitesse ; l'élève est amené à les observer, à les déplacer et à les comparer, nous remarquons donc que la représentation vectorielle de la vitesse est le cœur de la proposition didactique. Moutet (2016) utilise GéoGébra pour l'enseignement des concepts physiques associés à la relativité restreinte au lycée, dans ce travail, la fonction « curseur » du logiciel est utilisé pour faire varier les conditions expérimentales en changeant la vitesse de l'un des deux observateurs concernés dans une situation relativiste ; on remarque que dans ce travail les diagrammes d'espace-temps sont privilégiés. En prenant en compte que ce logiciel n'est pas utilisé pour l'apprentissage du concept physique de vitesse ni pour l'étude la représentation graphique de l'évolution temporelle de la position où l'objet suit un MRU (au moins dans la littérature consultée à ce stade de la thèse), nous considérons que notre recherche vient ainsi compléter un champ en exploration et vise à développer l'utilisation du logiciel de géométrie dynamique GéoGébra pour contribuer au dépassement de certaines des difficultés mentionnées ci-dessus.

Dans le cadre de la recherche en didactique des mathématiques nous trouvons, par exemple, le travail mené par Vandebrouck et Cazes (2014) visant l'introduction de la fonction inverse, ses propriétés globales et asymptotiques à partir de l'étude des situations réelles que l'élève doit modéliser et simuler avec GéoGébra. Dans cette étude, les élèves doivent résoudre des problèmes où un prédateur ou chasseur pourchasse une proie. Une fois fixées les caractéristiques des mouvements de chacun des acteurs (trajectoires, vitesses, positions de départ) les questions posées sont : y a-t-il capture ou non ? Si oui, en combien de temps ?

Dans le cas qui nous intéresse plus particulièrement, deux grandeurs sont fixées *a priori* : la position de départ du poursuivant « C » est 0m et du poursuivi « B » de 20m et la vitesse du poursuivi (2m/s) ; sous ces conditions la situation proposée est la suivante : « étant donnée une vitesse du poursuivant fixée peut-il rattraper le poursuivi et dans ce cas, quelle est la durée de la poursuite ? Les deux mouvements sont considérés rectilignes et à vitesse constante.

La résolution se fait d'abord à la main (papier/crayon) d'une façon algébrique à l'aide de la relation mathématique $vt=20+2t$, ensuite la résolution se fait à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique (GéoGébra) avec lequel les élèves sont déjà familiers (figure 1.10).

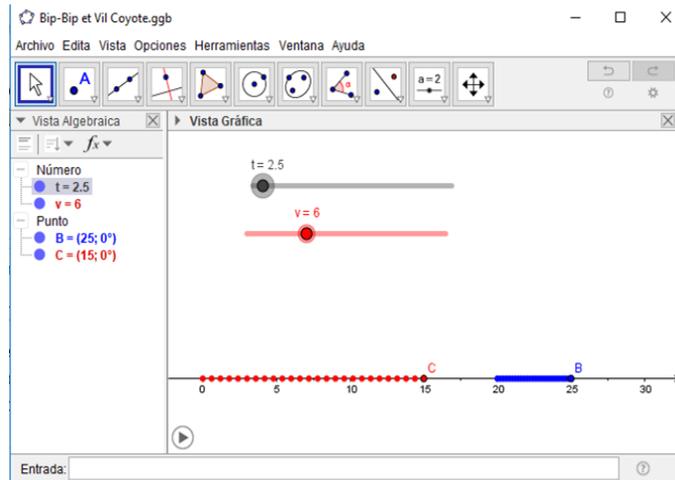


Figure 1.10 Simulation de poursuite sur GéoGébra. Source Vandebrouck et Cazes (2014)

Afin de résoudre le problème avec la simulation sur GéoGébra, les élèves doivent :

1) Mettre en œuvre une fonction linéaire $t \rightarrow vt$ et une fonction affine $t \rightarrow 20 + 2t$ lors de la programmation de la poursuite. Notons que ces fonctions proviennent de la mise en application de la relation physique $d = d_0 + vt$ pour chacun des acteurs de la poursuite.

L'étude révèle que les élèves ont beaucoup de difficultés à utiliser cette formule physique $d = d_0 + vt$. À ce propos, les chercheurs remarquent que pour les élèves, les disciplines sont très cloisonnées et qu'à ce stade (début de la seconde), ils ne sont pas très sensibles à la proximité entre la physique et les mathématiques.

2) Créer un curseur t de temps ; ils sont libres du choix de fixer la vitesse du poursuivant ou de créer un curseur v .

L'étude montre que bien que les élèves soient accoutumés à l'utilisation de l'outil curseur, lors de la résolution de cette situation certains élèves introduisent deux curseurs de temps, un pour chacun des deux acteurs. La recherche n'approfondit pas la raison pour laquelle les étudiants introduisent deux variables de temps au lieu d'une seule mais suggère la nécessité d'une exploration du rapport des élèves avec la notion de temps. D'autre part, les chercheurs soulignent que les élèves éprouvent différentes difficultés pour introduire la variable temps dans une résolution papier/crayon. L'introduction des deux curseurs nous amène à penser que les élèves ne s'aperçoivent pas que l'écoulement du temps est le même pour chacun des deux protagonistes de la poursuite, autrement dit, ils pourraient penser à des écoulements du temps indépendants en oubliant le caractère absolu de la grandeur temps puisque qu'il s'agit d'une situation non relativiste. Ce résultat suscite notre curiosité et nous incite à cibler le temps lors de la conception de notre scénario d'enseignement. D'ailleurs, ce résultat nous amène aussi à faire une étude de cette grandeur à trois niveaux : didactique, psycho-cognitive et disciplinaire. Les dimensions

didactiques et cognitives seront présentées plus bas et la dimension disciplinaire sera présentée dans la partie historico-épistémologique.

Cette étude conduite par Vandebrouck et Cazes (2014) nous montre que GéoGébra permet de réaliser des simulations ce qui élargit nos connaissances sur les possibilités de ce logiciel et nous permette d'envisager son utilisation comme un possible outil à mettre en jeu dans notre recherche. Néanmoins, vis-à-vis des difficultés liées aux procédures algébriques (nécessaires pour programmer une simulation) qui ont été révélées, nous essayerons de les isoler en mettant à disposition des élèves une simulation et ainsi écarter leur possible influence sur notre recherche. D'ailleurs, ces difficultés nous semblent être issues de l'écart qui à notre sens existe entre le monde réel et le monde des représentations algébriques.

Nous cherchons donc à concevoir et à évaluer un scénario d'enseignement utilisant la géométrie dynamique comme possible stratégie pour surmonter les difficultés d'interprétation des graphiques liant la position et le temps ; en particulier, notre travail se concentrera sur l'étude de la variable temps comme source possible de difficultés chez les élèves. Dans la mesure où nous allons utiliser GéoGébra pour simuler un mouvement, nous sommes alors amenés à apprécier des aspects liés à la dimension ergonomique du logiciel en contribuant ainsi à compléter ce champ en exploration, celui de l'utilisation de GéoGébra tel que simulateur dans le cadre de la cinématique classique.

3. La grandeur temps au niveau didactique

La grandeur temps a déjà été la cible de certains travaux ; par exemple, dans le cadre de la recherche en physique, Soto et al. (2012), en émettant l'hypothèse que les expériences réalisées avec la technologie (capteurs de mouvement par exemple) masquent le rôle du temps lors de la description du mouvement et freine l'habileté des étudiants pour réaliser des graphiques, proposent une activité qui vise à faire porter l'attention sur cette grandeur et cette capacité. Dans leur travail intitulé « El rol del tiempo en un proceso de modelación utilizando videos de experimentos físicos⁵ » les chercheurs suggèrent aux étudiants de première année de l'université d'expliquer quel est le phénomène physique concerné à partir d'un tableau de données. Les étudiants commencent leur participation à la recherche avec la familiarisation d'un logiciel qui permet de regarder la vidéo du lancement d'un projectile qui suit une trajectoire parabolique mais qui ne rend pas le temps explicite ; le logiciel permet de capturer les données (coordonnées

⁵ Le rôle du temps dans un processus de modélisation à l'aide de vidéos d'expériences physiques ».

spatiales et le temps) en cliquant plusieurs fois sur la vidéo ; les étudiants comprennent donc le principe du fonctionnement du logiciel et la manière de capturer, d'enregistrer et d'exporter les données. Ensuite les étudiants sont invités à analyser un tableau de valeurs⁶ composé de trois colonnes dont les colonnes sont marquées avec des chiffres (figure 1.11) ; les étudiants ne savent donc quelles sont les grandeurs placées dans chaque colonne, d'ailleurs la coordonnée temporelle n'est pas donnée dans les unités de temps habituelles sinon en nombre de photos par seconde.

Columna 1	Columna 2	Columna 3
3	215,513	369,7725
4	234,904	349,066
5	254,295	331,6425
6	273,686	317,502
7	293,077	306,6445
8	312,468	299,07
9	331,859	294,7765
10	351,25	293,77
11	370,641	296,0445
12	390,032	301,602
13	409,423	310,4425
14	428,814	322,586
15	448,205	337,9725
16	467,596	356,862
17	486,987	378,6345
18	506,378	403,99

Figure 1.11 Données fournies aux étudiants après visionnage de la vidéo. Source : Soto et al., (2012).

La consigne de la tâche est : à l'aide des données fournies dans le tableau, effectuez une étude d'une manière qui nous permette de comprendre le phénomène physique qui se produit. L'objectif principal est d'analyser comment la variable temporelle est identifiée et utilisée par les élèves pour comprendre le phénomène physique observé ; il était attendu que les étudiants expliquent qu'il s'agit de la chute libre et qu'ils explicitent la composition cinématique d'un mouvement rectiligne (MRU) dans la direction de V_0 et d'un mouvement rectiligne uniformément varié (MRUV) dans la direction de la force.

La recherche révèle que lors de la solution de la tâche les étudiants commençaient par construire des graphiques (trois graphiques étaient possibles : une parabole correspondant à la trajectoire du projectile lorsque les deux coordonnées spatiales sont prises en compte ; une parabole correspondant au MRUV et une droite correspondante au MRU). Après avoir réalisé les trois graphiques, les étudiants se mettent à chercher les relations mathématiques correspondantes aux graphiques puis ils reviennent sur le logiciel pour reprendre des données afin de mieux

⁶ Les données sont issues d'une autre expérimentation mais avec le même logiciel.

comprendre chaque colonne et de mettre en lien les relations algébriques et les graphiques avec le phénomène observé, là des concepts de la physique comme vitesse, accélération sont mises en lien avec les notions mathématiques de fonction, droite et parabole. Certaines des productions des élèves sont illustrées dans la figure 1.12, ci-dessous.

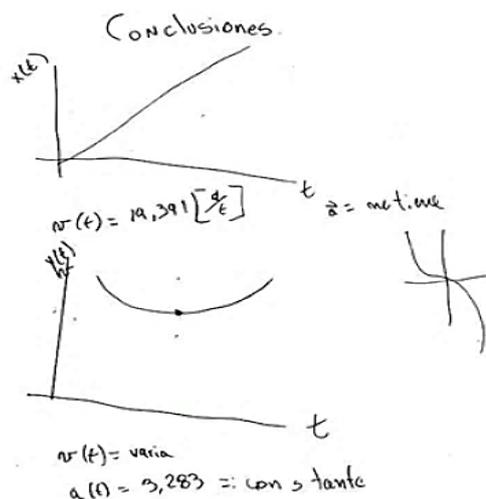


Figure 1.12 Productions graphiques des étudiants. Source : Soto et al., (2012).

La recherche montre que la nécessité de clarifier le rôle du temps découle du fait que deux des graphiques ont le temps comme coordonnée indépendante et que les données font référence à un seul objet en mouvement ; il est aussi révélé que les étudiants ont besoin de discerner quelle parabole décrit réellement le phénomène physique, ce qui conduit les étudiants à expliquer la relation entre le temps et les autres variables physiques. Les chercheurs soulignent que la notion du temps est masquée derrière des clichés ; cette observation est aussi soulignée par Mesdjian et Bartholomot (2018) lorsque les élèves analysent le mouvement de deux voitures à partir de la chronophotographie ; les chercheurs remarquent que l'étude reste difficile pour les élèves parce qu'ils peinent à concevoir que la succession des clichés correspond à une succession temporelle à écarts identiques.

L'étude de Soto et al. (2012) nous montre donc une manière de cibler le temps lors de la conception d'une activité d'enseignement, dans ce cas en privilégiant le tableau de données, et l'utilisation des TICE, ce qui est en accord à nos objectifs.

En didactique des mathématiques, la recherche conduite par Janvier (1998) porte sur les fonctions lesquelles sont considérées telles qu'elles sont souvent définies dans les manuels de mathématiques dont la relation mathématique est $y = f(x)$. Dans sa recherche, Janvier s'attaque à l'étude des difficultés rencontrées par les étudiants avancés en sciences lorsqu'ils traitent des

phénomènes impliquant le temps ; concrètement, la recherche révèle des difficultés lors du tracé d'un graphique représentant une relation entre le temps et la vitesse. Dans l'expérimentation, les participants ont à leur disposition une feuille où deux axes orthogonaux non marqués sont affichés ; la tâche demande de tracer sur le système d'axes comment le temps pris par un avion volant de Montréal à Paris varie en fonction de sa vitesse. La figure 1.13, ci-dessous, montre les productions des étudiants.

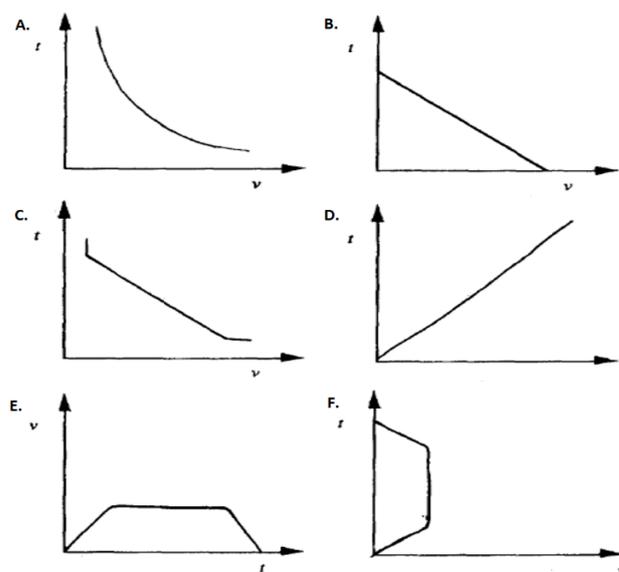


Figure 1.13 Résultats de la tâche « voyage Montréal-Paris ». Source : Janvier (1998).

L'auteur de la recherche analyse chacun des graphiques réalisés par les étudiants comme suit :

–Le graphique A (représentation graphique attendue) révèle que les étudiants se rendent compte qu'entre le temps et la vitesse il y a une relation proportionnelle inverse et que la ligne à tracer doit être courbe.

–Le graphique B (considéré comme une réponse typique "pas totalement incorrecte") consiste en une ligne droite avec une pente négative.

–Le graphique C montre une relation linéaire inverse mais qui évite l'interception de la droite avec les axes en ajoutant de courtes lignes droites aux extrêmes de la courbe tracée ; de cette façon, ni t ni v ne peuvent être nuls pour une valeur spécifique de v et t.

–Le graphique D montre une relation d'augmentation, commençant à l'origine. Janvier fait ressortir que le mot "Paris" est parfois écrit à la fin de la ligne suggérant des intentions de produire une sorte de graphique de voyage.

-Le graphique E, désigné par l'auteur de la recherche comme la réponse « chronicle directe⁷ », montre une autre relation, à savoir comment la vitesse de l'avion change par rapport au temps pendant le vol : au début, la vitesse augmente pendant un court moment que l'avion décolle ; par la suite, il reste à peu près le même au-dessus de l'océan, et finalement, il diminue pour l'atterrissage. Le chercheur remarque que pour une telle réponse, les étiquettes d'axes sont interchangées : le temps apparaît comme l'axe de l'abscisse.

-Le graphique F, qui ressemble au graphique E, est nommé par le chercheur comme une réponse « chronicle symétrique », ce graphique révèle que ces étudiants sont inspirés de la même façon que les étudiants qui produisent le graphique E mais ils respectent l'ordre des axes mais le graphique réalisé n'est même pas une fonction.

D'après Janvier, les étudiants qui réalisent les graphiques E et F sont attirés par un cadre d'interprétation « chronicle » de la tâche ; ce cadre est défini par le chercheur comme suit :

« A chronicle is a frame of interpretation or solution of a graph, that proves confusing to students or workers when they interpret, draw, or deal with a temporal emphasis ».

« the chronicle (either direct or symmetrical) is the general framework they use to describe variables changing with time, so much so that problem statements are transformed to fit this framework of interpretation even though the axes must be interchanged ».

Ce cadre d'interprétation est considéré par le chercheur comme une difficulté lors de la réalisation et/ou interprétation des graphiques en particulier lorsque le phénomène de base implique un changement ; d'ailleurs Janvier considère que cette difficulté est de nature épistémologique et qu'elle est constatée en différentes disciplines :

« a chronicle is an epistemological obstacle that transforms the reading or the drawing of changes on the basis of powerful knowledge already mastered. Le rôle pernicieux des chroniques est omniprésent non seulement en mathématiques, mais aussi en sciences et en sciences sociales ».

D'autre part, la recherche souligne qu'il y a une tendance à décrire les relations entre variables par de droites et que les relations « non chronicles » sont beaucoup plus difficiles à visualiser et à utiliser que les relations chronicles. Il est donc suggéré la nécessité d'une bonne introduction dans les écoles à la notion de « chronicle » dans l'enseignement de l'interprétation et de la modélisation des graphiques et d'apporter un soin particulier au développement des compétences des élèves

⁷ Les frais de taxi qui changent avec la distance et le temps, ou la température de l'eau chauffée dans un fondoir, sont d'autres exemples de chronicle.

dans le traitement des relations « non chronicles » ce qui va à l'encontre de la tendance naturelle à décrire les changements principalement par le biais d'un cadre de « chronicle ».

Ce travail nous a permis d'apprendre qu'il existe un cadre d'interprétation lorsque les élèves sont confrontés à des situations dont le phénomène de base implique une situation de changement. À la lumière du travail de Janvier, nous pouvons affirmer que les graphiques $x(t)$ auxquels nous nous intéressons sont des relations « chronicles », qui, en principe, sont plus faciles à comprendre que les relations « non chronicles ».

4. La notion du temps au niveau psycho-cognitif : Le développement de la notion du temps chez l'enfant.

La notion de temps n'est pas seulement un objet d'étude de la physique, il est aussi examiné dans d'autres domaines comme celui de la psychologie cognitive qui s'intéresse, parmi d'autres sujets, à comment le temps est construit par les enfants au cours de leur développement (Bovet et al., 1967).

Des recherches comme celle de Tartas (2010) retracent les principales étapes⁸ développementales et les principaux processus à l'œuvre dans les différentes constructions temporelles durant l'enfance; cependant nous ne porterons notre attention, très légèrement, que sur la construction relative au temps physique⁹ qui prend appui sur les travaux de Piaget (Piaget, 1942 ; Piaget, 2013); cette approche nous intéresse dans la mesure elle nous permet d'apprécier d'autres difficultés rencontrées par les enfants avec la notion de temps.

Selon Tartas (ibid., p. 22), Piaget utilise des situations cinématiques, dans lesquelles on demande à l'enfant d'effectuer un jugement sur la comparaison des durées ou d'ordres perçues. Par exemple dans l'expérience des automates, on place deux automates A et B l'un à côté de l'autre de manière à ce qu'ils puissent avancer dans le même sens et dans la même direction ; les deux automates démarrent et s'arrêtent en même temps mais ne marchent pas à la même vitesse, ils ne s'arrêtent donc pas au même endroit. Lorsqu'on demande aux enfants¹⁰ si l'un des deux a marché plus longtemps, ils répondent que l'automate A a marché plus longtemps que l'automate B en justifiant cette réponse par des phrases du type il a marché plus loin, donc il a marché plus longtemps. Vis-à-vis de ces réponses, Piaget a mis en évidence des troubles avec la variable temps, cette difficulté a pour conséquence que les enfants peinent à concevoir de manière correcte les grandeurs vitesse, distance et temps et qu'ils privilégient des raisonnements où la causalité est

⁸ I: stade sensori-moteur (jusqu'à 2 ans), stade II: stade pré-opératoire (entre 2 et 7 ans), stade III: stade des opérations concrètes (entre 7 et 11 ans), stade IV: stade des opérations formelles.

⁹ Le temps en tant qu'absolu et continu.

¹⁰ (9-11 ans)

mise en œuvre selon une logique de correspondance « plus donne plus », dans ce cas « plus loin, plus vite ».

Tartas souligne que Piaget a mis en évidence, deux grandes périodes dans la construction du temps physique : la période préopératoire et la période opératoire. Durant la période préopératoire, l'enfant se centre sur l'un des aspects de la situation, soit sur l'ordre soit sur la durée, mais ne prend pas en compte les deux à la fois ; dans l'expérience des automates, par exemple, l'enfant ne peut pas différencier la durée de l'espace parcouru : celui qui parcourt le plus d'espace a mis le plus de temps. Dans la période opératoire l'enfant construit un temps unique grâce à la coordination de la durée et de l'ordre de succession ; c'est à partir du moment où l'enfant a construit des opérations cognitives telles que la coordination de deux ou plusieurs séries d'événements, la continuité et l'homogénéité du temps qu'il pourra avoir recours aux horloges par exemple, qu'il pourra comprendre qu'un aîné reste un aîné et que les différences d'âge se conservent.

Matthews (2000) mentionne que le travail de Piaget sur le développement de la notion de temps chez l'enfant a été suscité par un certain nombre de questions suggérées par Albert Einstein. Piaget, lui-même, a résumé ses conclusions comme suit :

« Un autre exemple de cette embryologie de l'esprit est fourni par le développement du concept de temps. En effet, Einstein a un jour suggéré que nous devrions essayer de déterminer si, dans le développement de l'intelligence, l'intuition du temps précède celle de la vitesse, ou l'inverse. Pour résoudre un tel problème, on peut présenter aux enfants des mouvements synchrones, en tout ou en partie (figures en mouvement, liquides en mouvement, etc.), à des vitesses égales ou inégales, et leur demander de déterminer les ordres de succession temporelle, ou de comparer les durées. Lorsque les chemins sont parallèles et que les objets en mouvement partent ensemble de points voisins à des vitesses égales, il semble à première vue que la notion de temps ne présente aucune difficulté, car tous les jugements temporels ont mangé alors des jugements vraiment spatiaux déguisé : l'ordre des événements est confondu avec celui des points sur la trajectoire, la durée avec l'espace traversé, etc. En s'appuyant sur des multiples recherches menées pendant plusieurs années une autre conclusion est valide et incontestable jusqu'à maintenant : Les enfants ne comprennent pas le concept de temps avant de comprendre le concept de vitesse ; en fait, c'est l'inverse qui se produit, la vitesse étant maîtrisée bien avant le temps (Siegler et Richards, 1979, p. 297 cité par Matthews, M. (2000) ».

II. Une analyse historico-épistémologique concernant des graphiques liant la position et le temps $x(t)$ pour un mouvement rectiligne uniforme

1. Le temps physique

Prenant en compte que dans la description du mouvement les notions de temps et d'espace sont concernées nous allons les examiner succinctement depuis une approche historico-épistémologique. Nous ne présenterons que ces notions dans le cadre de la mécanique classique en laissant de côté les très intéressantes idées du temps et de l'espace impliquées dans la mécanique relativiste.

Dans le cadre de la mécanique classique nous remarquons que le temps a un caractère absolu puisqu'il est toujours le cadre immuable dans lequel se déroulent les phénomènes physiques, d'ailleurs, en mécanique classique on affirme que le temps s'écoule de la même manière pour tous les observateurs, quel que soit leur état de mouvement. Néanmoins il faut souligner que la dimension temporelle est de nature différente des dimensions spatiales puisqu'un objet peut explorer n'importe quelle direction mais, son évolution se fait toujours dans un seul sens. Cette propriété du temps, de s'écouler dans un seul sens, est imposé par l'observation qui nous force à constater que la succession des événements et des phénomènes est irréversible : la cause précède toujours l'effet (Semay et Silvestre-Brac, 2016).

Dans différentes spécialités de la physique il y a des raisons profondes pour accepter que le temps s'écoule dans un seul sens, par exemple, dans le cadre de la relativité restreinte certaines régions de l'espace-temps dans le futur sont inaccessibles pour un observateur en raison de l'impossibilité de dépasser la vitesse de la lumière. D'un point de vue pratique, nul n'a jamais observé de phénomène remontant le cours du temps ; Eddington affirme qu'il existe manifestement une direction privilégiée du temps, en la nommant : la flèche du temps (ibid., p. 60). En fait, d'autres champs de la physique recensent leur propre flèche du temps :

- La flèche thermodynamique : l'entropie d'un système fermé (mesure de son désordre) ne peut que rester constante ou augmenter ; connue aussi comme seconde loi de la thermodynamique, cette flèche est la plus ancienne reconnue par la physique.
- La flèche radiative : dans tous les phénomènes radiatifs, une onde apparaît toujours après son émission par une source, ce qui conduit inévitablement à l'extinction progressive de celle-ci.
- La flèche cosmologique : l'expansion de l'univers détermine manifestement une direction temporelle.

Cependant, Paty (1993) remarque que cette notion initiale du temps, élaborée par la physique, comme étant le cadre "naturel" (avec l'espace) dans lequel les phénomènes se produisent, est construit en fonction de la nécessité d'exprimer des lois du mouvement où les notions de temps instantané et différentiel sont introduites et que cette nécessité d'exprimer des lois des phénomènes a amené, deux siècles plus tard, à la physique à établir que l'espace et le temps ne sont pas le contenant ou la forme des phénomènes, sinon qu'au contraire ce sont les phénomènes physiques qui les définissent et les déterminent.

Bien que les idées essentielles sur la notion de temps, en mécanique classique, soient évoquées dans les paragraphes précédents nous allons présenter par la suite quelques idées et travaux décisifs qui ont contribué à son aboutissement.

Paty (ibid., p. 5), en faisant un parcours à travers l'histoire de la construction du concept de temps en physique, note que la construction de cette notion commence au quatorzième siècle avec les travaux des maîtres des écoles de Paris et d'Oxford au moyen-âge dans le cadre de l'étude mouvement. Il s'agit, d'un part, du travail de Merton (maîtresse d'école à Oxford) qui a fait l'hypothèse que le mouvement uniformément varié est équivalent à un mouvement uniforme dont la vitesse est la vitesse moyenne du mouvement varié¹¹ et, d'autre part, des démonstrations géométriques de la règle de Merton menées par Jean Buridan et par Nicole Oresme¹² (maîtres d'école à Paris). Ces démonstrations sont faites à l'aide des représentations géométriques où une succession des différents moments du temps est représentée par les points (abscisses) d'une ligne droite horizontale, dénommée "longitude" et la vitesse du mouvement, dans l'un de ces points (instants du temps), est représentée par une ligne droite vertical (désignée par le terme de "latitude") ; selon Oresme, la somme des latitudes était la distance parcourue; le mouvement uniforme était donc représenté par des rectangles, les mouvements uniformément variés par des triangles ou des trapèzes (figure 1.14).

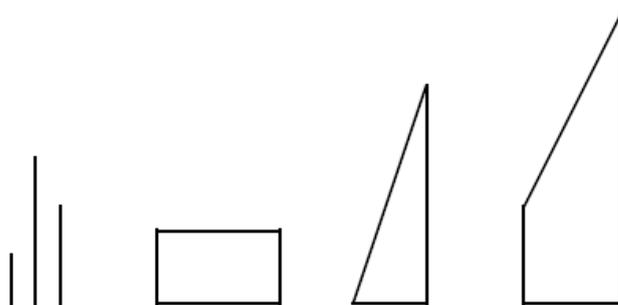


Figure 1.14 Représentation du temps (abscisses ou longitudes) et des vitesses (ordonnées ou latitudes) selon Oresme. Source : Paty (1993).

¹¹ Cette hypothèse est connue comme la règle de Merton

¹² Étant donné l'importance de son travail, nous entrerons dans les détails de son travail plus tard.

Prenant en compte qu'à l'époque la vitesse était considérée comme une qualité¹³ du mouvement, ces représentations constituaient une description de la variation d'intensité de la qualité du mouvement ; Paty considère ces représentations comme une paramétrisation géométrique du mouvement en fonction du temps, le chercheur affirme :

« Elle¹⁴ constitue un premier essai de géométrisation du temps et revient, sinon à substituer à la qualité aristotélicienne une quantité, du moins à exprimer la qualité par une quantité. Le temps est quantifié en tant qu'il est le paramètre de la variation des grandeurs et des phénomènes : mesure de la durée des choses dans leur être, il est à la fois ontologique et mathématique ».

Par ailleurs, Le Ru (2017) souligne que les paradoxes de Zénon d'Elée et la difficulté de rapporter au continu le temps dénombrable en instants attestent que la spatialisation¹⁵ du temps a commencé bien avant le dix-huitième siècle.

Ici nous prenons donc connaissance de deux pas décisifs vers la notion de temps comme nous la connaissons aujourd'hui, ceux de passer de la qualité à la quantité et de la représentation des variations de l'intensité d'une qualité par des objets géométriques¹⁶. D'ailleurs, nous réalisons que ces représentations contiennent l'idée de représenter l'écoulement du temps en analogie d'une ligne droite engendrée à partir de points, et laisse entendre que l'on peut concevoir des instants, ou "moments" du temps, bien que ce dernier soit pensé fondamentalement comme une durée en flux continu¹⁷. Nous réalisons aussi que, comme le souligne Paty, cette analogie entraîne les mêmes problèmes que la nature du point et la divisibilité de la ligne et de l'espace.

Concernant les conceptualisations du temps, Paty (ibid., p. 5) souligne qu'elles sont initialement associées aux phénomènes astronomiques dont les significations étaient étroitement liées à l'histoire des événements qui ont eu lieu liant ainsi le temps au vécu et à l'observé; cependant avec les trois lois du mouvement des planètes de Kepler en rattachant les mouvements des corps célestes à des lois générales, universelles et prévisibles ; la loi de Galilée de la chute des corps en considérant le temps à l'instar de l'espace comme également passible d'un traitement mathématique, et la trajectoire représentée, par Newton, sous la forme de l'équation différentielle le temps est devenue une entité abstraite. Paty explique :

¹³ Aristote considérait aussi la vitesse comme une qualité.

¹⁴ Elle fait référence à la représentation.

¹⁵ Chez Véronique Le Ru, spatialisation du temps veut dire qu'il est échangeable avec l'espace.

¹⁶ Sujet sur lequel nous reviendrons puis après.

¹⁷ Idée que se retrouve également chez Isaac Barrow et chez Isaac Newton.

« Le cours du temps se reconstruit ensuite à l'aide de l'équation différentielle et des conditions initiales données ou supposées, mais c'est un temps neutre, sans qualité, sans "odeur", sans accident, sans vécu circonstancié ou subjectif, que signale l'équivalence de tous les instants du temps, comme de tous les points des trajectoires. Ce caractère semble bien acquis par la mathématisation du temps, du temps pensé d'abord - par Newton - comme "mathématique", tout en étant le temps du monde physique ».

Nous nous apercevons donc que les propriétés du temps, sont issues d'un processus progressif et continu de la pensée humaine. Nous retenons que la physique oppose le temps relatif et ordinaire (celui de l'expérience humaine commune) au temps absolu, abstrait, homogène qui, par sa nature, coule uniformément, idées dans lesquelles se déroule notre travail.

2. À propos des représentations mathématiques du temps et de la vitesse au moyen-âge

Certains des travaux en histoire des mathématiques (Zoubov, 1961 ; Clagett, 1968 ; Maier (1948); Duhem (1987)) se sont intéressés à l'ouvrage de Nicole Oresme (1325-1382). Cet intérêt est motivé, entre autres aspects, pour les débats que provoquent la position de Pierre Duhem (physicien) qui voit en Oresme un précurseur de Descartes — pour la géométrie analytique, et de Galilée — pour la loi de la chute des graves.

Pour nous, l'intérêt pour son travail est motivé pour leurs représentations géométriques des grandeurs physiques qui sont, d'ailleurs, analysées par des historiens et historiennes des sciences dans le cadre des débats mentionnés plus haut.

Souffrin et Weiss, en traduisant en 1988 le « *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*¹⁸ » écrit par Oresme au cours du 14e siècle en français ancien, notent que Oresme propose dans ce traité de résoudre une grande variété de problèmes — théologiques, esthétiques, physiques, etc. - qui ne portent pas sur des objets géométriques- en utilisant des considérations géométriques. Ils affirment que tout le « *Tractatus* » vise à démontrer l'efficacité, sur le plan cognitif, de ce déplacement vers la géométrie.

Afin de présenter les explications et les représentations auxquelles nous nous intéressons le plus chez Oresme, nous passerons en revue la traduction du traité¹⁹ ; étant donné que nous trouvons d'une grande importance ses idées et ses considérations, nous présenterons souvent des citations textuelles.

¹⁸ Le traité des configurations des qualités et des mouvements.

¹⁹ Nous faisons référence à la traduction de Souffrin et Weiss.

Dans le chapitre I Oresme introduit l'idée de représenter l'intensité d'une qualité²⁰ par un segment de droite et la mesure des intensités par la mesure de ces droites d'intensités ; dans la partie I.i intitulée « de la continuité de l'intensité » nous lisons :

« On se représente toute chose mesurable, à l'exception des nombres, comme une grandeur²¹ continue. Pour la mesure d'une telle chose il faut donc se représenter des points, des droites ou des surfaces ou leurs propriétés. Car, selon le Philosophe c'est en eux que se trouve originellement la mesure ou le rapport, tandis qu'on ne les reconnaît par similitude dans les autres choses qu'en s'y référant mentalement ».

« ... Toute intensité qui peut être acquise de façon successive doit donc être représentée par une ligne droite élevée perpendiculairement en un point de l'espace ou du sujet de la chose intensive, par exemple d'une qualité. Car, quel que soit le rapport qu'on trouve entre deux intensités en comparant des intensités de même espèce, un même rapport existe entre deux droites et vice-versa... Donc la mesure des intensités peut être représentée de façon pertinente comme la mesure de droites »

« ...comme nous connaissons mieux et concevons plus facilement la grandeur ou le rapport des droites – qui plus est la droite est la forme originelle du continu-, une telle intensité doit être représentée par des droites, et au mieux par des droites élevées perpendiculairement au sujet. La considération de telles droites facilite la connaissance de n'importe quelle intensité et y conduit naturellement, ainsi qu'il apparaîtra pleinement ci-dessous au chapitre iv. Ainsi des intensités égales sont représentées par des droites égales, une intensité double par une droite double, et toujours ainsi si on continue de façon proportionnelle ».

Cruz (2007), souligne que ces idées d'Oresme sont des contributions à la révolution scientifique dans la mesure où toutes les différences d'intensité d'une qualité, comme la chaleur, peuvent être exprimées comme des différences d'une quantité en passant ainsi de la physique qualitative d'Aristote à une physique quantitative du 17e siècle. Cruz souligne qu'au moyen âge il était clair que la quantité et la qualité constituaient deux catégories différentes, à savoir: la quantité était conçue comme une entité constituée de parties homogènes auxquelles on pouvait les conférer des propriétés additives des quantités, par exemple, on peut considérer le volume comme formé par l'agrégation de volumes plus petits, tandis que pour les qualités des corps, comme la blancheur de leur surface, il n'était pas possible de leurs conférer des propriétés additives des quantités. Cruz ajoute que toutefois, à l'époque, il a été reconnu qu'il pouvait y avoir différentes intensités ou

²⁰ L'éclat du soleil, l'éclaircissement d'un milieu, la rapidité sont des exemples de qualités chez Oresme.

²¹ Souffrin et Weiss dans leur traduction utilisent le mot "grandeur" au lieu du mot "quantité" pour quantitas.

qualités pour une qualité donnée et que la façon d'augmenter ou de diminuer l'intensité des qualités était l'un des principaux objets d'analyse pendant le moyen âge. D'ailleurs, Cruz note qu'il semble que la forte discussion concernant l'éventuelle mathématisation du traitement des intensités a été déclenchée par l'analyse faite par les scolastiques d'une des idées du théologien Pedro Lombardo (ca. 1090-1160) : *"Dans l'homme, la charité augmente ou diminue, et, à des époques différentes, elle est plus ou moins intense"*.

Bien que l'étude des idées sous-jacentes à ce traitement des qualités nous semble fascinante et importante pour la compréhension de la transcendance du traité d'Oresme, nous nous tournons vers la sorte de représentation utilisée par Oresme et le but pour lequel elle est utilisée. Nous constatons, d'un part, que pour représenter les intensités des qualités Oresme mobilise tout particulièrement des représentations géométriques, d'autre part, nous constatons que chez Oresme ces représentations ont une valeur cognitive dans la mesure où elles facilitent la connaissance, en nous amenant à réfléchir aux buts pour lesquels nous utilisons aujourd'hui les représentations géométriques; cela sera présenté, plus tard, lors de l'analyse de la place des graphiques dans l'enseignement.

Après avoir réfléchi aux noms donnés aux droites, au final de la partie *L.iii* intitulée « *de la longueur des qualités* » Oresme précise :

« ...Donc arbitrairement, appelons l'extension d'une qualité sa longueur et son intensité, largeur ou hauteur²² ».

Ensuite, dans la partie *L.iv* intitulée « *de la grandeur des qualités* » Oresme signale que la mesure de la qualité est représentée par une surface et que telle représentation facilite au mieux la compréhension des caractéristiques de la qualité :

« La grandeur d'une qualité linéaire²³ doit être représentée par une surface dont la longueur ou base est une droite tracée sur un tel sujet, comme on l'a dit au chapitre précédent, et dont la largeur ou hauteur correspond à la droite élevée perpendiculairement à ladite base de la manière indiquée au deuxième chapitre. Par qualité linéaire j'entends la qualité d'une droite du sujet doué de la qualité. Il est évident que la grandeur d'une telle qualité peut être représentée par une surface de ce genre, car on peut donner une surface égale à la qualité en longueur ou en extension et de hauteur semblable à l'intensité de la qualité, comme on le verra clairement plus loin.

Et on voit que nous devons représenter une qualité de cette façon pour reconnaître plus facilement sa disposition, car on appréhende plus rapidement, plus facilement et plus clairement son uniformité et sa difformité lorsqu'on décrit quelque chose de semblable par une figure sensible, parce qu'une chose se

²² Souffrin et Weiss ont traduit *latitudo*, *longitudo* respectivement par "largeur", "longueur".

²³ Chez Oresme la vitesse peut être une qualité linéaire.

comprend rapidement et parfaitement quand elle est expliquée par un exemple visuel ». Ainsi il semble que certains comprennent difficilement ce qu'est une qualité uniformément difforme. Mais qu'y a-il de plus facile à comprendre que la hauteur d'un triangle rectangle soit uniformément difforme ? Car cela est certainement perceptible aux sens. Donc, lorsque l'intensité d'une qualité de ce genre est représentée de façon figurée par la hauteur d'un tel triangle, et lui est assimilée de la façon qui sera faite au chapitre viii, on reconnaît facilement sa disposition, sa figure et sa mesure, et de même pour d'autres qualités ».

Ces manifestations d'Oresme, sont l'un des sujets de débat, évoqués plus haut ; le point de controverse d'après Cruz (2007) concerne la conception du continuum utilisé par l'auteur et à ses éventuelles incohérences avec le traitement péripatéticien du continuum d'utilisation à l'époque ; étant donné que ces aspects ne sont pas l'objet de notre travail nous ne les aborderons pas.

Par ailleurs, Souffrin et Weiss, soulignent que depuis une approche mathématique et par généralisation Oresme introduit l'idée qu'il est possible de considérer des grandeurs à trois et à quatre dimensions.

Ici nous soulignons qu'Oresme insiste sur le rôle des représentations géométriques dans la reconnaissance des variations des qualités (fig.1.15). Un exemple d'une telle représentation est donné par Oresme dans la partie *I.vii* intitulée : « de l'adéquation des figures »

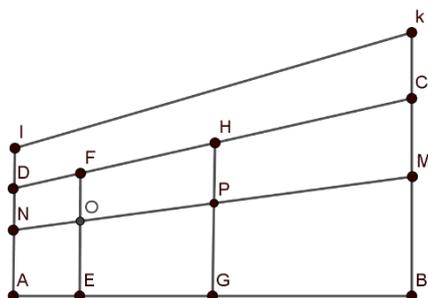


Figure 1.15 Représentation d'une qualité linéaire. Source : Souffrin (1988).

Dans cette partie, Oresme discute sur la pertinence de cette sorte de représentations en s'appuyant sur des arguments de proportionnalité.

Par la suite, dans la partie *I.xi* intitulés « sur les qualités uniformes et difformes » Oresme expose la façon de représenter des qualités uniformes et uniformément difforme, il manifeste :

« Ainsi toute qualité uniforme est représentée par un rectangle et toute qualité uniformément difforme se terminant à un degré nul est représentable par un triangle rectangle ».

« ... On ne peut connaître mieux, ni plus clairement, ni plus facilement les différences d'intensité dont il a été question que par de telles représentations et de telles relations a des figures, bien que certaines autres descriptions ou d'autres façons de les faire connaître pourraient être données, qu'on peut aussi connaître par la représentation de figures de ce genre.

Ainsi, on pourrait dire qu'une qualité est uniforme si elle est d'intensité égale sur toutes ses parties, ou qu'une qualité uniformément difforme est telle que pour trois points quelconques, le rapport de la distance entre le premier et le second à la distance entre le second et le troisième est égal au rapport entre l'excès de l'intensité au premier point sur celle au second à l'excès de celle au second sur celle au troisième, si on a appelé premier celui des trois points où l'intensité est la plus grande »

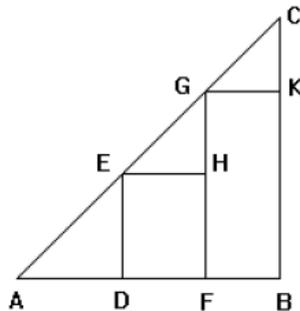


Figure 1.16 Représentation d'une qualité uniformément difforme. Source : Souffrin (1988)

En s'appuyant sur la figure 1.16, des axiomes et des propositions d'Euclide, Oresme fini cette partie I.xi en argumentant ses affirmations.

Ici, se place un autre point de débat parce que Duhem (cité par Souffrin et Weiss dans leurs remarques à leur traduction du traité) voit dans la démonstration menée par Oresme, l'équation de la droite en coordonnées cartésiennes tandis que Maier et Clagett (citées par Cruz (2017)) soulignent qu'Oresme utilise des figures géométriques et non des courbes dans un repère. Souffrin et Weiss, dans la même ligne de Maier et Clagett, soulignent que dans la géométrie analytique les coordonnées servent à établir des équations à partir de figures géométriques données, alors que chez Oresme la figure géométrique (la configuration) est engendrée par les *latitudo/longitudo* et que le concept est totalement absent.

Nous, en nous tournant vers les représentations mobilisées par Oresme, remarquons que chez Oresme les figures permettent d'apprécier plus facilement les différences d'intensités et les propriétés des qualités uniformément difformes. Selon Janvier (1998), Oresme introduit ici les premières descriptions graphiques du changement et affirme que chez Oresme, ce qu'il fallait comprendre, ce sont les changements de magnitude des facteurs objets ou des vertus.

Avant de présenter le dernier sujet qui nous intéresse chez Oresme, nous avouons que la relecture de ce débat nous a permis de prendre conscience que les représentations graphiques, telle que nous sommes habitués aujourd'hui, font vivre en même temps des aspects géométriques et algébriques en associant une expression algébrique à un objet géométrique; par exemple lorsqu'on trace une droite sur un repère et qu'on y associe une fonction linéaire (ou une fonction

affine), on est en train de mettre en relation l’algèbre et la géométrie; ceci, en mots de Peña (2019) est un bon exemple du mariage entre la géométrie et l’algèbre.

Dans le cadre du mouvement, Oresme dans la partie III.vii intitulée « sur la mesure des qualités et des vitesses difformes », présente la démonstration géométrique du théorème, nommé par Souffrin et Weiss, le théorème du degré moyen pour les qualités, et pour les mouvements de sujets indivisibles. On lit sur le traité :

« Toute qualité uniformément difforme est de même grandeur que la qualité du même sujet, ou d’un sujet égal, qui serait uniforme avec le degré du point médian du sujet donné ; cela, sous-entendu, si le sujet est linéaire. Si c’est une surface, ce serait avec le degré de la ligne médiane, et si c’est un solide, avec le degré de la surface médiane, les choses étant comprises de la même façon ».

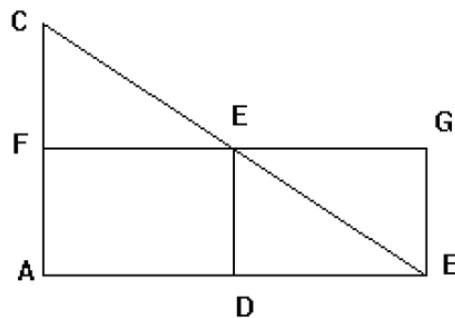


Figure 1.17 Le théorème du degré moyen pour les qualités. Source : Souffrin (1988).

« ... On doit parler d’une vitesse tout à fait de la même façon que d’une qualité linéaire, en prenant à la place du point médian l’instant médian du temps qui mesure une vitesse de ce genre.

On voit donc à quelle qualité ou à quelle vitesse uniforme est égale une qualité ou une vitesse uniformément difforme. Mais le rapport de qualités ou de vitesses est égal au rapport de qualités ou de vitesses qui leur sont égales... ».

Pour Clagett (cité par Souffrin et Weiss, 1988) ce chapitre III.vii est le plus important du traité d’Oresme du point de vue historique" dû à la similitude entre la démonstration, fait par Oresme, de ce théorème et celle de Galilée ce qui est objet d’étude et aussi de débat. Souffrin et Weiss soulignent que bien que la similitude soit étonnante il n’y a aucune évidence matérielle directe de la persistance de la tradition « oresmienne » de ce théorème dans l’Italie du 16e siècle ; ils ajoutent que néanmoins l’hypothèse d’une certaine influence d’Oresme sur Galilée reste encore comme sujet d’étude dans le cadre de l’histoire des sciences.

Concernant cette figure 1.17, Duhem (cité par Cruz, 2007), en considérant le temps comme longueur et la vitesse (qui est dans ce cas la qualité) comme la largeur, remarque qu’il résulte clair

que l'aire de la figure représente la quantité de vitesse. Souffrin et Weiss, soulignent que cette figure constitue un diagramme vitesse-temps et Clagett (cité par Cruz, 2007) affirme que l'ensemble de la figure représente la distribution entière des intensités de la qualité, c'est-à-dire, la vitesse totale pour le cas du mouvement. Janvier (1998) affirme que dans cette représentation il y a une série temporelle sur la ligne horizontale donc ce schéma illustre une façon de représenter comment la vitesse peut changer, Janvier note que Oresme avait implicitement à l'esprit les changements temporels. Le chercheur fait ressortir qu'à l'époque il n'existait ni la notion de variable ni les expressions algébriques pour que Oresme puisse décrire ces changements temporels comme des relations entre variables.

Cette dernière remarque nous fait réfléchir à l'utilisation des expressions algébriques dans le cadre de l'étude du mouvement; actuellement nous sommes accoutumés à exprimer les unités de vitesse comme le rapport entre longueur et temps, $[L]/[T]$, mais nous comprenons mieux qu'à l'époque ceci restait difficile dans la mesure où il était inconcevable de faire des rapports entre grandeurs physiques de différente nature; donc il a fallu, comme le souligne Janvier, attendre trois siècles plus tard que Newton introduise sa description du mouvement en utilisant des variables. Par ailleurs, prenant en compte que les conceptions humaines, comme le concept du temps, est spatial (Nuñez, 2015) il nous semblerait que la représentation de l'écoulement du temps par une droite soit, d'une certaine manière, « naturelle ». Dans le cadre de la psychologie cognitive, Nuñez manifeste qu'il semble que notre cerveau n'a pas de zone dédiée à l'expérience temporelle pure au sens où certaines zones sont dédiées à la stimulation visuelle ou auditive et qu'il n'existe pas de culture concevant le temps en termes thermiques ou chromatiques.

Finalement, nous attirons l'attention sur la notion de vitesse chez Oresme déduit par Maier à partir du ce chapitre III.vii ; elle affirme : « le mouvement es un accident intrinsèque du corps et la vitesse est une intensité de cet accident ». Alors, nous constatons que la notion de vitesse n'est pas conçue comme le rapport entre la distance parcourue et la durée.

En faisant un bilan jusqu'ici, nous nous apercevons que cette étude nous a permis de: a) Avoir un certain contact avec des ouvrages anciens et de nous rapprocher des idées scientifiques liées à notre sujet de recherche en élargissant ainsi notre compréhension sur ce qu'on appelle la révolution scientifique, b) Prendre connaissance de la contribution d'Oresme à l'utilisation des mathématiques dans la description des différences d'intensités, c) Satisfaire dans une grande mesure notre curiosité pour la genèse des représentations graphiques auxquelles nous nous sommes intéressés et, d) Maintenir notre désir de connaître comment et pour quelles raisons les représentations proposées par Oresme ont évolué et de savoir quand les représentations graphiques, telles que nous les connaissons aujourd'hui, ont été introduites.

3. À propos des représentations mathématiques de l'espace, du temps et de la vitesse au 17^e siècle

Galilée a été considéré comme l'un des plus grands physiciens de tous les temps pour ses découvertes et méthodes qui ont contribué au passage de la physique médiévale à la physique du 17^e siècle (Crombie, 1974 ; Paty, 1993 ;) ; son idée "le livre de la nature est écrit dans la langue mathématique" laisse voir son approche scientifique.

Sans aucun doute l'ouvrage de Galilée est incontournable dans notre travail parce que, parmi ses œuvres, on trouve dans son *Discours concernant deux sciences nouvelles* des idées scientifiques fondamentales liées à l'étude du mouvement des corps ; en plus, dans leurs démonstrations, de la loi du mouvement uniforme ainsi que celle de la chute des corps et des mouvements uniformément accélérés, nous apprécions des représentations mathématiques liées à notre sujet de recherche.

Lors de la troisième journée intitulée « du mouvement local », Galilée définit et démontre des théorèmes concernant le mouvement uniforme et ensuite, des théorèmes concernant le mouvement accéléré. Nous présentons, d'abord, les considérations que nous retenons concernant le mouvement uniforme et ensuite le mouvement accéléré.

À propos du mouvement régulier ou uniforme, Galilée formule sa définition de la manière suivante :

« Par mouvement régulier ou uniforme, j'entends celui où les espaces parcourus par un mobile en des temps égaux quelconques, sont égaux entre eux ».

Après la définition, Galilée expose les quatre axiomes qui découlent de cette définition et présente des théorèmes et leurs démonstrations en utilisant fondamentalement la théorie des proportions en raisonnant sur des segments de lignes qui représentent la durée et l'espace parcouru par un mobile (figure 1.18).

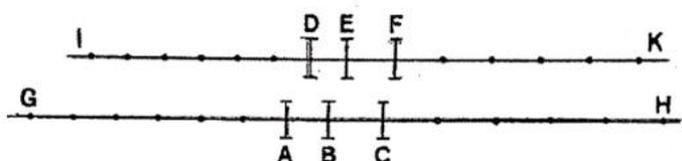


Figure 1.18 Représentation des distances parcourues et des durées à l'aide des segments de droites. Les segments AB ou BC représentent des distances et les segments DE ou EF des durées. Source: Galilei, (1995).

Janvier (1988), note que Galilée s'appuie sur le cadre de la proportionnalité dû à la tradition de l'époque laquelle empêchait d'établir une relation entre deux grandeurs des différentes natures;

néanmoins nous constatons que lors de la démonstration de la relation formulée, la distance parcourue et le temps pris pour la parcourir ont été représentés de la même façon, à savoir, par des segments de droite; nous soulignons donc qu'une même sorte de représentation est utilisée pour représenter deux grandeurs non homogènes.

Pour la chute des corps et des mouvements uniformément accélérés, Galilée établit par l'expérience et par le raisonnement la loi qui exprime les hauteurs de chutes et les espaces parcourus en fonction des intervalles de temps finis considérés et des vitesses moyennes (Paty, 1993). Dans la troisième journée de son discours, Galilée formule la définition du mouvement naturellement accéléré, de la manière suivante :

« ...Nous disons qu'est également ou uniformément accéléré ce mouvement qui, partant du repos, voit s'ajouter en des temps égaux des moments égaux de vitesse ».

Après avoir introduit cette définition, Galilée passe à énoncer et démontrer les théorèmes concernant au mouvement accéléré. Nous n'examinerons que les théorèmes I et II.

Théorème I – Proposition I

« Le temps pendant lequel un espace donné est franchi par un mobile, partant du repos, avec un mouvement uniformément accéléré, est égal au temps pendant lequel le même espace serait franchi par le même mobile avec un mouvement uniforme, dont le degré de vitesse serait la moitié du plus grand et dernier degré de vitesse atteint au cours du précédent mouvement uniformément accéléré ».

Lors de la démonstration de ce théorème, Galilée fait recours à la représentation graphique illustrée dans la figure 1.19, ci-dessous.



Figure 1.19 Espace CD franchi d'un mouvement uniformément accéléré. Source : Galilei, (1995).

Sur ce graphique, Galilée représente le temps pendant lequel un mobile, partant du repos en C et avec un mouvement accéléré, parcourt l'espace CD par la ligne AB. La ligne EB représente le plus grand et dernier des degrés de la vitesse accrue dans les instants du temps AB. Nous remarquons

donc que trois grandeurs physiques (la vitesse, le temps et la distance parcourue) sont représentées de la même façon.

Théorème II-Proposition II

« Si un mobile, partant du repos, tombe avec un mouvement uniformément accéléré, les espaces parcourus en des temps quelconques par ce même mobile sont entre eux en raison double des temps, c'est-à-dire comme les carrés de ces mêmes temps ».

Afin de démontrer ce théorème, Galilée conçut l'idée de représenter un flux de temps par la ligne AB, des intervalles quelconques par les segments AD et DE et des instants de temps par des points sur la ligne AB (figure 1.20, ci-dessous)

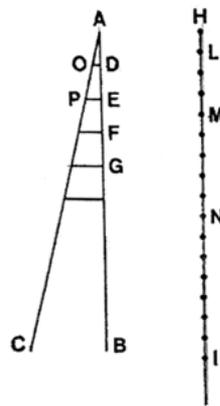


Figure 1.20 Flux de temps = AB en rapport aux distances parcourues = HI. Source : Galilei, (1995).

Comme le souligne Janvier (1988), Galilée a été confronté à la nécessité de trouver des valeurs successives de distances parcourues et des durées prises pour parcourir ces distances. Galilée cherchait à trouver une loi qui permettrait de découvrir la distance parcourue par un corps (ou une particule) qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ; en s'appuyant sur la base d'un raisonnement géométrique, Galilée énonce le théorème cité plus haut lequel peut être écrit aujourd'hui comme $A^2 / A_1 = (r_2)^2 / (r_1)^2$. Janvier, fait ressortir aussi que la relation énoncée par Galilée décrit une relation entre deux séries de valeurs et non une relation entre des grandeurs qui changent, en d'autres termes, le phénomène a été traité comme un problème de proportion et non comme un problème où une grandeur change par rapport à autre.

Nous constatons donc chez Galilée que la représentation des grandeurs physiques comme la durée, l'instant et l'écoulement du temps par des objets géométriques comme le point, le segment de droite et une droite; cependant, même s'il s'agit des représentations graphiques $x(t)$ auxquelles nous nous intéressons, elles ne sont pas comme les représentations d'aujourd'hui; la raison est déjà souligné par Janvier (1988), à l'époque il était impossible d'établir une relation entre deux

grandeurs non homogènes ce qui l'empêchait, d'ailleurs, d'énoncer sa relation comme une relation entre deux grandeurs où l'une d'entre elles changeait par rapport à une autre.

Concernant le but de l'utilisation de ces représentations, nous ne constatons pas chez Galilée qu'il fasse ressortir une utilité visuelle et cognitive comme l'a remarqué Oresme ; cependant, il nous semble que chez Galilée le but de ces représentations est plutôt démonstratif dans le sens qu'elles font partie fondamentale de leurs démonstrations géométriques.

Bien que beaucoup d'autres travaux liés au développement de la pensée scientifique méritent d'être examinés dans notre recherche, nous nous contenterons de mentionner à Pierre Fermat et René Descartes, qui en travaillant de façon indépendante, ont conçu l'idée de mettre en lien la géométrie et l'algèbre en représentant par des graphiques la solution des certaines équations. Selon Peña (2019), la version définitive des systèmes de coordonnées tels que nous les utilisons aujourd'hui est due à Newton qui a calculé, dans son ouvrage *Enumeratio linearum tertii ordinis* les graphiques de nombreuses équations du troisième degré.

III. Une analyse institutionnelle concernant des graphiques dans le cadre de l'enseignement de la physique

Prenant en compte que nos expérimentations ont été réalisées entre fin janvier et mi-mars de l'année scolaire 2016-2017 et que les enseignants en charge du cours de mécanique suivi par les élèves ont évoqué, lors des premiers contacts avec la chercheuse, le programme de l'année 2011 nous ne ferons qu'une revue de ce programme.

D'après l'arrêté du 12 juillet 2011, le programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie en classe terminale de la série scientifique du 2011 ; deux compétences à mettre en œuvre occupent une place centrale, ces sont : « extraire et exploiter des informations », ceci dans des situations diverses. Au sujet de la compétence « extraire des informations » dans le programme il est signalé :

« Les supports d'informations proposés aux élèves seront multiples et diversifiés : textes de vulgarisation et textes scientifiques en français et éventuellement en langue étrangère, tableaux de données, constructions graphiques, vidéos, signaux délivrés par des capteurs, spectres, modèles moléculaires, expériences réalisées ou simulées, etc. »

On constate, ici-là, que les graphiques jouent donc le rôle d'appui d'une information donnée dans une activité proposée ; néanmoins ce n'est pas toujours son rôle, nous constatons, par exemple

que les graphiques peuvent être le résultat d'un processus de modélisation²⁴ ou une méthode de résolution. Au sujet de la compétence « exploitation », dans le même programme, il est noté :

« L'exploitation sera conduite en passant par l'étape d'identification des grandeurs physiques ou chimiques pertinentes et par celle de modélisation. Cette formalisation pourra conduire à l'établissement des équations du modèle puis à leur traitement mathématique, numérique ou graphique »

« ... Dans certains cas, le professeur utilisera des méthodes de résolutions graphique ou numérique, pratiques de plus en plus fréquentes en raison de la complexité des systèmes étudiés »

Nous constatons donc que les graphiques peuvent être le support d'une information donnée lors de la démarche de résolution de problèmes scientifiques, le résultat d'un processus de formalisation ou la méthode de résolution (un outil).

Concernant les situations proposées aux élèves nous trouvons dans la ressource pédagogique intitulée : « mouvement rectiligne en mécanique newtonienne » des situations où à partir de d'un enregistrement temporel de l'accélération d'un ascenseur (réalisé par un capteur), les élèves doivent calculer la vitesse puis, à partir de cette vitesse calculée, évaluer la distance totale parcourue par l'ascenseur. Cette situation, qui est associée au thème « programmer en physique-chimie », permet aux élèves d'exploiter des mesures en faisant des calculs numériques grâce aux fonctionnalités des logiciels et de tracer les graphiques de v_z et z en fonction de t ; des graphiques comme le graphique 1.21, ci-dessous, sont attendues.

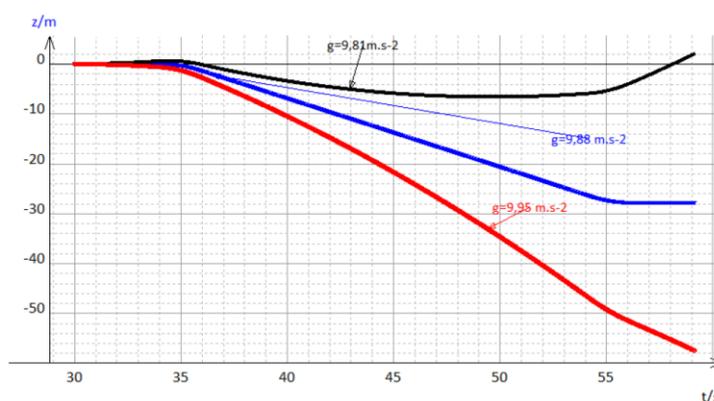


Figure 1.21 Graphique, d'accélération en fonction du temps, attendu pour la situation physique proposée dans les ressources pédagogiques au cycle 4. Source: https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Programmer_en_physique-chimie/12/8/RA18_Lyce_e_PHCH_mouvement-rectiligne-mecanique-newtonienne_1044128.pdf

²⁴ Ce processus apparaît dans le programme comme un objectif central de la formation en physique-chimie.

Dans le cadre de cette situation, il est aussi proposé aux élèves de se prononcer sur la plausibilité des graphiques obtenus et de discerner les différentes phases du mouvement rectiligne à partir des graphiques.

On constate que des autres situations, comme celle de la chute libre, sont aussi proposées, cependant nous ne trouvons pas de situations semblables à celles qui ont été évoquées dans la première partie de ce chapitre où la notion de vitesse est mobilisée dans un cadre graphique $x(t)$, ce qui nous amène à penser que, peut-être, que le concept de vitesse est considéré bien installé chez l'élève et que son niveau de maîtrise est déjà bon.

IV. Début d'un protocole expérimental : construction, passation et analyse d'un pré-test

Comme dernière composante de notre analyse préliminaire nous présentons tous les aspects concernant la construction et passation d'un pré-test. Néanmoins, nous signalons qu'à ce stade de notre recherche nous pensons à apprécier les effets d'un tel scénario d'enseignement en procédant par évaluation externe (confrontation pré-test/post-test) ; en conséquence nous mettrons en place un protocole expérimental dont la première étape est la passation du pré-test laquelle sera présentée par la suite dans l'ordre qui suit :

- 1) Protocole expérimental
- 2) Les conditions concernant la passation du pré-test.
- 3) La construction du pré-test.
- 4) Résultats et analyse.
- 5) Conclusions

1. Protocole expérimental

Dans notre travail de thèse, nous cherchons, dans un premier temps, à identifier les types de difficultés rencontrées par des élèves de terminale scientifique confrontés à l'exploitation (lecture, production) de graphiques liant la position et le temps. Dans un second temps nous tenons à concevoir un instrument d'enseignement (que nous nommerons aussi atelier GéoGébra) au regard des raisons retrouvées, dans le but de permettre aux élèves de dépasser les difficultés rencontrées. Finalement, dans un troisième temps, nous cherchons à évaluer l'atelier GéoGébra par évaluation interne, en accord avec notre méthodologie de recherche, mais aussi par évaluation externe. Ces objectifs nous conduisent à la mise en œuvre d'un protocole expérimental constitué de quatre étapes :

a) Construction et passation d'un pré-test aux élèves avant leur cours habituel de mécanique,
 b) Conception de l'atelier au regard des raisons pour lesquelles les élèves peinent à réaliser et à interpréter des représentations graphiques.
 c) Mise en œuvre de l'atelier mobilisant GéoGébra et,
 d) Construction et passation d'un post-test pour repérer ce que l'atelier apporte en plus du cours.

Pour cela nous mettons en place deux modalités organisationnelles différentes, à savoir : une classe divisée en deux groupes égaux en nombre d'élèves ; et tandis que l'un des groupes passe le post-test l'autre fait l'atelier et après avoir fini, chaque groupe change d'activité. Cette étape nous permet de définir un groupe standard (celui qui a fait le post-test avant l'atelier) et un groupe expérimental (celui qui a fait le post-test après l'atelier). Ce protocole est illustré dans la figure 1.22, ci-dessous.

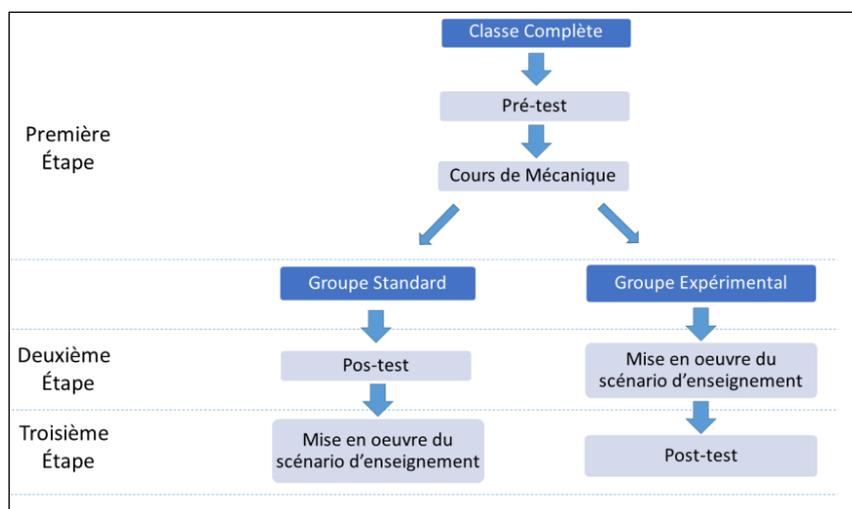


Figure 1.22 Protocole expérimental : étapes et modalités organisationnelles.

La première étape du protocole a consisté à faire passer un pré-test construit autour de cinq situations avant le cours habituel de mécanique ; pour chacune des situations, les élèves étaient invités à répondre à une question fermée en justifiant leur réponse. Les réponses aux questions fermées ont été l'objet d'un traitement quantitatif. Concrètement nous notons les réponses correctes avec le chiffre 1 et les réponses incorrectes avec le chiffre 0, ensuite nous calculons le taux de bonnes réponses pour chaque question. Cette première base de données est gardée pour :

a) la comparer, plus tard, avec les résultats du post-test (qui a subi le même traitement) et mener une analyse statistique, b) cibler, chez le groupe expérimental, les cas où l'atelier a eu une certaine influence.

Concernant les justifications à chacune des questions, elles ont été l'objet d'un traitement qualitatif. Précisément, ces explications ont été transcrites et analysées au regard des certaines

catégories d'analyse correspondant à des difficultés déjà connues. Ces justifications nous ont permis aussi : a) d'identifier des difficultés et des types de raisonnements à la fois connus et inédits, b) de choisir la situation à proposer aux élèves lors de l'atelier.

La deuxième et troisième étape du protocole seront présentées dans le chapitre 4 (évaluation externe du scénario d'enseignement). D'ailleurs, concernant les moments du cours où les étapes du protocole se sont déroulées nous signalons que la première étape (passation du pré-test) a été mise en œuvre au début de l'année scolaire et environ trois mois plus tard, la deuxième et troisième étape. Nous notons que chez le groupe expérimental le post-test a été passé immédiatement après la réalisation de l'atelier.

2. Passation du pré-test : conditions de sa mise en place

En prenant en compte que la notion de vitesse, la construction des graphiques, l'étude des droites et la notion de pente sont des sujets traités dans les classes de troisième, de seconde et de première, nous avons trouvé pertinent d'inviter des élèves de terminale scientifique à participer à la recherche.

La première étape du protocole expérimental (la passation d'un pré-test aux élèves avant leur cours habituel de mécanique) se déroule auprès de 75 élèves, au total, de terminale scientifique des trois lycées français : Jacques Brel à La Courneuve, Robert Doisneau à Corbeil-Essonnes et Boucher De Perthes à Abbeville²⁵. Dans le tableau 1.1, ci-dessous, nous présentons quelques informations très générales de ces lycées.

Tableau 1.1 Informations générales des lycées.

Lycée	Ville	Département	REP	Taux de réussite au Bac S 2017/
				Moyenne nationale
Jacques Brel	La Courneuve	Seine Saint Denis (93)	Non	81 % / 91,80%
Robert Doisneau	Corbeille	Essonnes (91)	Oui	89 % / 91,80%
Boucher de Perthes	Abbeville	Somme (80)	Non	86 % / 91,80%

Source : Le Monde.fr ; l'Etudiant.fr et éducation. Gouv.fr

²⁵ Les étapes et modalités organisationnelles du protocole expérimental sont mises en œuvre de la même manière dans les trois lycées, cependant le nombre de participantes à chacun est différent dû à des spécificités de chaque lycée.

Lors de la séance de présentation de la recherche auprès des élèves, nous avons précisé les aspects suivants :

- Toutes les productions (écrites ou enregistrées) des élèves, à chaque étape du protocole, seraient signées par les participants (non anonymes) afin de pouvoir suivre l'évolution de chacun des participants. Telles productions ne seraient jamais connues par les enseignants en charge.

-La participation ou non-participation à la recherche n'amènerait aucun effet sur la note du cours.

-Les activités liées à chaque étape du protocole seraient réalisées toujours dans le temps du cours de physique. La durée moyenne estimée à chaque étape du protocole serait : 30 minutes pour le pré-test ; 50 minutes pour l'atelier et 30 minutes pour le post-test ; nous soulignons que ces durées ont été estimés grâce à des expérimentations pilotes que nous détaillerons ultérieurement, ces durées ont été aussi très respectés dans la mesure où les enseignants avaient manifesté avoir des programmes très chargés qui les empêchaient de laisser plus de temps aux activités de cette recherche.

-Les élèves mineurs devaient nous faire parvenir l'autorisation de leurs parents.

Les données recueillies à cette première étape du protocole expérimental font l'objet de deux sortes de traitements : d'un part, un traitement quantitatif pour les réponses fermées, d'autre part, un traitement qualitatif pour les réponses ouvertes ; ces traitements seront détaillés ultérieurement lorsque nous présentons les résultats du pré-test.

3. Construction du pré-test : situations-graphiques, arguments pour le choix et quelques éléments d'analyse de résultats

En nous inspirant des recherches évoquées précédemment nous avons conçu un pré-test (annexe 1.1) construit autour de cinq situations.

La première situation choisie correspond à la situation-graphique de la figure 1.1. Cette situation graphique a retenu notre attention dans la mesure où, pour répondre aux questions posées, il ne s'agit pas tout simplement d'associer la pente à la vitesse comme le suggèrent McDermott, Rosenquist et Van Zee (1987) ; elle demande, à notre sens, une véritable compréhension du phénomène concerné en particulier parce que le point de croisement des courbes est remarquable sur le graphique. D'ailleurs, cette situation-graphique permet de mobiliser le concept de vitesse moyenne et instantanée dans le cadre de la représentation graphique de la position en fonction du temps où les durées et les distances parcourues sont représentées par des segments de droites et les positions et instants de temps par des points. Par ailleurs, cette situation nous semble intéressante puisqu'elle n'est pas focalisée sur l'utilisation des équations ou la réalisation de

calculs ; en plus, elle peut nous montrer si la difficulté, que nous avons désignée comme « confusion pente-hauteur » est présente chez les élèves.

Différentes connaissances et raisonnements peuvent être mis en œuvre pour répondre aux questions proposées, à savoir :

- a) Connaître la définition de la valeur de la vitesse (v) laquelle peut être décrite comme suit : la vitesse²⁶ (v) entre deux positions C et D est égale à la longueur du trajet CD divisée par la durée t mise pour parcourir CD²⁷. En désignant la longueur du trajet CD comme d et la durée mise pour parcourir CD comme t on peut exprimer cette définition à l'aide de la relation mathématique $v = \frac{d}{t}$. Bien que les unités ne soient pas un requis pour répondre aux questions, il est souhaitable que l'élève les prennent en compte, ce sont : d en mètre (m) ; t en seconde (s) ; v en mètre par seconde (m.s-1).
- b) Associer, d'une part la longueur du trajet à la longueur d'un segment sur l'axe vertical ; d'autre part, associer la durée à la longueur d'un segment sur l'axe horizontale et ensuite, afin d'estimer la vitesse, faire le rapport entre les deux longueurs. Cette méthode peut s'utiliser de façon itérative pour différents segments afin de caractériser le type de mouvement, prenant en compte de toujours garder la même durée et comparant toujours les rapports entre la distance d parcourue et la durée t mise pour parcourir d ; c'est-à-dire qu'il s'agit de vérifier si à intervalles égaux de temps la distance parcourue est la même ou non. Ce raisonnement est capital pour répondre aux questions posées dans cette situation, ainsi qu'à toutes les autres questions du pré-test, dans la mesure où il est valable pour n'importe quelle sorte de courbe pour un graphique $x(t)$; lors de l'analyse de résultats nous désignerons ce raisonnement comme « approche physique ».
- c) Savoir, d'un part, que lorsque les positions C et D sont très proches, la vitesse moyenne se rapproche de la vitesse instantanée et, d'autre part, que dans cette situation-graphique, les courbes étant des droites, la vitesse moyenne et la vitesse instantanée sont égales. Ces notions appliquées dans le cadre graphique amènent à raisonner sur des petits segments de droites et à vérifier s'il y a une relation proportionnelle entre différents rapports de durée et distance parcourue. Lors de l'analyse de résultats, si les raisonnements a, b, c sont constatés nous le désignerons comme une « approche physique ».

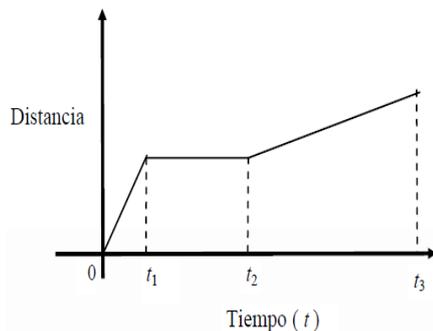
²⁶ Dans cette situation-graphique, la valeur de la vitesse est constante sur la trajectoire étudiée.

²⁷ Nous soulignons que cette définition est valable pour n'importe quelle sorte de mouvement.

Dans le but de répondre aux questions de la situation-graphique en étude, les connaissances et raisonnements qui viennent d'être mentionnés suffisent. Cependant d'autres connaissances et d'autres raisonnements peuvent être mis en jeu, par exemple :

- d) Connaître que, dans cette situation, les courbes étant des droites les objets A et B ont chacun une vitesse constante, correspondant à la pente de la droite. Ces pentes étant différentes, les deux objets ont des vitesses différentes. Lors de l'analyse de résultats nous désignerons ce raisonnement comme « approche mathématique ».
- e) Connaître que la vitesse instantanée est obtenue à partir de la définition de la vitesse moyenne en faisant tendre Δt et Δx vers zéro, ce qui revient mathématiquement à calculer la dérivée de la position par rapport au temps à un temps donné : $v(t) = x(t)/dt$; dans notre cas, ceci implique établir d'abord la fonction que les courbes représentent.

La deuxième situation-graphique du pré-test, est inspirée de la situation correspondante à la figure 1.5 dont nous présentons, à nouveau, ci-dessous.

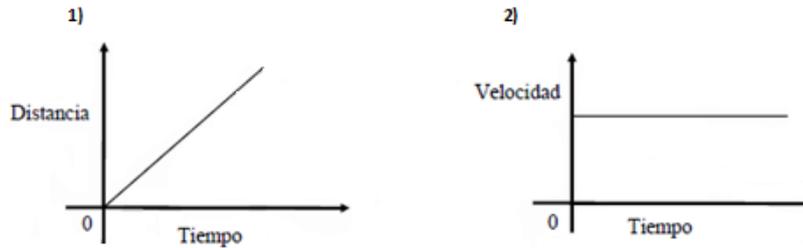


¿En qué intervalo de tiempo la velocidad fue mayor?

- A () entre $t=0$ y t_1
 B () entre t_2 y t_3
 C () entre t_1 y t_2
 D () en t_3

Cette situation-graphique retient notre attention dans la mesure où dans l'intervalle de temps $[t_1, t_2]$ met en jeu la représentation graphique de l'immobilité ; nous cherchons à apprécier si cette représentation de l'immobilité est repérée par les élèves. Concrètement nous cherchons à observer si l'écoulement du temps, représenté par un segment sur l'axe des abscisses est repéré bien que l'objet reste immobile. Néanmoins nous avons varié légèrement le graphique en changeant le point de départ du graphique ; au pré-test le graphique part en -10 sur l'axe vertical (cf. annexe 1.1). Cette variante a été introduite dans le but d'apprécier comment est compris la partie négative de l'axe vertical et donner une certaine complexité au graphique étant donné le niveau des élèves dans la discipline. Cette situation-graphique nous permettra d'apprécier la persistance des difficultés que nous avons nommée « confusion pente-hauteur » et « confusion trajectoire-graphique ». Les connaissances et raisonnements présentés pour la première situation-graphique peuvent être mobilisés afin de répondre à la question posée.

La troisième situation graphique est inspirée de situation-graphique correspondant à la figure 1.7, dont nous reproduisons, à nouveau, ci-dessous.



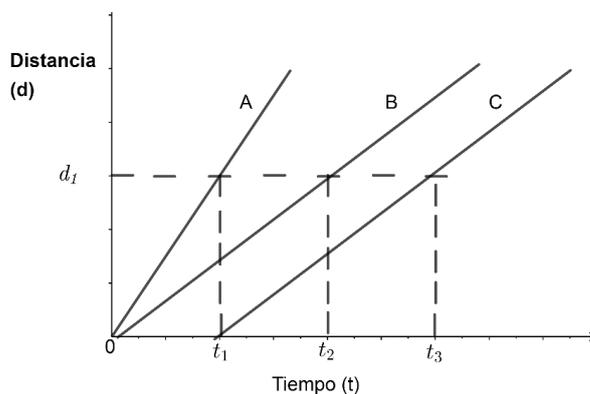
Elle vise à explorer, d'un part, si l'écoulement du temps, représenté par une ligne, est pris en compte lors de la comparaison des deux graphiques et d'autre part, si la difficulté que nous avons désignée comme « confusion entre trajectoire et graphique » est présente. Afin de faciliter la comparaison entre les deux graphiques qui comportent cette situation nous avons fait le choix de rajouter un quadrillage et de graduer les axes ordonnés (cf. annexe 1.1). Pour interpréter le premier graphique (figure 3 dans le pré-test) il suffit de mobiliser les connaissances citées dans la situation-graphique 1 ; pour analyser le deuxième graphique (figure 4 dans le pré-test) il est nécessaire de repérer qu'au cours du temps la vitesse a toujours la même valeur.

La quatrième situation-graphique choisie pour notre pré-test est celle qui correspond au graphique 1.3. Cette situation-graphique nous semble intéressante étant donné qu'elle peut nous révéler de la persistance ou non de la difficulté que nous avons nommée « confusion entre trajectoire et graphique ». Plusieurs connaissances et raisonnements doivent être mis en jeu, à savoir :

a) Il faut savoir qu'un objet en chute libre soumis à la seule action de la gravité se déplace à une vitesse qui augmente uniformément (accélération constante). Ainsi pour les mêmes laps de temps consécutifs la distance parcourue par l'objet augmente proportionnellement au carré du temps écoulé, ce qui dans un graphique $x(t)$ se représente par des paraboles. La méthode à mettre en jeu, pour répondre à la question posée, peut donc être la comparaison des déplacements à intervalles égaux de temps et vérifier que les déplacements sont plus grands à intervalles de temps égaux lorsque le temps s'écoule. Ici connaître les implications d'une vitesse variable sur la distance parcourue est fondamental ; en quelque sorte trois concepts cinématiques doivent être mobilisés dans la situation : accélération, vitesse et déplacement. Lors de l'analyse de résultats, si ce raisonnement est constaté nous le désignerons comme une « approche physique ».

- b) Afin de justifier la réponse correcte (graphiques 5 et 8 du pré-test), une autre connaissance peut être mise en jeu, il s'agit de savoir que l'on peut choisir pendant une activité expérimentale l'origine à partir de laquelle on va relever les mesures. Si l'origine est prise au niveau de l'endroit où l'objet démarre son mouvement et l'axe des ordonnées est dirigé dans le sens de la chute (vers le bas ici) l'axe vertical indiquera des valeurs positives de la variable 'position'. C'est-à-dire que toutes les différentes positions se prennent comme positives ce qui justifie le choix de la figure 5 mais, si l'origine est prise au niveau du sol et l'axe des ordonnées orienté vers le haut la réponse correcte sera la figure 8.
- c) L'association pente-vitesse pourrait être mise en jeu ; dans ce cas-là il faut savoir qu'il s'agit de repérer la pente de la droite tangente à la courbe à un instant donné et de comparer ces pentes à différents instants, dans notre cas, ceci implique établir d'abord la fonction que les courbes représentent. Lors de l'analyse de résultats, si ce raisonnement est constaté nous le désignerons comme une « approche mathématique ».

La cinquième situation-graphique retenue, est inspirée de la figure 1.6 dont nous reproduisons, à nouveau, ci-dessous.



Néanmoins, dans le pré-test nous demandons aux élèves de proposer une situation qui peut correspondre au graphique, d'ailleurs, nous ne laissons que deux courbes sur le graphique (cf. annexe 1.1). Nous considérons que cette situation-graphique nous permettra de constater s'il y a des difficultés, chez les élèves à relier les graphiques au monde réel. À l'instar des quatre situations déjà présentées les mêmes connaissances peuvent être mobilisées.

En général, pour répondre aux questions proposées dans chacune des situations-graphique au pré-test, il est nécessaire de mettre en jeu des connaissances mathématiques, physiques, ainsi que l'observation de la représentation graphique des positions, instant du temps, distance parcourue et durées ainsi que la comparaison de toutes ces grandeurs physiques explicites comme implicites à savoir les vitesses.

4. Résultats et analyse au pré-test

Afin d'identifier les types de difficultés rencontrées par des élèves de terminale scientifique confrontés au pré-test, nous allons dans un premier temps présenter les résultats concernant les réponses à l'ensemble des questions fermées correspondant aux quatre premières situations-graphiques ainsi que l'analyse de ces résultats; dans un second temps nous allons présenter et analyser, d'une part, les justifications à chacune des questions et, d'autre part, les résultats à la cinquième situation-graphique proposée qui est une question ouverte; dans un troisième temps nous présenterons les conclusions à partir des résultats de ce pré-test.

4.1 Résultats et analyse au pré-test pour des questions fermées

Les résultats aux questions fermées du pré-test reposent sur le taux de bonnes réponses voir figure 1.23, ci-dessous.

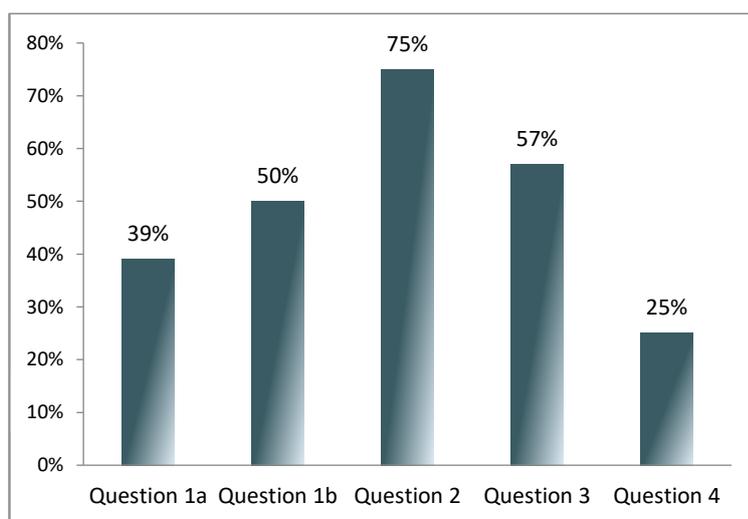


Figure 1.23 Résultats au pré-test pour les questions fermées

Notons que la question 1a et 1b correspondent aux premières situations-graphiques et que la cinquième situation n'est pas montrée. Ce résultat est présenté dans le tableau 1.2 en précisant le nombre de répondants pour chaque question.

Tableau 1.2 Proportion de réponses correctes pour chaque question au pré-test déterminé en comptant le nombre de bonnes réponses et en divisant ce nombre par le nombre total d'élèves ayant répondu à la question.

	Situation 1 Question 1a	Situation 1 Question 1b	Situation 2 Question 2	Situation 3 Question 3	Situation 4 Question 4
Proportion De Réponses correctes	$\frac{29}{75}$	$\frac{37}{75}$	$\frac{56}{75}$	$\frac{43}{75}$	$\frac{19}{75}$

Au regard des résultats nous constatons la persistance des difficultés dans l'interprétation des graphiques $x(t)$; afin de repérer certains facteurs qui ont pu influencer les résultats nous décidons de faire une hiérarchisation décroissante des taux de bonnes réponses pour connaître le degré de complexité des situations et mener une analyse de l'ensemble des situations depuis cette approche. Cette hiérarchisation est illustrée dans le tableau 1.3, ci-dessous :

Tableau 1.3 Hiérarchisation décroissante des taux de bonnes réponses au pré-test.

	Situation 2 Question 2	Situation 3 Question 3	Situation 1 Question 1b	Situation 1 Question 1a	Situation 4 Question 4
Proportion De Réponses correctes	$\frac{56}{75}$	$\frac{43}{75}$	$\frac{37}{75}$	$\frac{29}{75}$	$\frac{19}{75}$

Nous remarquons que la situation-graphique 2 semble être la plus facile tandis que la situation quatre la plus difficile; en comparant ces deux situations-graphiques nous pensons que la remarquable différence entre les proportions de réponses correctes ($37/75$) peut être dû à trois caractéristiques qui les différencient, à savoir: a) le phénomène de base physique impliqué dans la situation; étant la chute libre pour la situation 4 et le mouvement rectiligne pour la situation 2, b) l'allure des courbes tracées, étant des paraboles et de droites pour la situation 4 et seulement de droites pour la situation 2 et c) le nombre de graphiques à analyser, 4 graphiques dans la situation 4 et un seul dans la situation 2. Plus tard, au regard des justifications données à chaque question, nous tenterons de dégager si ces caractéristiques ont pu avoir influencé la différence de proportion remarqué.

4.2 Résultats et analyse des justifications pour chacune des questions

Comme nous l'avons dit lors de la présentation du protocole expérimental, les justifications à chacune des questions font l'objet d'un traitement qualitatif. Précisément, ces explications ont été réécrites (annexe 1.2) et analysées en utilisant comme catégories d'analyse les difficultés déjà mentionnées et les deux approches mentionnées dans la section précédente.

Quant aux approches nous précisons que nous entendons qu'il y a une « approche physique » (AP) lorsque les justifications s'appuient sur le concept de vitesse moyenne en faisant le rapport entre la longueur des segments de droite représentant la durée et la distance parcourue. Ce type d'approche nous paraît intéressante dans la mesure où il nous semble que lorsque l'élève fait ce rapport, la représentation graphique de l'écoulement du temps est perçue et différenciée de la représentation graphique de la distance parcourue même si les deux représentations se font de la même manière (par un segment de droite). Par ailleurs, nous entendons qu'il y a une approche mathématique lorsque les justifications s'appuient sur la forme de la courbe (une droite) et dans l'association de la pente avec une vitesse constante.

Concernant les difficultés déjà connues nous considérons, d'une part, que la difficulté que nous avons nommée « confusion pente-hauteur » est présente lorsque pour relever la vitesse c'est la valeur de l'ordonnée au temps en étude qui est pris en compte au lieu de la pente, d'autre part, que la difficulté que nous avons désignée comme « confusion trajectoire-graphique » est présente lorsque les courbes tracés sont comprises comme les trajectoires des objets.

Tout au long de nos analyses nous utiliserons ces deux approches et ces deux difficultés comme catégories d'analyse, cependant nous soulignerons aussi d'autres approches et d'autres difficultés qui nous semblent différentes à celles indiquées ci-dessus.

4.2.1 Question 1a.

Dans le contexte de la première situation-graphique, correspondante à la figure 1.24, ci-dessous, la question « a » qui a été posée est : les objets A et B ont-ils la même vitesse à un moment ? S'il en est ainsi, à quel moment l'ont-ils ?

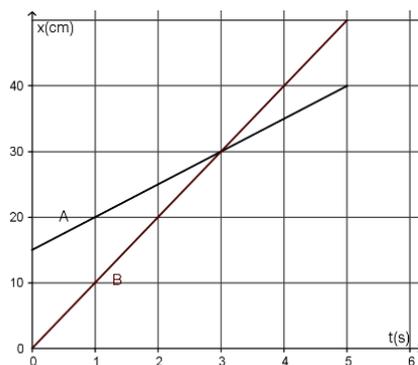


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

Figure 1.24 Première situation-graphique au pré-test.

Comme nous l'avons montré, plus haut, seulement 29 élèves sur 75 ont donné la réponse correcte en répondant « non ».

Justifications

Dans cette partie, nous présentons les justifications rencontrées, d'abord pour ceux qui ont répondu « non » (réponse correcte) et ensuite pour ceux qui ont répondu « oui » (réponse incorrecte).

Justifications et analyse à la réponse « non » (réponse correcte)

Bien que toutes les justifications que nous traitons dans cette partie soient correctes, nous les regroupons en utilisant comme catégories d'analyse les deux approches mentionnées dans la section précédente, désignées comme « approche physique » et « approche mathématique », ainsi que d'autres approches que nous n'avions pas prévues, lesquelles nous désignerons comme « approches inattendues » ; ce regroupement des justifications est illustré dans le tableau 1.4, ci-dessous :

Tableau 1.4 Catégorisation de justifications associées à la réponse « non » (réponse correcte) de la situation 1 du pré-test.

Catégorie	Approche Physique	Approche Mathématique	Approches Inattendues	Aucune Justification
Proportion De Réponses	$\frac{9}{29}$	$\frac{9}{29}$	$\frac{10}{29}$	$\frac{1}{29}$

Des exemples de justifications avec une approche physique sont les suivantes :

« Les deux objets ne parcourent pas la même distance dans le même temps par exemple A parcourt 10 cm toutes les 2 secondes alors que B 10 cm chaque seconde » (CE : 8)²⁸ .

« Pas du tout. En fait, on observe grâce à la droite A que l'objet à une vitesse de 5cm/s tandis que l'objet B a une vitesse de 10cm/s » (COURN : 11)

Dans la première justification nous constatons qu'il est bien pris en compte de prendre des intervalles de temps réguliers lors de la comparaison de distances parcourues bien que pour l'objet A la durée prise en compte soit 2 secondes et de 1 seconde pour B. Dans la deuxième justification on constate que les valeurs des vitesses sont données plus explicitement. Ces justifications nous semblent révéler, d'un part, que la définition de vitesse moyenne est bien maîtrisée et mise en œuvre correctement dans le cadre graphique, d'autre part, que la vitesse moyenne suffit pour donner la réponse à une question qui porte sur une vitesse instantanée ce qui, selon notre interprétation, veut dire que l'élève n'a pas besoin de rapprocher la vitesse moyenne de la vitesse instantanée en raisonnant sur des intervalles de temps plus petits à 1s ou de raisonner sur des intervalles autour de 3 secondes où la vitesse est demandée parce qu'élève a déjà caractérisé le mouvement comme un mouvement à vitesse constante même si cela n'est pas manifesté explicitement dans les justifications.

Par ailleurs, des exemples de justifications avec une approche mathématique sont les suivantes :

« Non. Les deux courbes n'ont jamais un coefficient directeur identique leur vitesse n'est donc pas égal » (CE : 6)

« Chaque courbe est une droite donc la vitesse est constante pour les deux objets et les droites n'ont pas le même coefficient directeur donc la vitesse est différente » (CE : 2).

Nous remarquons que ces justifications ne rendent pas explicite le déroulement du temps ce qui nous amènent à penser que même si l'écoulement du temps est représenté explicitement sur le graphique lors de l'analyse de la situation graphique il est masqué pour l'allure de la courbe.

D'autres justifications mettant en jeu des connaissances mathématiques sont constatées :

²⁸ CE correspond aux initiales de Corbeil-Essonnes, et 8 au chiffre attribué à l'élève selon une organisation alphabétique de leurs noms ; ce type de convention est utilisé de la même façon pour les deux autres lycées, à savoir: COURN correspond aux initiales de La Courneuve et ABB correspond aux initiales de ABBEVILLE.

« Non. Les 2 courbes ont une fonction différente. Leur vitesse de déplacement ne peut pas être la même. Or, on voit un point d'intersection c'est trompeur car il correspond au point d'intersection des objets (COUR : 17) »

On constate que bien que la fonction de la courbe représentée ne soit pas explicitée, elle est l'argument de la réponse, on déduit que chez l'élève il est certain qu'une même fonction ne peut pas avoir deux représentations graphiques différentes. La remarque au sujet du point où les droites s'intersectent attire notre attention parce qu'il nous amène à penser qu'une attention particulière aux grandeurs placées sur les axes est portée. D'ailleurs, d'autres élèves remarquent le point de croisement des droites en précisant le renseignement qu'il donne :

« Non. Ils ont la même position quand l'abscisse est de 3 mais pas la même vitesse, les droites n'ont pas le même coefficient directeur » (ABB : 1).

« Non. On aurait tendance à croire qu'à 30cm, les objets A et B ont la même vitesse car les lignes se croissent. Tandis que même position ne veut pas dire même vitesse. De plus, A et B ont une vitesse constante propre à eux (ligne) » (COURN : 10)

« Non. Les deux objets n'ont pas la même vitesse car on voit bien que l'objet B se déplace plus rapidement. Le fait est que le croisement des droites induit le croire ». (COURN : 18)

Nous remarquons, dans les deux premières manifestations, que le point de croisement des droites induit de répondre que les objets ont la même vitesse, cependant ces élèves sont très attentifs aux informations que les coordonnées du point de croisement des courbes portent.

Nous trouvons d'autres justifications qui nous semblent montrer que bien que dans la vitesse on a deux variables en jeu, distance parcourue et temps (durée), on privilégie la distance ; deux exemples sont présentés par la suite :

« Non. La particule A et la particule B ont un point d'intersection cependant ils ne sont pas ni la même distance donc n'ont pas la même vitesse ». (ABB : 6)

« Non. La distance parcourue par B est plus grande que celle de A donc l'objet B est plus rapide » (ABB : 6)

Enfin, la caractérisation du mouvement semble être une autre méthode :

« Non. Ils ont tous les deux un mouvement uniforme et rectiligne ». (COURN : 25)

Justifications et analyse à la réponse « oui » (réponse incorrecte)

Les élèves qui ont répondu que les objets A et B avaient la même vitesse, étaient amenés à dire à quel moment en répondant à la question suivante : « S'il en est ainsi, à quel moment l'ont-ils ? Nous constatons que toutes les réponses se réfèrent au point d'intersection des deux courbes la réponse est donnée de manières diverses comme illustrée dans le tableau 1.5, ci-dessous :

Tableau 1.5 Répartition des réponses à la question « S'il en est ainsi, à quel moment l'ont-ils ? Pour la réponse « oui » (réponse incorrecte) de la situation 1 du pré-test

Catégorie	3s	(30 ; 3)	Au moment Où ils se croisent	X = 30	Aucune Justification
Proportion De Réponses	$\frac{34}{46}$	$\frac{5}{46}$	$\frac{4}{46}$	$\frac{1}{46}$	$\frac{1}{29}$

La répartition des justifications nous semble révéler, en particulier, la persistance de la difficulté que nous avons nommée « confusion pente-hauteur » en conséquence l'utilisation de la pente pour accéder à la vitesse instantanée n'a pas été mobilisé il n'y a donc aucune réponse dans la catégorie que nous avons désigné comme approche mathématique ; d'ailleurs, ces élèves ne s'aperçoivent pas que la vitesse instantanée ne se retrouve dans aucun point sur le graphique.

Au regard de nos catégories d'analyses nous faisons le regroupement des justifications comme illustrée dans le tableau 1.6, ci-dessous :

Tableau 1.6 Catégorisation de justifications associées à la réponse « oui » (réponse incorrecte) de la situation 1 du pré-test.

Catégorie	Approche Physique	Approche Mathématique	Approches Inattendues	Aucune Justification
Proportion De Réponses	$\frac{7}{46}$	$\frac{0}{46}$	$\frac{37}{46}$	$\frac{2}{46}$

Des exemples de justifications avec une approche physique sont les suivantes :

« Oui. $t=3s$. Les courbes se rejoignent à cet endroit et $v = \frac{d}{t}$ donc pour l'objet A et B c'est $v = \frac{30}{3} = 10cm.s^{-1}$ » (COURN : 8 ;

« Oui. $V = \frac{d}{t} = \frac{30\text{cm}}{3\text{s}} = 10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ » (ABB : 10)

« à $t=3\text{s}$. $v = \frac{d}{t}$; $v_a = \frac{30}{3} = 10\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ et $v_b = \frac{30}{3} = 10\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$; à $t = 3\text{s}$ » (CE : 24).

« Oui. $t=3\text{s}$. Oui car $t v = \frac{d}{t}$ et à $t=3\text{s}$ les objets A et B ont la même d et t » (COURN: 6).

Nous notons que les justifications s'appuient sur le concept de vitesse moyenne en faisant le rapport entre distance parcourue et durée, cependant la valeur de la position est utilisée au lieu de la distance parcourue pour l'objet A, ce qui nous laisse penser soit qu'il y a une confusion entre les notions de position et de distance parcourue lors de l'utilisation de la définition du concept de vitesse notée sous forme algébrique; soit qu'on ne sait pas la repérer dans le cadre graphique, c'est-à-dire, que l'élève ne s'aperçoit pas du fait que la distance parcourue corresponde à la longueur d'un segment. Cependant, nous sommes conscientes, comme l'a souligné Duval (1998), que la question, telle qu'elle est posée, induit à ne prendre en compte que des valeurs associées aux points.

Ces justifications nous conduisent à établir deux nouvelles catégories d'analyse, à savoir : l'utilisation incorrecte de la relation $v=d/t$ dans le cadre graphique et la confusion position-distance parcourue ; ces catégories inattendues seront utilisées lors de l'analyse des prochaines questions dès qu'elles seront remarquées.

Par la suite nous présenterons d'autres justifications correspondantes à des catégories inattendues.

« Oui. Lorsqu'ils se croisent. On peut voir sur le graphique qu'à 3 secondes, ils ont la même vitesse 30cm » (COURN : 14) ;

La grandeur position, x (cm), placée sur l'axe vertical est lue comme la vitesse ce qui nous laisse penser soit que l'attention n'est pas portée sur la grandeur placée, soit qu'il y a une confusion entre les notions de position et de vitesse; nous dirons donc qu'il y a 2 nouvelles catégories d'analyse: le manque d'attention à la grandeur placée sur l'axe vertical et une confusion entre les concepts de position et le concept de vitesse (confusion position-vitesse); cependant étant donné le niveau académique des élèves nous sommes tentées de penser qu'il s'agit d'un manque d'attention aux grandeurs placées sur les axes du repère.

D'autres justifications sont présentées par la suite :

« 3 secondes. Les 2 objets sont à la même distance à 3s car les 2 courbes se coupent au point d'abscisse 3. S'ils sont à la même distance à un instant donné, ils ont alors la même vitesse à cet instant ». (CE : 21)

« On observe que les courbes représentatives des mouvements des objets A et B se croise (se coupe) en un point de coordonnées $x=30$ cm et $t=3s$ donc on conclue que ce point correspond au moment où les 2 objets sont à la même vitesse. ». (CE : 9)

« à $t=3s$ les 2 objets ont atteint la même distance de 30 cm en un même temps (3s), ils ont donc la même vitesse de déplacement. Cet instant t est déterminé par l'abscisse du point d'intersection des 2 droites. ». (CE : 18)

Ces justifications nous semblent exprimer l'idée que lorsque deux objets ont la même position à un instant donné ils ont donc la même vitesse, en d'autres termes, même position signifie avoir même vitesse. Cette idée est retrouvée dans la mémoire du master Mesdjian et Bartholomot (2018-2019) qui proposent aux élèves d'analyser une chronophotographie pour le mouvement de deux voitures où l'une dépasse l'autre ; la recherche montre que lorsque la vitesse des voitures est demandée à l'instant du dépassement les élèves affirment que les voitures ont la même vitesse. Par la suite nous prendrons cette idée comme une nouvelle catégorie d'analyse et la désignerons comme « même position veut dire même vitesse ». Dans les trois justifications présentées plus haut, nous notons que les élèves évoquent le phénomène impliqué dans la situation-graphique ce qui nous laisse penser qu'ils font un lien et, en même temps, une distinction entre le mouvement et sa représentation graphique. Cependant nous constatons d'autres justifications qui semblent exprimer cette idée « même position veut dire même vitesse » même sans faire ce lien ou en faisant un mélange entre le deux :

« Oui. 3s. Les deux droites se coupe au même moment en 3s pour 30 cm donc à l'intersection » (ABB : 6)

« Oui. 3s. Les deux courbes ont un même point d'intersection à 3s ». (ABB : 8)

Enfin, il y des justifications qui nous semblent montrer que le graphique de position en fonction du temps est compris comme l'évolution temporelle de la vitesse :

« Oui. $t=3s$. L'objet A et B gagne de la vitesse, l'objet B gagne de la vitesse plus rapidement que le A, l'objet B fini donc par dépassé en $t=3$ la ou les 2 ont la même vitesse » (ABB : 17).

Sur l'ensemble de ces justifications nous remarquons que le point de croisement a attiré toute l'attention de l'élève en bloquant, d'une certaine manière, la mobilisation du concept de vitesse moyenne et instantanée dans le cadre graphique. Le fait que les élèves associent des vitesses identiques à des points d'intersection des courbes peut montrer que les élèves ont une notion de vitesse instantanée différente à celle de la physique, donc il semble souhaitable de proposer aux

élèves des situations qui permettent rapprocher la vitesse moyenne de la vitesse instantanée en raisonnant sur des petits intervalles de temps.

Enfin, nous faisons un bilan des difficultés inattendues rencontrés lors de l'analyse de ces justifications :

- Utilisation incorrecte de la relation $v=d/t$ dans le cadre graphique.
- Confusion des notions position et distance parcourue.
- Manque d'attention à la grandeur placée sur l'axe vertical.
- Confusion entre le concept de position et le concept de vitesse.
- Même position signifie avoir même vitesse.

4.2.2 Question 1b.

Dans le contexte de la première situation-graphique (cf. figure 1.24) la question « b » qui se pose est : À l'instant $t=2s$, la vitesse de l'objet A est-elle plus grande, plus petite ou égale à la vitesse de l'objet B ? Comme nous l'avons montré, plus haut, seulement 37 élèves sur 75 ont donné la réponse correcte en répondant « plus petite ».

Justifications

Dans cette partie, nous présentons les justifications rencontrées, d'abord pour ceux qui ont donné la réponse correcte (plus petite) et ensuite pour ceux qui ont donné une réponse incorrecte (plus grande ou égale).

Justifications et analyse à la réponse « plus petite » (réponse correcte).

Au regard de nos catégories d'analyse, nous regroupons les justifications comme illustré dans le tableau 1.7, ci-dessous :

Tableau 1.7 Catégorisation de justifications associées à la réponse « plus petite » (réponse correcte) de la situation 1 du pré-test.

Catégorie	Approche Physique	Approche Mathématique	Approches Inattendues	Aucune Justification
Proportion De Justifications	$\frac{15}{37}$	$\frac{4}{37}$	$\frac{15}{37}$	$\frac{3}{37}$

Nous constatons que pour répondre à cette question, qui porte sur une vitesse instantanée, l'utilisation explicite du concept de vitesse moyenne a été plus mobilisé par rapport à l'utilisation

de l'association pente-vitesse ; comme dans la situation précédente nous retrouvons aussi des raisonnements différents à ceux que nous avons prévus.

Sous la catégorie que nous avons nommée « approche physique » se trouvent certaines des justifications suivantes :

« Plus petite. Car la distance est plus petite pour une même durée ($A=10\text{cm}$, $B=20\text{cm}$) » (ABB : 19).

« Plus petite. Car pour l'objet a en 1s parcourt 5cm. L'objet b en 1s parcourt 10cm ; $A \rightarrow 2s = 10\text{cm}$. $B \rightarrow 2s = 20\text{cm}$ » (ABB : 6).

« Plus petite. Sur une durée de 2 seconde l'objet A à parcourt environ 10cm là ou de l'objet B en a parcouru 20 » (COURN : 24) ;

« + Petite, à 2s l'objet $\rightarrow 20\text{cm}$ (départ 0) alors qu'objet A $\rightarrow 25\text{cm}$ (départ 15cm) » (ABB : 29)

« Plus petite. $V_A = \frac{d_A}{t} = \frac{10}{2} \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$; $V_B = \frac{d_B}{t} = \frac{20}{2} = 10\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ A- \rightarrow passé de 15 cm à 25 cm \rightarrow 10 cm, B- \rightarrow passé de 0 cm à 20 cm \rightarrow 20 cm » (CE : 3)

Ici-là, nous remarquons que les valeurs des distances parcourues pour une durée de deux secondes ou d'une seconde sont correctement relevées du graphique ; lors de l'utilisation de la relation mathématique de la vitesse il est bien compris que la variable « d » correspond à la distance parcourue. Comme nous l'avons dit, ces justifications nous semblent montrer une correcte utilisation de la notion vitesse moyenne dans le cadre graphique et que cette notion suffit pour donner une réponse à une question sur la vitesse instantanée à 2 secondes.

Des exemples de justifications avec une approche mathématique sont les suivantes :

« Plus petite. Son coefficient directeur est plus faible » (ABB : 1)

« Plus petite. La vitesse de l'objet A est plus petite car le coefficient directeur de sa longueur est inférieur à celle de l'objet B » (CE : 6)

« Les courbes sont de droites d'équations $A : y = 5x + 15$ et $B : y = 10x$ On constate que la courbe B a un coefficient directeur plus élevé que la courbe A et par conséquent l'objet B a une vitesse supérieure à l'objet A car sa vitesse est plus élevée constamment » (CE : 10).

Ces explications s'appuient sur l'association entre le coefficient directeur et la vitesse ; dans la dernière justification nous notons que la fonction représentée pour chacune des courbes est définie et les coefficients directeurs sont comparés afin de donner la réponse.

Parmi les justifications inattendues nous remarquons des explications qui s'appuient sur :

- la forme de la courbe ainsi que la définition de vitesse :

« + petite. Les déplacements des objets A et B sont représentés par des lignes ce qui veut dire vitesse constante. A se déplace à une vitesse de 5cm/s et B a 10cm/s. La vitesse de A ne dépasse jamais celui de B. 11 » (COURN : 11).

- La pente et l'angle formé par la droite et l'axe horizontal :

« Plus petite. La droite B monte plus en hauteur » (ABB : 2) ; « Plus petite. La courbe de l'objet A a une inclination qui fait que l'on voit qu'il tend vers + (symbole infini) mais qu'il mettra + de temps à y parvenir que l'objet B. Sa pente est – élevée que celle de l'objet B » (CE : 1)

- La dérivée :

« Plus petite. Car la distance n'est pas importante, c'est le « dérivé » et la courbe de l'objet B est plus pentue ». (CE : 12).

Nous soulignons que c'est la seule réponse qui évoque la dérivée cependant elle n'est pas mise en œuvre.

- La position relative des droites et l'information qui porte l'ordonnée à $t=2s$:

« La position A est plus haute que la position B mais la courbe A est en baisse par rapport à la courbe B qui elle croissante. Donc la vitesse de A y est plus petite à $t=2s$ même si sa position est plus grande » (CE : 26).

- Les points de départ :

« Car B l'objet B commence à 0cm tandis que l'objet A commencé à environ 15 cm donc l'objet B a parcouru un plus long déplacement » (CE : 22).

Justifications et analyse à la réponse « plus grande » (réponse incorrecte)

Des 38 élèves sur 75 qui ont donné une réponse incorrecte 35 ont répondu « plus grande ». Par la suite nous présentons certaines des justifications au regard des difficultés retrouvées dans la situation 1a.

- Confusion entre les notions de position et distance parcourue :

« Plus grande. On sait que la droite B est linéaire car elle passe par l'origine. Donc elle est aussi proportionnelle. À l'instant $t=2s$, le rapport de la distance parcourue (ici 25cm) par le temps est égale à 12,5m/s pour la droite A Alors que pour la B, le rapport de la distance parcourue par le temps est égale à 10m/s » (COURN : 22) ;

« Plus grande. Si l'on applique la relation $V=d/t$ sur les deux objets, nous obtenons :

$$V_{A(t=2s)} = \frac{d_A}{t_A} = \frac{25}{2} = 12.5m. s^{-1}, V_{B(t=2s)} = \frac{d_B}{t_B} = \frac{20}{2} = 10m. s^{-1} \text{ (COURN : 23)}$$

« Plus grande. Car elle se situe 5cm au-dessus de B qui lui est à 20cm (et l'objet A à 25cm) donc l'objet A à une vitesse de 12,5/s tandis que l'objet B est à 10cm/s » (ABB : 7)

On constate que les justifications s'appuient sur le concept de vitesse et que sa définition sous forme algébrique est bien notée mais la variable « d » est prise comme la position de l'objet à $t=2s$; cependant il pourrait s'agir aussi d'une difficulté à lire la distance parcourue sur le graphique. On constate dans la première justification que bien que les caractéristiques de linéarité et proportionnalité soient évoquées elles ne sont pas exploitées pour donner des caractéristiques du mouvement des objets.

- Manque d'attention à la grandeur placée sur l'axe vertical :

« Plus grande. Car à l'instant $t=2$ l'objet va à environ $25\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ alors que l'objet B lui à l'instant va à $20\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ » (ABB : 32).

Parmi les justifications inattendues nous constatons des explications qui s'appuient sur :

- La position relative des droites :

« Plus grande. La courbe A est au-dessus de la courbe B donc plus grande vitesse » (ABB : 8).

« Plus grande. Vitesse plus grande car la droite de l'objet A est au-dessus de celle de l'objet B à 2s » (CE : 3).

« Plus grande. Car la courbe de l'objet A se trouve au-dessus de celle de l'objet B à 2 secondes » (ABB : 15).

Ces réponses nous amènent à penser qu'il s'agit d'un argument visuel.

- La position relative des points de départ des droites :

« Plus grande. Car la A a commencé plus haut que la B » (ABB : 9).

- Position plus élevée signifie avoir une vitesse plus élevée :

« Plus grande. L'objet A es à $\approx 25\text{cm}$ à $t=2s$ et l'objet B à $\approx 20\text{cm}$ donc sa vitesse était plus grande à $t=2s$ ». (ABB : 5).

« Plus grande. $T = 2s$, l'objet A est à 25cm et le B à 20cm donc l'objet A a une vitesse plus grande » (COURN : 1).

« On observe qu'au temps $t=2s$; $X_A=25\text{ cm}$ et $X_B=20\text{ cm}$ donc la vitesse de l'objet A est plus grande que celle de l'objet B au temps $t=2s$ » (CE : 9).

« Car à $t=2s$ l'objet A est à 25 cm alors que l'objet B n'est qu'à 20 cm donc la vitesse de l'objet est plus grande » (CE : 23).

Ces justifications semblent exprimer l'idée que lorsqu'un objet est plus loin par rapport à un autre objet, l'objet plus éloigné a une vitesse plus élevée en oubliant donc que la grandeur temps et la distance parcourue doivent être mis en rapport ; comme nous l'avons mentionné dans l'étude de la notion du temps au niveau psycho-cognitive, cette idée nous révèle que l'attention est centrée sur l'un des aspects du mouvement dans ce cas sur la position finale des objets.

Justifications et analyse à la réponse « égale » (réponse incorrecte)

Nous constatons que 3 sur 38 élèves ont répondu qu'à l'instant $t=2s$, la vitesse des objets A et B sont égales. Voici, ci-dessous, les trois justifications :

« Égale. La vitesse de l'objet A est égale à la vitesse de l'objet B car les 2 courbes sont, à ce moment-là, dans la même ligne (20) » (COURN : 20).

« Car elle démarre après mais montre la même vitesse à 3seconde c'est juste qu'elle se propage un peu plus tard » (CE : 14).

« Égale. La vitesse de l'objet A est égale à la vitesse B car en 2 secondes les objets parcourent la même distance » (COURN : 15).

La première justification semble s'appuyer sur le fait que la ligne $y=20$ (une ligne du quadrillage) coupe les droites A et B, donc ce quadrillage qui est marqué sur le graphique afin de faciliter la mesure des longueurs des segments et la comparaison entre eux pourrait avoir influencé cette réponse. La deuxième justification met en avant le point initial de la droite A et s'appuie sur l'idée de que à $t=3s$ la vitesse est la même pour les deux objets A et B, finalement la troisième explication montre que la distance parcourue n'est pas bien repérée sur le graphique ou que, peut-être ces deux notions ne sont pas bien maîtrisées.

Au regard des justifications à des réponses incorrectes il nous semble souhaitable de proposer aux élèves ce type de situations-graphiques en demandant la vitesse à intervalles de temps comme (1,2) ou (2,3), c'est-à-dire des intervalles différents à (0, x) pour que les élèves s'aperçoivent de la nécessité de regarder, sur l'axe vertical et horizontal, un segment de droite qui ne commence pas de zéro ; il nous semble aussi souhaitable de faire travailler les élèves sur cette situation de dépassement mettant en œuvre la représentation graphique et la chronophotographie (qui est très habituel dans le cadre de l'enseignement) en même temps afin de les comparer et repérer les renseignements que chacune apporte sur le phénomène.

Enfin, nous faisons un bilan des difficultés inattendues rencontrés lors de l'analyse de ces justifications :

- La position relative des droites.
- La position relative des points de départ des droites.
- Position plus élevée signifie avoir une vitesse plus élevée.

4.2.3 Question 2

Dans le contexte de la deuxième situation-graphique, correspondant à la figure 1.25 ci-dessous, la question qui se pose est : Dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été la plus élevée ? Comme nous l'avons montré, plus haut, 56 élèves sur 75 ont donné la réponse correcte en répondant « entre $t=0s$ et $t=1s$ » (choix A).

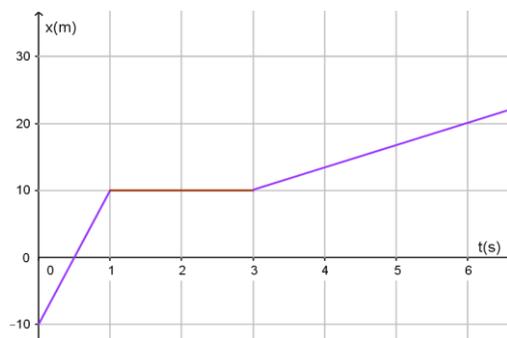


Figure 1.25 Deuxième situation-graphique au pré-test.

Justifications

Dans cette partie, nous présentons les justifications rencontrées, d'abord pour ceux qui ont donné la réponse correcte (entre $t=0$ et $t=1s$) et ensuite pour ceux qui ont donné une réponse incorrecte (entre $t=1s$ et $t=3s$, entre $t=3s$ et $t=6s$, autre ; choix B, C et D).

Justifications et analyse à la réponse « entre $t = 0s$ et $t=1s$ » (réponse correcte).

Au regard de nos catégories d'analyse, nous regroupons les justifications comme illustré dans le tableau 1.8, ci-dessous :

Tableau 1.8 Catégorisation de justifications associées à la réponse « entre $t=0$ et $t=1s$ » (réponse correcte) de la situation 2 du pré-test.

Catégorie	Approche Physique	Approche Mathématique	Approche Inattendue	Aucune Justification
Proportion				
De	$\frac{30}{56}$	$\frac{5}{56}$	$\frac{20}{56}$	$\frac{1}{56}$
Réponses				

Nous remarquons que le rapport entre la distance parcourue et la durée est plus utilisée que l'association pente et vitesse peut-être parce que la question amène à raisonner sur un intervalle. Des exemples de justifications avec une approche physique sont les suivantes :

« On observe qu'entre 0 et 1 la courbe passe de $x = -10m$ à $x = 10m$; soit 20m entre 0s et 1s. La vitesse était la plus élevée entre 0 et 1 seconde » (CE : 9) ;

« $v = \frac{d}{t} = \frac{20}{1} = 20m/s$, Entre $t=0s$ et $t=1s$, l'objet a parcouru 20cm donc une distance élevée en peu de temps. En comparant de la même manière les autres intervalles $v = \vec{0}$ [1; 3] ; $v = \frac{d}{t} = \frac{10}{3} \cong \frac{3m}{s}$ [3; 6] » (COURN : 20)

« Entre $t=0s$ et $t=1s$, l'objet a la plus grande vitesse, elle fait 20m/s tandis qu'entre $t=3s$ et $t=6s$, elle fait seulement 10m/3s » (COURN : 10)

Nous constatons que ces justifications s'appuient sur le concept de vitesse moyenne. On note, d'un part, que les positions initiales et finales ainsi que les distances parcourues sont correctement repérées sur le graphique, d'autre part, que le concept de vitesse est bien maîtrisé. Bien que la consigne de la situation ne demande pas de se prononcer sur les autres intervalles, nous remarquons que dans la dernière justification pour le troisième intervalle de temps la vitesse est calculée mais non pour le deuxième où la vitesse moyenne est nulle. D'ailleurs, concernant l'interprétation de l'intervalle entre $t=1s$ et $t=3s$ où l'objet reste immobile nous trouvons les justifications suivantes :

« A. Il parcourt 20m en 1s alors que de 1s à 3s la vitesse est stable donc moins importante que de 0s à 1s » (ABB : 10)

Nous remarquons que ce segment de droite, entre $t=1s$ et $t=3s$, est compris comme une vitesse constante ; cette interprétation est retrouvée aussi dans la justification illustrée dans la figure 1.26, ci-dessous :

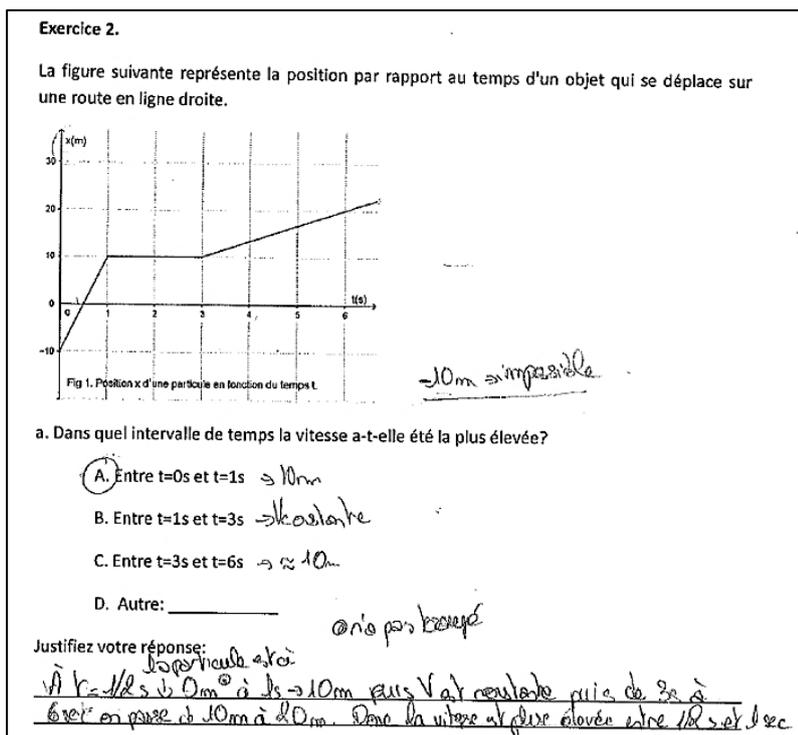


Figure 1.26 Production écrite concernant la situation 2 du pré-test : « À $t=1/2s$ la particule est à $0m$ n'a pas bougé à $1s \rightarrow 10m$ puis V est constante puis de $3s$ à $6s$ sec on passe de $10m$ à $20m$. Donc la vitesse est plus élevée entre $1/2$ s et 1 sec » (CE : 5).

On constate que l'intervalle entre $t=1s$ et $t=3s$ n'est pas interprété comme si l'objet garde la même position pendant une durée de 2 secondes sinon comme une vitesse constante ce qui nous laisse penser que l'élève a associé la forme de la courbe avec la représentation d'une fonction constante, c'est-à-dire, que nous pensons que l'allure de la courbe a influencé l'interprétation de ce segment. D'autres éléments sur la réponse attirent notre attention, par exemple, il est noté « $-10m \rightarrow impossible$ », d'ailleurs, la justification commence avec « À $t=1/2s$ la particule est à $0m$ n'a pas bougé... »; on constate que la partie négative de la courbe n'est pas prise en compte et que le point dont les coordonnées $(0.5, 0)$ est interprété comme l'immobilité; ces remarques nous amènent à penser, d'une part, que la partie négative sur l'axe des ordonnées pose une difficulté chez l'élève, cette difficulté est liée à la possibilité d'avoir une position négative, en d'autres termes, la grandeur physique position n'est pas comprise comme une grandeur vectorielle; d'autre part, que le point $(0.5, 0)$ est compris comme le point de départ avec une vitesse nulle.

Des exemples de justifications avec une approche mathématique sont les suivantes :

« A. C'est à cet endroit-là que le coefficient directeur est le + grand ce qui indique vitesse la + élevée » (ABB : 3)

« On peut dire que la vitesse est la plus élevée entre $t=0s$ et $t=1s$ car il s'agit de l'intervalle dans laquelle la pente de la courbe est la plus élevée » (CE : 24) 4)

On constate que ces justifications s'appuient sur le coefficient directeur et sa comparaison pour les différents intervalles de temps.

Dans la catégorie « des approches inattendues » nous considérons qu'il y a des justifications qui semblent utiliser l'approche physique et l'approche mathématique en même temps, nous regroupons ces justifications sous la catégorie que nous désignerons comme « approche physico-mathématique », certaines de ces justifications sont les suivantes :

« Car la pente de la courbe est la plus abrupte dans cet intervalle la vitesse est de 20 cm/s alors qu'elle est de 0m/s dans l'intervalle B est environ 3m/s dans l'intervalle C » (CE : 6).

« La courbe a entre $t=0s$ et $t= 1s$ un coefficient directeur plus élevée (la distance parcourue est plus élevée entre 0s et 1s qu'à d'autres moments) sur le graphique » (CE : 10).

« A. C'est là coefficient directeur est le plus grand, la figure monte de 2 carreaux en ordonnée en seulement un carreau en abscisse » (ABB : 1).

Nous constatons, d'une part, que les distances parcourues et les durées sont correctement lues sur le graphique et mises en rapport pour donner des valeurs de vitesse, d'autre part, la pente ou le coefficient directeur sont pris en compte.

Enfin, nous trouvons de justifications qui nous semblent se rapprocher de l'approche mathématique en évoquant notions liées à la pente de la droite, nous les regroupons sous la catégorie « inclinaison-croissance », par la suite quelques exemples :

« La droite croît de manière évidente et rapide à cet instant. Elle est plus raide » (CE : 4)

« Car c'est là que le dénivelé est le plus important » (CE : 12)

« Car l'inclinaison de la droite sur l'intervalle (0 ; 1) est forte par rapport à celle des autres intervalles » (CE : 19) »

« A. Entre le temps 0s et temps=1s la droite est plus raide » (ABB : 2) »

Ces justifications semblent s'appuyer sur l'une des variables visuelles citées par Duval (1998) et que nous avons mentionné lors de l'étude des difficultés déjà connues, à savoir, l'angle du tracé avec les axes, dans notre cas, plus particulièrement avec l'axe des abscisses ; apparemment il semble évident de repérer et comparer visuellement l'angle que chacun des segments de droite dans le but d'établir dans lequel des intervalles la vitesse est la plus élevée.

Justifications et analyse des réponses incorrectes

Nous constatons que 19 élèves sur 75 ont donné une réponse incorrecte en choisissant les intervalles : entre $t=1s$ et $t=3s$ (choix B) ; « entre $t=3s$ et $t=6s$ » (choix C) ou « autre » (choix D). La répartition de ces réponses est décrite dans le tableau 1.9 ci-dessous :

Tableau 1.9 Répartition des réponses incorrectes associées à la question : dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été la plus élevée ? de la situation-graphique 2 du pré-test.

Réponse	Entre $t=1s$ et $t=3s$ (Choix B)	Entre $t=3s$ et $t=6s$ (Choix C)	Autre (Choix D).
Proportion De Réponses	$\frac{1}{19}$	$\frac{11}{19}$	$\frac{7}{19}$

Par la suite nous présentons et analysons les justifications pour chacune des réponses.

Justifications et analyse à la réponse « entre $t=1s$ et $t=3s$ » (choix B, réponse incorrecte)

Nous constatons qu'un seul élève sur 19 a répondu « entre $t=1s$ et $t=3s$ » en donnant la justification suivante :

« B entre (1 ; 3) car c'est une route en ligne droite et la courbe est constante durant ce laps de temps c'est au moment où l'accélération maximum est atteinte donc la vitesse est plus élevée » (CE : 14).

On constate que la justification s'appuie sur la forme du segment de droite pour l'intervalle (1 ; 3), cette forme est associée à la forme de la route, nous pouvons donc inférer que le graphique est interprété comme la forme spatiale du mouvement, ce qui nous montre la présence de la difficulté que nous avons nommée « confusion entre trajectoire et graphique ».

Justifications et analyse à la réponse « entre $t=3s$ et $t=6s$ » (choix C, réponse incorrecte)

On constate que 11 élèves sur 19 ont répondu « entre $t=3s$ et $t=6s$ ». Par la suite nous présenterons certaines de ces justifications au regard des difficultés déjà rencontrées.

- Confusion pente-hauteur ; les justifications suivantes semblent révéler cette confusion :

« C. C'est entre $t=3s$ et $t=6s$ car on voit sur le graphique que la courbe est à ce moment-là le plus élevé »
(COURN : 20)

« C. Car la courbe augmente et c'est à ce moment quelle est la plus haute » (ABB : 8)

Nous remarquons que pour répondre à la question, dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été la plus élevée, les élèves portent leur attention sur la valeur de l'ordonnée à $t=6s$ au lieu de prendre en compte la pente de la droite. Dans la mesure où la question propose de raisonner sur un intervalle mais que l'attention est portée seulement sur l'extrême supérieur de l'intervalle de temps, nous constatons que l'élève ne perçoit pas que la vitesse ne peut pas être relevée en prenant un seul point du graphique.

- Confusion entre la notion de position et la notion de vitesse ou manque d'attention à la grandeur placée sur l'axe des ordonnées ; les justifications suivantes semblent révéler cette confusion

« C. La vitesse est plus élevée dans l'intervalle $t=3s$ et $t=6s$ car là l'intervalle $t=0s$ et $t=1s$ la vitesse augmente seulement jusque $10x(m)$ dans l'intervalle (B) elle est constante à $10x(m)$ alors que dans l'intervalle (C) elle augmente jusque $20x(m)$ » (ABB : 11).

Cette justification s'appuie sur la lecture de l'axe des ordonnées comme étant la vitesse, bien que dans la justification il est bien noté les unités spatiales, $10x(m)$ et $20x(m)$, l'élève ne s'aperçoit pas qu'elles ne correspondent pas à la grandeur vitesse ce qui nous laisse penser qu'il y a une confusion entre la notion de position et la notion de vitesse cependant, comme nous l'avons déjà dit, prenant en compte le niveau académique des élèves dans la discipline nous sommes tentés de penser qu'il peut s'agir aussi d'un manque d'attention à la grandeur placée sur l'axe des ordonnées.

- Utilisation incorrecte de la relation $v=d/t$ dans le cadre graphique :

« C. L'objet a parcouru plus de mètres entre $t=3s$ et $t=6s$ donc la vitesse était plus élevée entre $t=3s$ et $t=6s$ » (ABB : 5)

La justification s'appuie sur le rapport entre distance parcourue et durée mais la distance parcourue est incorrectement repérée sur le graphique, il nous semble que cette distance parcourue est lue comme la longueur la plus longue des trois segments que comporte le graphique; cette justification nous semble donc révéler une difficulté inattendue, celle de repérer la distance parcourue à partir de la longueur du segment.

Justifications et analyse à la réponse « autre » (choix D, réponse incorrecte)

On constate que 7 élèves sur 19 n'ont choisi aucun des trois intervalles donnés, ils ont noté un intervalle de temps au-delà de 6s. Certaines des justifications sont présentées par la suite au regard des difficultés déjà mentionnées.

- Confusion pente-hauteur :

« D. Au-dessus de $t=6s$. Car la (courbe) droite continue (à augmenter) à monter au-delà de 6s (ABB : 6) »

« D $t=6$ $t=+\infty$. Car c'est là qu'elle est la plus haute : entre 0 et 1s c'est l'accélération qui est plus importante pas la vitesse » (ABB : 32)

Nous remarquons que ces justifications s'appuient sur la valeur de l'ordonnée au temps en étude, d'ailleurs la dernière justification nous semble indiquer que la partie du graphique, entre $t=0s$ et $t=1s$ est interprétée comme si l'objet est en repos et ensuite il démarre en subissant une accélération, c'est-à-dire, que l'objet a passé d'un état de repos à un état de mouvement.

4.2.4 Question 3

Dans le contexte de la troisième situation-graphique, correspondant à la figure 1.27 ci-dessous, la question qui se pose est :

Les figures 3 et 4 pourraient-elles correspondre au même type de mouvement ? Comme nous l'avons montré, plus haut, seulement 43 élèves sur 75 ont donné la réponse correcte en répondant « oui ».

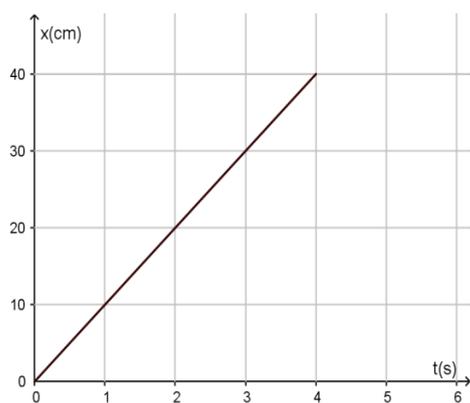


Fig 3. Position en fonction du temps t, exercice 3

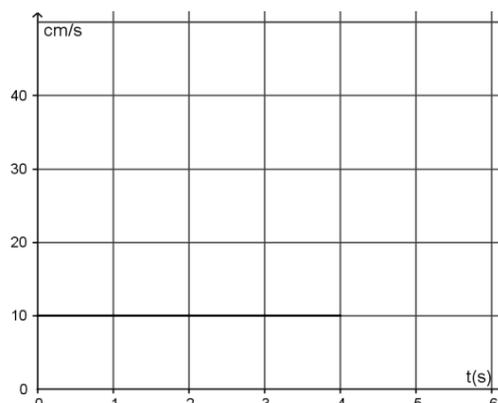


Fig 4. Vitesse en fonction du temps t, exercice 3

Figure 1.27 Troisième situation-graphique au pré-test.

Justifications

Dans cette partie, nous présentons les justifications rencontrées, d'abord pour ceux qui ont donné la réponse correcte (oui) et ensuite pour ceux qui ont donné une réponse incorrecte (non).

Justifications et analyse à la réponse « oui » (réponse correcte).

Au regard des justifications rencontrées nous constatons qu'elles s'appuient majoritairement sur la vérification de la vitesse constante du mouvement dans le premier graphique (figure 3 dans le pré-test) et ensuite la comparaison de ce renseignement (vitesse constante) avec l'information du deuxième graphique. La constatation d'une vitesse constante se fait de manières différentes : a) à l'aide du rapport entre la distance parcourue et la durée, b) sur la forme de la courbe du premier graphique (figure 3 dans le pré-test) mais dans aucun cas en utilisant de manière explicite la relation entre pente et vitesse, c) la façon dont évolue la position par rapport au temps pour caractériser le type de mouvement et e) utilisant deux ou plus des méthodes qui viennent d'être décrites. Ces divers types de justifications seront nous nos catégories d'analyse pour cette situation-graphique.

Nous présentons, par la suite, certains exemples de chacun de ces types de justifications.

- Constatation d'une vitesse constante à l'aide du rapport entre distance parcourue et la durée :

« Oui. La figure 3 nous informe déjà que l'objet arrive à une vitesse constante car on a une droite linéaire qui passe par l'origine de repère. De plus, il parcourt 10cm toutes les 1s, ce qui correspondrait à une vitesse de 10cm/s. La figure 4 nous montre bien cela, on a une droite constante qui correspond à une vitesse constante de 10cm/s » (CE : 18).

« Oui. Avec la formule $v = d/t$ on peut trouver la vitesse de l'objet de la figure 3 avec la formule $d = t \times v$ on peut retrouver la distance par la figure 4 donc oui, dans les 2 cas c'est un objet qui avance à $10\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ » (ABB : 3).

« Oui. Sur la figure 3 l'objet a une vitesse constante donc il a parcouru 40cm en 4s et sur la fig4 c'est en cm/s donc il y a aussi parcouru 40cm en 4s » (ABB : 5).

- Constatation d'une vitesse constante en s'appuyant sur la forme de la courbe du premier graphique :

« Oui. Le 1er graphique montre que la position de l'objet est proportionnelle au temps, il n'y a donc pas de variation de vitesse car sinon la courbe ne serait pas droite, de plus le second graphique nous montre que la vitesse d'un objet est constante donc elles pourraient correspondre au même type de mouvement » (CE : 1).

- Constatation d'une vitesse constante en s'appuyant sur la façon comme évolue la position par rapport au temps :

« Oui. La position est proportionnelle au temps donc la vitesse est constante. Cela pourrait correspondre au même type de mouvement » (CE : 5).

« Oui car dans la figure 4 la vitesse reste la même et dans la figure 3 la position de l'objet avance toujours à la même vitesse donc on a le même type de mouvement » (ABB : 17).

« Oui. On voit que la distance augmente proportionnellement avec le temps, sur la fig. 3 (10cm pour 1s) et sur la fig. 4 on constate que la vitesse qui est de 10cm/s n'augmente pas en fonction du temps » (CE : 10).

« Oui. Le graphique 3 montre que la position par rapport au temps est proportionnelle donc la vitesse de l'objet est constante. Le graphique 4 étudie la vitesse en fonction des temps, la progression en fonction du temps stagne, ainsi la vitesse est constante. Donc ces deux mouvements ont une vitesse constante et stable, cela peut-être le même type de mouvement. Cependant, des mouvements de vitesse constante peuvent être différents entre eux, le graph 3 montre un déplacement rectiligne mais avec le graphique 4 seulement la vitesse est étudiée et un mouvement circulaire peut avoir aussi une vitesse uniforme. Donc le mouvement peut-être le même et peut être différent » (CE : 2).

Dans la deuxième justification, la manière dont évolue la vitesse est aussi analysée.

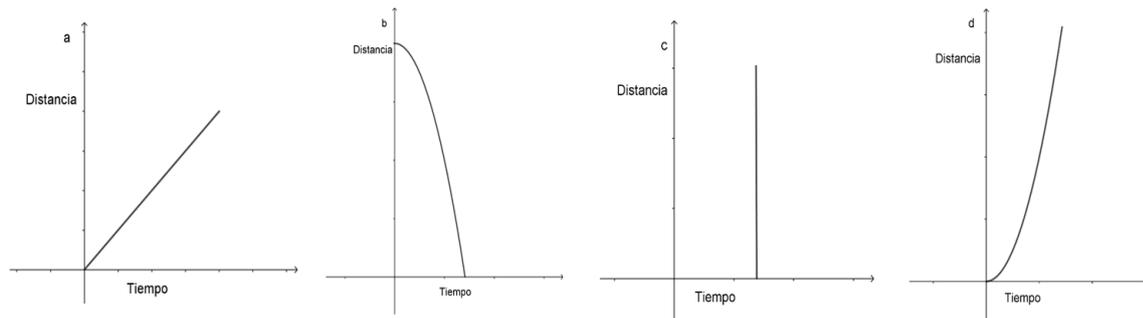
- En s'appuyant sur le type de mouvement :

« Oui. Dans les deux cas, le mouvement est rectiligne uniforme » (COURN : 3).

« Oui. Car on a dans la figure 3 le graphique d'un mouvement à la vitesse constante, or, la figure 4 représente une vitesse constante en fonction du temps. Donc, ces figures peuvent correspondre au même type de mouvement » (COURN : 18).

4.2.5 Question 4

Dans le contexte de la quatrième situation-graphique, correspondant à la figure 1.3 que nous présentons à nouveau ci-dessous, la question qui se pose est : Parmi les courbes suivantes, lesquelles peuvent représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ?



La figure 1.28, ci-dessous, montre la répartition des 75 réponses à cette question.

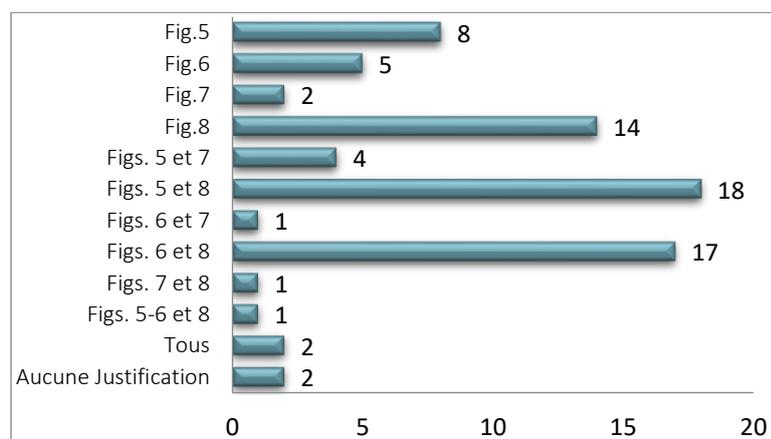


Figure 1.28 Répartition des réponses à la question : parmi les courbes suivantes, lesquelles peuvent représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ? de la situation-graphique 4 du pré-test.

On remarque une diversité de réponses ; les réponses les plus nombreuses en proportion étant la réponse « figure 5 et 8 » (réponse correcte), ensuite la réponse « figure 6 et 8 » (partiellement incorrecte), puis la réponse « figure 8 » (réponse partiellement correcte) et enfin la réponse « figure 5 » (réponse partiellement correcte).

Justifications

Dans cette partie, nous présentons les justifications rencontrées, d'abord pour ceux qui ont donné la réponse correcte (figures 5 et 8), ensuite pour ceux qui ont donné une réponse partiellement correcte (figure 5 ou figure 8), puis pour ceux qui ont donné une réponse incorrecte (figure 6 ou figure 7) et enfin pour ceux qui ont donné une réponse partiellement incorrecte (figures 6 et 8).

Justifications et analyse à la réponse « figures 5 et 8 » (réponse correcte)

Comme nous l'avons présenté dans la figure 1.22 ; 18 élèves sur 75 ont répondu que les graphiques 5 et 8 pourraient représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité. Dans la section précédente, lors de notre présentation de la

construction du pré-test, nous avons mentionné deux méthodes possibles à mettre en jeu, pour répondre à la question posée, l'une consistait à comparer des déplacements à intervalles égaux de temps et à vérifier si ils sont plus grands à intervalles de temps égaux lorsque le temps s'écoule (« approche physique ») ; l'autre c'était celle d'établir d'abord la fonction que les courbes représentent et ensuite repérer la pente de la droite tangente à la courbe à un instant donné et de comparer ces pentes à différents instants (approche mathématique); nous constatons qu'une seule justification s'appuie sur la comparaison des distances parcourues à intervalles égaux de temps et aucune justification s'appuie sur la comparaison des pentes des droites tangentes à la courbe. Donc nous présentons les justifications selon les arguments sur lesquels elles nous semblent s'appuyer, en commençant par la seule justification avec une approche physique :

- Justification avec une approche physique :

« La figure 6 ne veut rien dire car on ne peut être à 0 et 40cm à la fois. La fig. 8 représente une altitude qui diminue de plus en plus vite en fonction du temps donc c'est la bonne. Les fig. 7 montre qqch qui bouge de manière proportionnelle au temps donc ne tombe pas. La fig. 5 montre qqch qui bouge de plus en plus vite donc c'est bon » (CE : 12).

L'attention est focalisée sur la manière dont la position change par rapport au temps ; il est bien maîtrisé que cette variation ne peut pas correspondre à une variation linéaire.

- Des justifications qui s'appuient sur la forme des courbes :

« Avec l'action de gravité la courbe ne peut pas être une droite » (ABB : 20)

« Il faut que la courbe soit une droite » (ABB : 21)

« Car le mouvement n'est pas linéaire : la vitesse de la chute augmente au fur et à mesure » (ABB : 19)

Ces justifications nous amènent à penser que l'élève connaît parfaitement le type de graphiques représentant la position en fonction du temps pour la chute libre et que cette connaissance est mise jeu pour répondre à la question.

- Des justifications qui s'appuient sur les caractéristiques des droites des figures 6 et 7.

« Car les deux autres courbes sont constantes et ne peuvent pas représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement. Donc ce sont les figures 5 et 8 car les courbes montrent un mouvement d'un corps qui tombe » (CE : 22)

Là, les figures 6 et 7 sont rejetés parce qu'elles entraînent une caractéristique constante, qui n'est pas précisée, mais qu'elle n'est pas recevable dans la représentation graphique pour une chute libre.

« Fig. 6 ce type de courbe n'existe pas 1 point ne peut pas avoir plusieurs images » (CE : 21)

Là, la figure 6 est rejetée parce qu'on connaît que dans une fonction une pré-image ne peut pas avoir plusieurs images.

- Des justifications qui s'appuient sur la variation de la vitesse.

« La figure 5 et 8 correspond à la position en fonction du temps et donne à sa chute, on peut aussi voir que la vitesse augmente progressivement » (CE : 7)

« 5 et 8. La gravité est connue sous un autre nom qui est l'accélération de la pesanteur. Cette accélération est une variation de la vitesse. Ce qui explique la figure 8 et 5 » (COURN : 23)

« 5 – 8. On part de 0 en parcourt 40cm vers le bas, la vitesse augmente avec le temps, Il n'est pas question de proportionnalité » (ABB : 16)

Dans ces justifications il est bien maîtrisé que dans une chute libre la vitesse de l'objet change mais ce changement n'est pas mis en lien avec le changement de la distance parcourue. Dans la dernière justification nous remarquons que l'augmentation de la vitesse n'est pas mise en relation, d'une façon explicite, avec la manière dont la distance parcourue change par rapport au temps laquelle est représentée dans les graphiques donnés ; cela nous semble indiquer que bien que l'élève sache que dans une chute libre la vitesse augmente, il ne connaît pas les implications d'une vitesse variable sur la distance parcourue.

Justifications et analyse à la réponse « figures 5 » (réponse partiellement correcte)

La figure 5 a été notée par 8 élèves sur 75 ; les justifications semblent s'appuyer sur :

- La variation de la vitesse :

« La vitesse augmente au fur et à mesure de la chute » (ABB : 13)

« Si on néglige les forces de frottement, les travaux etc... D'emblée la fig. 6 (sa courbe ne passe pas par $t=0s$) ne marche pas. La Fig. 8 ne marche pas aussi car la vitesse ne fait que de diminuer (alors qu'elle devrait augmenter au fur et à mesure qu'elle descend. Même si on néglige les forces et les travaux il faut garder quand même un esprit réaliste. Alors la figure 7 ne marche pas car elle varie linéairement ; alors qu'il existe des interactions différentes de la gravité qui s'appliquent sur le système étudié. Donc c'est la fig. 5 (sachant que sa vitesse augmente petit à petit et qu'elle varie non linéairement) » (COURN : 21)

« La vitesse d'une chute d'un objet accélère par n^n (avec $n \in \mathbb{N}$) ainsi sa représentation graphique serait une parabole. La situation correspondant au graphique de la figure 6 serait une accélération directe en commençant par $t=0$ et une accélération en partant de $t=2$ » (CE : 25)

On remarque que les graphiques présentés dans la situation sont compris comme des graphiques représentant la variation de la vitesse de l'objet. Comme nous l'avons remarqué, plus haut, c'est la variation de la vitesse qui est prise en compte lors de l'interprétation de ces graphiques.

Justifications et analyse à la réponse « figures 8 » (réponse partiellement correcte)

La figure 5 a été notée par 8 élèves sur 75 ; les justifications semblent s'appuyer sur l'orientation de la courbe :

« Car c'est la seule figure qui commence vers le haut et qui ne tombe vers le bas » (ABB : 26)

« Le corps tombe d'une hauteur, donc ça sera la figure 8 » (COURN : 16)

« La figure 5, l'objet monte donc pas de chute, la fig. 7 l'objet monte aussi donc pas de chute, la figure 6, l'objet ne peut pas être à la fois en $t=2$ plusieurs positions en même temps donc c'est la figure 8 » (ABB : 17)

« Car on cherche la représentation d'une chute donc la courbe doit commencer en hauteur, c'est-à-dire qu'elle ne peut pas commencer à zéro et doit être en mouvement avec le temps en étant décroissante pour montrer qu'il y a un mouvement et vers le sol » (CE : 23)

« F8. Les graphiques 1 et 3²⁹ (5, 7) ne correspondent pas car la hauteur de l'objet augmenterait en fonction du temps, le corps tombe en chute libre. Le graphique 4³⁰ est impossible car le corps doit obligatoirement tomber à $t=0s$, il est impossible de tomber à $t=2s$ car dès lors on considérerait 2s d'une minute, comme $t=0s$ de la chute. De plus, une telle fonction mathématique n'existe pas » (CE : 5)

Bien que le choix fait par les élèves soit correcte les justifications ne le sont pas. On remarque que des considérations liées au choix de l'origine et l'orientation de l'axe des ordonnées ne sont pas prises en compte.

Sur l'ensemble de ces justifications (correctes et partiellement correctes) nous remarquons que les élèves prennent bien en compte que la chute libre se caractérise comme étant un mouvement où la vitesse change mais cette variation de la vitesse n'est pas mise en lien, au moins explicitement, avec la façon dont la distance parcourue change au cours du temps. Seulement une justification sur les dix-huit tente d'exprimer la relation entre la distance parcourue par l'objet et

²⁹ Ils correspondent aux figures 5 et 7 (l'élève a renuméroté les figures)

³⁰ Il correspond au graphique 6

le temps écoulé, en d'autres termes, nous soulignons que la relation entre distance parcourue et temps écoulé, rencontrée par Galilée, est rarement mise en jeu par les élèves pendant la résolution de cette situation-graphique bien qu'elle soit explicitement représentée dans les figures 5 et 8. Il nous semble donc pertinent, lors de l'étude de la chute libre, de faire travailler les élèves depuis la représentation graphique de la position en fonction du temps étant donné que cela permettrait de mettre en avant pas seulement que la distance parcourue par l'objet augmente proportionnellement au carré du temps écoulé, mais aussi les effets, sur le graphique $x(t)$, de prendre l'origine des ordonnées sur le sol ou sur le point de départ et si on souhaite aller plus loin, étudier la variation de la vitesse à l'aide de la dérivée.

Dans la mesure où le résultat de ce pré-test montre que les graphiques 5 et 8 ont été privilégiés (proportion la plus élevée) mais que dans les justifications on ne trouve aucune explication sur le choix de l'origine et de l'affectation de signes à l'axe des ordonnées, il nous semble nécessaire de l'explicitier pendant les activités expérimentales.

Justifications et analyse à la réponse « figure 7 » (réponse incorrecte)

La figure 7 a été notée par 2 élèves sur 75, leurs justifications sont présentées par la suite :

« F7. La force gravitationnelle est constante, donc le mouvement du corps tombant par l'action de la gravité doit être représenté par une courbe affine » (CE : 20).

« F7. La figure 7 montre une situation de proportionnalité où la vitesse reste constante. Or lorsqu'un objet tombe librement par la seule action de la gravité, il a une vitesse constante » (CE : 24).

Nous constatons que les justifications s'appuient sur l'idée de représenter une grandeur constante, dans la première justification c'est la force gravitationnelle et dans la deuxième c'est la vitesse. Il nous semble que les élèves reconnaissent un « facteur » constante lorsque la représentation graphique est une droite mais ils ne discriminent pas ce qui est constante, ils ne font pas attention à la grandeur placée sur l'axe des ordonnées.

Justifications et analyse à la réponse « figures 6 » (réponse incorrecte)

La figure 6 a été notée par 5 élèves sur 75, leurs justifications sont présentées par la suite :

« Car il tombe verticalement, sans courbe il est tout droit » (COURN : 1).

« La figure 6 est la seule qui a une courbe que va seulement vers le bas » (COURN : 6).

« Parce qu'elle tombe droite sans variation de vitesse elle est attirée par la gravité seulement en négligeant toutes les autres forces qui feraient varier la vitesse » (COURN : 8).

« Théoriquement le corps qui tombe librement par l'action de la gravité devrait tomber vers le bas » (COURN : 15).

« Lorsque la pomme tombe sur Newton » (COURN : 14).

Ces justifications s'appuient sur la trajectoire décrite par l'objet lors de la chute, ce qui veut dire que le graphique est confondu avec l'aspect spatial du mouvement ; cette justification nous révèle la persistance de la difficulté que nous avons désignée « confusion trajectoire-graphique ».

Justifications et analyse à la réponse « figures 6 et 8 » (réponse partiellement incorrecte)

Ce choix a été fait par 17 élèves sur 75, certaines justifications sont présentées par la suite :

« Les figures 8 et 6 tombent librement seulement par l'action de la gravité car sur la figure 8, la fonction est décroissante contrairement aux figures 5 et 7. Dans la figure 6, le corps tombe en ligne droite » (COURN : 3).

« Les figures 6 et 8 peuvent représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité puisqu'elles représentent des mouvements descendants » (COURN : 9).

« F8 F6. Si l'objet est lourd (graph 6) comme un stylo, si on le lâche, il tombe directement (j'ai fait le test) mais si l'objet est léger il mettra plus de temps à tomber des 40cm (comme une plume) dans le graphique 8 est bon aussi » (CE : 2).

Nous constatons que les justifications s'appuient sur l'aspect spatial du mouvement lorsque l'objet est lancé avec une vitesse initiale nulle ou une vitesse initiale horizontale non nulle. On constate donc la présence de la difficulté « confusion entre trajectoire et graphique ».

Justifications et analyse à la réponse « figures 5 et 7 » (réponse partiellement incorrecte)

Ce choix a été fait par 4 élèves sur 75, certaines justifications sont présentées par la suite :

« J'ai choisi les courbes 5 et 7 car j'ai pensé à l'accélération de la pesanteur et que les courbes 5 et 7 sont croissantes » (CE : 15)

« La figure 5 et 7 car elles partent toutes les deux de $x=0$ à $T=0$ et les deux vitesses augmentent en fonction du temps » (CE : 8)

« Car quand un corps tombe du point 0 on observe que quand le temps découle le temps est de plus en plus en mouvement donc prend de la vitesse (vu qu'on est en cm/s) » (ABB : 7).

On constate que les justifications s'appuient sur le fait que dans la chute libre la vitesse augmente, cette augmentation est donc associée avec la caractéristique croissante des graphiques choisis, cela nous laisse penser que les graphiques sont interprétés comme les graphiques représentant l'évolution temporelle de la vitesse.

Sur l'ensemble des justifications correspondant à une réponse incorrecte ou partiellement incorrecte nous notons que l'une des caractéristiques de la chute libre est prise en compte et mise en relation avec les graphiques proposés, par exemple, si l'attention est portée sur l'aspect spatial du mouvement et notamment qu'il est dirigé vers le bas les graphiques 8 et 6 sont choisis mais si ce qui est retenu est l'augmentation de la vitesse ce sont les graphiques 5 et 7 qui sont choisis, cependant la caractéristique liée au fait que la distance parcourue varie proportionnellement au carré du temps écoulé est rarement prise en compte bien que ce soit ce qui est représenté dans les graphiques 5 et 6. Quant à la représentation graphique de l'écoulement du temps, il est bien repéré seulement pour certains de ceux qui ont rejeté le graphique 6.

4.2.6 Question 5

La cinquième situation-graphique, correspondant à la figure 1.29, ci-dessous, est une situation ouverte où nous invitons les élèves à proposer une situation qui correspond au graphique donné ; spécifiquement la question qui se pose est : À quelle situation peut correspondre le graphique de la figure 9 ?

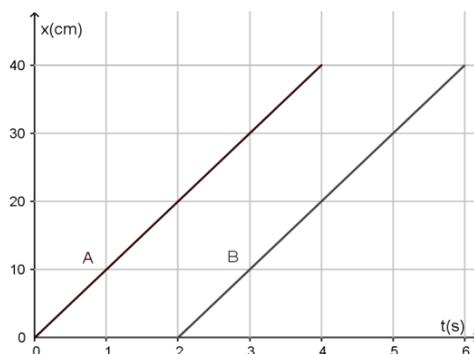


Fig 9. Position en fonction du temps t, exercice 5

Figure 1.29 Cinquième situation-graphique au pré-test.

Catégorisation des réponses.

Afin d'analyser les réponses à cette question nous nous donnons certaines catégories d'analyse en nous appuyant sur : a) la description des renseignements et des faits qui ressortent du graphique,

à savoir : les représentations des positions des objets en fonction du temps étant des droites, les objets A et B ont chacun une vitesse constante correspondant à la pente de la droite. Ces pentes étant égales, les deux objets ont des vitesses égales. Pour chacun des objets la position 0 est prise à différents instants de temps, pour A : $x(0s) = 0\text{cm}$; pour B : $x(0s) = 2\text{cm}$; b) la situation proposée : en général, il s'agit de deux mouvements rectilignes uniformes (vitesse constante) de deux objets se déplaçant à la même vitesse ($v = 10\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$). Au regard de ces critères nous regroupons les réponses sous les catégories d'analyse suivantes :

- a. Description correcte du graphique et proposition pertinente : la réponse porte sur une description des renseignements du graphique mentionnés précédemment et la situation proposée est pertinente avec ces informations.
- b. Description et/ou proposition d'une situation où l'objet est lancé : sous cette catégorie nous regroupons les réponses qui évoquent de manière explicite qu'il s'agit d'une chute libre ou mentionnent que l'objet est lancé.
- c. Aucune réponse/ je ne sais pas : sous cette catégorie nous regroupons les réponses telles que : je ne sais pas, je n'ai pas compris et ceux où il n'y a pas de réponse.

Prenant en compte nos catégories d'analyse, nous regroupons les réponses comme illustré dans le tableau 1.10, ci-dessous :

Tableau 1.10 Catégorisation des réponses à la cinquième situation-graphique proposée au pré-test.

Description correcte du graphique et proposition pertinente	Description et proposition en lien avec la chute libre	Aucune réponse / je ne sais pas
$\frac{41}{75}$	$\frac{20}{75}$	$\frac{14}{75}$

Nous constatons qu'au total 41 réponses sur 75 mentionnent une situation correspondant au graphique donné ce qui nous semble déjà révéler qu'il y a une certaine difficulté à relier les graphiques au monde réel. Par la suite nous présentons certaines des réponses au regard des catégories mentionnées.

- a) Des exemples de réponse avec une description correcte du graphique et une proposition pertinente sont les suivantes :

« Deux objets A et B ont une vitesse constante, égale. L'objet A se déplace dès 0 secondes tandis que l'objet B se déplace en décalage de 2 secondes. C'est pourquoi on observe les droites parallèles » (COURN : 11)

« Je ne pourrais pas inventer une situation car je n'ai pas saisi la globalité des graphiques mais je pense qu'il s'agit d'un mouvement rectiligne et uniforme. De plus le coefficient directeur des deux droites est le même, c'est-à-dire, qu'elles sont parallèles. Le mouvement de deux objets serait parallèle sauf que le temps ($t=0s$ ou $t=2s$) à partir duquel le mouvement commence diffère » (COURN : 17.)

« Deux escargots qui partent à 2 secondes d'intervalle et qui ont tous les deux la même vitesse » (ABB : 18).

« J'ai prolongé pour voir la différence de position à un temps donné le plus loin du départ. Dans les deux cas, le mouvement est le même, car les deux droites ont le même coefficient directeur donc, la même vitesse. (Il se pose toujours la question d'être sûr que ces sont les mêmes car avec la vitesse, je ne le sais pas. Mais je n'ai pas du tout trouvé donc je suppose qu'ils sont les mêmes) la seule différence est que le A est mis en route 2sec avant le B. Si on arrête les deux objets en même temps, il y aura toujours 2sec d'écart entre les objets. Cela peut correspondre à une partie de course entre deux voitures à la même vitesse constante, elles n'accélèrent pas mais l'une part derrière l'autre et ne la rattrape pas. Cela peut aussi être un vol en formation de V d'oiseaux ou d'avions ou le premier reste devant alors qu'ils volent tous de la même manière » (CE : 2).

Nous constatons que ces réponses s'appuient sur les des faits qui ressortent simplement du graphique tel que les droites sont parallèles et que les points d'intersection des droites avec l'axes des abscisses ont un décalage ; ces faits sont correctement mis en lien avec le phénomène physique de base impliqué en associant les pentes aux vitesses et en remarquant le décalage temporel, c'est-à-dire que la représentation graphique du mouvement a été bien interprétée. Cependant nous remarquons que sauf les deux dernières réponses les autres 39 évoquent que la situation correspond à un mouvement rectiligne et uniforme mais ne donnent pas un exemple de la vie quotidienne ou d'une situation expérimentale. Par ailleurs nous notons que toutes les réponses mentionnent que les objets partent ou démarrent leur mouvement, c'est-à-dire, que ces points des coordonnées $(0 ; 0)$ et $(2 ; 0)$ sont compris comme l'instant où l'objet démarre le mouvement et non comme l'instant où on commence l'observation du mouvement ; cependant il semble que cette interprétation ne les a amenés pas à penser à que l'objet a dû subir une accélération pour atteindre ensuite une vitesse constante.

b) Des exemples de justifications avec une description et/ou une proposition d'une situation où l'objet est lancé sont les suivantes :

« Cette situation peut correspondre à deux chutes c'est-à-dire A est a pour départ $t=0$ et B $t=2$. 2 chutes qui se suivent » (CE : 16)

« La chute d'un objet léger. On a un objet A et un objet très léger et on les fait tomber en même temps alors le mouvement presque identique » (ABB : 4)

« Peut correspondre à deux objets jetés à la même vitesse mais si un intervalle de temps différents » (CE : 22)

Il est difficile de comprendre pourquoi sur ce graphique les élèves notent une chute libre ou qu'un objet est lancé, cependant, au regard des réponses données à la situation 4 nous pensons qu'il peut s'agir d'une interprétation du graphique $x(t)$ comme étant un graphique $v(t)$, ayant dans ce cas un manque d'attention à la grandeur placée sur l'axe des ordonnées.

c) Je ne sais pas

« Les positions des deux objets semblent être les mêmes bien qu'un objet soit lancé après l'autre mais je ne sais pas à quelle situation peut correspondre ce graphique » (CE : 15)

Sur l'ensemble des réponses nous remarquons que l'écart temporel des mouvements est majoritairement remarqué ; en certains cas le coefficient directeur des droites est associé à la vitesse et le mouvement rectiligne uniforme est parfois mentionné mais n'ayant que 2 situations concrètes il nous semble constater qu'il reste difficile de relier les représentations graphiques au monde réel.

5. Conclusion des résultats au pré-test

À l'issue de la passation du pré-test nous constatons la persistance des certaines difficultés telles que la « confusion trajectoire-graphique » et la « confusion pente-hauteur », la première est constatée lorsque les courbes tracées sont comprises comme les trajectoires des objets et la deuxième lorsque pour relever la vitesse instantanée c'est la valeur de l'ordonnée au temps étudiée qui est prise en compte au lieu de la pente; cependant il nous semble avoir retrouvé, en particulier, une autre difficulté qui n'avait pas été signalé dans la littérature dans le cadre d'une situation-graphique³¹, il s'agit de l'idée que lorsque deux objets ont la même position à un instant donné ils ont donc la même vitesse.

³¹ Nous rappelons que nous comprendrons par situation-graphique une situation d'étude qui s'appuie sur un graphique et un énoncé

Sur l'ensemble des résultats il nous semble que la maîtrise de la notion vitesse par les élèves est faible dans le cadre de la solution d'une situation-graphique $x(t)$, selon notre interprétation des résultats, à cause des différentes raisons : la position et la distance parcourue sont confondus conceptuellement et/ou difficiles à repérer sur le graphique ; l'écoulement du temps (la durée) n'est pas pris en compte, nous remarquons souvent qu'elle n'est pas notée sur les réponses. Par ailleurs, nous notons, dans les réponses, que rarement l'idée de que le graphique $x(t)$ représente l'évolution temporelle de la position est explicitement notée.

Les résultats de ce pré-test nous amènent à penser aussi qu'il y a un écart entre la représentation graphique $x(t)$ et le phénomène concerné dans la mesure où :

- a) Si l'on observe le mouvement d'un objet réel, dans les activités expérimentales de la classe par exemple, cet objet est visible tandis que dans la représentation graphique $x(t)$ il disparaît.
- b) Pendant l'observation on peut estimer la vitesse de l'objet qui se déplace en faisant des comparaisons avec d'autres objets alors que dans le graphique la vitesse devient pente mais la signification de cette pente n'est pas une donnée explicite sur le graphique $x(t)$ et, en plus, il faut rapprocher la vitesse moyenne de la vitesse instantanée pour répondre à des questions qui portent sur une vitesse instantanée.
- c) Dans les activités expérimentales du cours de physique la position ainsi que le déplacement de l'objet sont directement visualisées et associées à un axe horizontal étant donné que le mouvement a lieu sur le sol tandis que dans la représentation graphique la grandeur position est placée sur l'axe vertical ;
- d) Dans les activités expérimentales de la classe et dans la vie réelle, l'écoulement du temps n'est pas directement « visualisé » alors que dans la représentation graphique il devient l'axe des abscisses.

Ces différences entre l'observation du phénomène et la représentation graphique $x(t)$ nous semblent ajouter des difficultés à l'interprétation de ces graphiques ; ceci nous amène à faire l'hypothèse que faciliter le passage entre l'observation du phénomène et la représentation graphique pourrait aider à surmonter certaines des difficultés évoquées. D'ailleurs, cette hypothèse nous motive déjà à utiliser, dans notre travail de recherche, deux cadres théoriques, d'un part, la théorie des deux mondes (Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009) qui a précisément comme idée fondamentale qu'il faut aider à l'élève à articuler deux mondes: le monde des théories (dans notre cas les graphiques lorsque le temps est pris par variable) et le monde des objets et des événements (dans notre cas , le mouvement rectiligne uniforme), d'autre part, le cadre théorique des représentations sémiotiques (Duval, 1988) qui porte sur les différentes représentations sémiotiques, parmi elles, les représentations graphiques; le premier cadre guidera la conception et l'analyse, le deuxième enrichira l'analyse.

V. Conclusion du chapitre 1

Lors de l'étude des difficultés déjà rencontrées par rapport à l'interprétation des graphiques $x(t)$ où l'objet suit un mouvement rectiligne uniforme ou un mouvement uniformément accéléré, nous avons pris connaissance des différents sortes de difficultés et de certaines des raisons pour lesquelles les élèves peinent à réaliser et interpréter ces graphiques; en nous inspirant de ces études nous avons construit un test initial (pré-test) qui nous permet d'apprécier ou non la persistance de certains des difficultés dans le contexte français et de nous rapprocher des certains raisonnement mis en jeu. Les résultats de la passation du pré-test nous permettent de confirmer la pertinence de concevoir un scénario d'enseignement qui promeut le dépassement de certains des difficultés constatées.

Bien que l'interprétation de ces représentations graphiques semble évidente, l'étude historico-épistémologique concernant les représentations graphiques des grandeurs physiques et l'étude psycho-cognitive de la grandeur temps nous ont laissé remarquer sa complexité dans la mesure où ces représentations entraînent le passage de l'observation d'un phénomène à sa description mathématique où des grandeurs physiques des natures différentes sont représentées et mises en relation en faisant recours à des objets géométriques, en d'autres termes. Il nous apparaît que l'interprétation des graphiques semble une tâche exigeante dans la mesure où dans cette démarche le recours aux graphiques ne se fait pas uniquement dans un cadre mathématique, ce sont des relations entre grandeurs physiques de nature différente qui sont représentées (position, distance parcourue, instant et durée).

À la lumière de cette étude épistémologique et psycho-cognitive ainsi que des résultats du pré-test nous nous proposons de concevoir une possible stratégie d'amélioration lors de l'interprétation des graphiques $x(t)$ en faisant différents choix liés à la conception d'un instrument d'enseignement et des cadres théoriques qui guident la conception et l'analyse des résultats ; ces choix et ces cadres seront précisés dans le chapitre suivant, lors de l'analyse *a priori* du scénario d'enseignement.

Chapitre 2 Conception et analyse *a priori* du scénario d'enseignement

Introduction

Le travail de recherche porte sur l'analyse des difficultés des élèves à réaliser et utiliser des représentations graphiques en cinématique classique ; on se focalise, notamment, sur les graphiques $x(t)$ liant la position et le temps où l'objet suit un mouvement rectiligne uniforme.

Considérant qu'un de nos objectifs est de concevoir une situation didactique qui promeuve le dépassement de certaines difficultés dans l'interprétation de graphiques $x(t)$, nous avons décidé d'utiliser l'Ingénierie Didactique (Artigue, 2015) comme méthodologie de recherche. Nous avons mené une analyse préliminaire par rapport aux représentations graphiques $x(t)$ selon trois dimensions (didactique, épistémologique et institutionnelle) (cf. chapitre 1), laquelle nous permet de préciser et d'explicitier: a) les hypothèses de recherche et la façon dont elles sont engagées lors de la conception de la situation didactique qui est désormais désignée par "le scénario d'enseignement", b) les choix au niveau global et en particulier ceux qui pilotent globalement la conception du scénario ainsi que les choix de chaque situation particulière, c) la difficulté, dans l'interprétation des graphiques $x(t)$ à laquelle nous nous intéressons le plus et d) la question de recherche.

Ces aspects, ainsi que la présentation, l'analyse *a priori* et le déroulement du scénario d'enseignement sont présentés dans ce chapitre.

I. Problématique

La problématique centrale de notre recherche est liée au fait que le mouvement est un phénomène physique lié aux concepts de temps et d'espace. Lors de l'observation de ce phénomène, des variables spatiales, comme la position ou la distance parcourue, peuvent être visuellement repérées, mais la variable temporelle ainsi que l'écoulement du temps ne sont ni visibles ni manipulables dans le monde réel. Par ailleurs, pour des mouvements dont la vitesse est inférieure à la vitesse de la lumière, le temps est absolu et son écoulement se fait dans un seul sens. En revanche, le mouvement peut se faire dans différents sens ; on remarque donc que, pendant l'étude du mouvement, deux variables de différentes natures, la position et le temps, sont mises en relation.

Prenant en compte que la cinématique s'intéresse à la description mathématique du mouvement des objets, on déduit de l'analyse épistémologique (cf. chapitre 1), que nous sommes en face d'une difficulté de nature épistémologique, dans la mesure où la représentation graphique de l'évolution temporelle de la position se fait sur un repère spatial en attribuant ainsi, en quelque sorte, à la grandeur temps un statut spatial, ce qui constitue une source de difficulté lors de l'interprétation

des graphiques $x(t)$. Au regard de cette analyse épistémologique, nous postulons que le fait de faciliter l'accessibilité à la grandeur temps pourrait promouvoir l'accessibilité au graphique $x(t)$ en termes de compréhension de ce qu'il représente, à savoir, l'évolution temporelle de la position. C'est l'hypothèse majeure de ce travail : elle va guider la conception du scénario d'enseignement.

De l'étude des stratégies qui mettent en jeu l'usage des TICE pour surmonter des difficultés dans l'interprétation des graphiques (cf. chapitre 1), il ressort un deuxième postulat : l'utilisation des TICE peut aider à surmonter certaines difficultés dans l'interprétation des graphiques $x(t)$.

Donc, afin de prendre en compte ces deux hypothèses dans la conception du scénario d'enseignement, nous faisons le choix de mettre en jeu un logiciel de géométrie dynamique, dans notre cas le logiciel GéoGébra, et d'utiliser l'outil « curseur » pour représenter et manipuler le temps et ainsi accéder d'une certaine façon à la grandeur temps. Autrement dit, l'utilisation de l'outil curseur est le moyen que nous nous donnons pour : a) rendre visible le temps et b) avoir une certaine manière de manipuler cette variable ; dorénavant nous appelons ce curseur : « curseur temps ». Étant donné que GéoGébra est un logiciel connu des élèves pour ses utilisations en mathématiques mais qu'il est ici utilisé pour l'enseignement de la physique, notre recherche vient ainsi compléter un champ encore en exploration et vise à développer l'utilisation de ce logiciel, tel que simulateur, dans le cadre des représentations graphiques de la cinématique classique.

Dans la mesure où l'étude des réponses des élèves au pré-test (cf. chapitre 1) montre que l'une des situations-graphiques les plus difficiles à interpréter est celle qui porte sur le mouvement de deux objets qui se déplacent simultanément où chaque objet suit un MRU et au bout d'un moment l'un dépasse l'autre (cf. chapitre 1, figure 1.24), nous avons choisi de la prendre comme situation centrale du scénario d'enseignement. Le scénario est conçu dans une approche de modélisation en sciences et s'adresse à des élèves de Terminale Scientifique après l'enseignement de la mécanique, c'est-à-dire que le scénario est proposé comme un atelier supplémentaire au cours habituel de physique. Nous émettons l'hypothèse que le scénario permet aux élèves de réinvestir leurs connaissances en cinématique et d'articuler le monde des théories et des modèles et, le monde des objets et des événements en ayant recours à des différents registres de représentations sémiotiques.

II. Variables macro-didactiques et postulat de recherche

Comme nous l'avons mentionné précédemment, trois choix pilotent la conception du scénario d'enseignement, à savoir : 1) La mobilisation de GéoGébra ; 2) La représentation de la grandeur

temps à l'aide de l'outil « curseur » en associant son écoulement à la manipulation du curseur et

3) La situation d'étude sur laquelle porte le scénario d'enseignement. Dans la mesure où ces choix conditionnent au niveau global le milieu matériel, ainsi que les interactions entre les élèves et leurs connaissances, ils deviennent donc les variables macro-didactiques de cette ingénierie didactique. Concrètement la mobilisation de GéoGébra va conditionner la ressource mise à disposition des élèves ; la situation d'étude va orienter les occasions de réinvestir des connaissances liées à la cinématique classique, et l'outil curseur et ses propriétés vont affecter les stratégies possibles développées par les élèves afin de résoudre les tâches proposées.

Vis-à-vis de ces variables didactiques au macro-niveau nous postulons que le scénario d'enseignement conçu promouvra une amélioration dans l'interprétation des graphiques de la cinématique classique en particulier en ce qui concerne la distinction entre la représentation schématique du mouvement (trajectoire) et sa représentation mathématique (représentation graphique $x(t)$) et choisir la caractéristique du graphique qui donne l'information correspondant au concept physique vitesse.

Etant donné que les variables didactiques peuvent être aussi liées à l'organisation sociale des élèves, puisqu'elles orientent l'interaction des élèves avec le milieu matériel et influence la dynamique possible d'une situation, une nouvelle macro-variable didactique apparaît, il s'agit du travail par binôme. Même si l'attention ne sera pas fortement centrée sur cette variable, nous avons fait le choix de proposer aux élèves de travailler par binôme afin de promouvoir l'échange de leurs connaissances et de les expliciter à travers la verbalisation de leurs discussions pendant la résolution des tâches en nous permettant ainsi de repérer les méthodes et connaissances mobilisées.

III. Cadres théoriques : présentation et motivation

A partir de l'étude des difficultés déjà rencontrées par les élèves à réaliser et interpréter des graphiques liant la position et le temps (cf. chapitre 1), il est ressorti que l'une de ces difficultés est que les élèves peinent à lier les graphiques au monde réel. Cette difficulté a été constatée dans les résultats du pré-test ; selon notre interprétation des réponses des élèves, cette difficulté est due à ce que les implicites que contiennent ces graphiques sont négligés. Ces implicites sont liés à des simplifications et choix qui sont faits pendant la démarche de réalisation du graphique. Par ailleurs, on remarque que lors de l'interprétation des graphiques proposés dans le pré-test, des

éléments de la vie réelle sont confondus avec des éléments du graphique. Du fait de ce constat, nous faisons le choix de prendre la théorie des deux mondes (Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009) comme cadre théorique qui guide la conception et l'analyse du scénario conçu. Prenant en compte que nous avons choisi de mettre en jeu les TICE en concevant un scénario d'enseignement qui repose sur un logiciel de géométrie dynamique, nous mobilisons un deuxième cadre, il s'agit du monde intermédiaire ou monde simulé (Beaufils et Richoux, 2003). De plus nous faisons appuie sur le cadre de registres de représentation sémiotique (Duval, 1998).

La théorie des deux mondes, la théorie du monde intermédiaire et le cadre de registres de représentation sémiotique ainsi que leur articulation sont présentées, de façon générale, par la suite.

1. La théorie des deux mondes

D'un point de vue épistémologique, il est possible de caractériser le fonctionnement de la physique comme la recherche de relations entre les phénomènes et les concepts et les lois permettant d'expliquer, d'interpréter, de prédire ces phénomènes (Bécu-Robinault, 2015). Ces relations, désignées relations de modélisation sont étudiées selon différentes approches, la théorie de deux mondes étant l'une d'elles.

La théorie des deux mondes est une construction théorique qui vise à expliciter les bases de la conception des ressources (séquences, matériels) pour l'enseignement de la physique. Elle a émergé de l'activité de conception en interaction avec l'activité de recherche (Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009, p. 2291). En s'appuyant sur des hypothèses relatives aux fonctionnements du savoir enseigné et des connaissances des élèves, la théorie des deux mondes propose une double catégorisation des connaissances: d'une part, les connaissances quotidiennes et d'autre part, les connaissances physiques. Pour chacune de ces catégories, elle distingue : a) les théories/modèles et, b) les descriptions/observations en termes d'objets et d'événements d'une situation matérielle (ibid., p. 2287). Autrement dit, les connaissances disciplinaires et les connaissances de la vie quotidienne sont catégorisées en : le monde des théories et le monde des objets et des événements (figure 2.1).

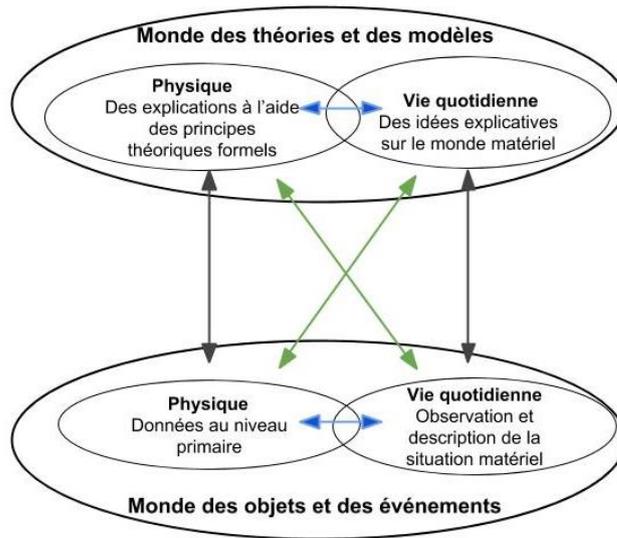


Figure 2.1 La théorie des deux mondes : double catégorisation de connaissances, ainsi que des possibles relations entre les différents types de connaissances. Source : Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009

Le monde des objets et des événements est constitué par des objets matériels et des événements perceptibles ; ces objets peuvent être des objets de la vie quotidienne ou des objets manipulés à l'école. Ce monde comporte aussi la description de ces deux types d'objets et les événements associés, cette description peut se faire soit dans une langue scientifique, soit dans une langue quotidienne. Nous précisons que la vie quotidienne n'est pas le monde des objets et des événements ; le monde des objets et des événements correspond au champ empirique. Prenant en compte que le scénario d'enseignement que nous allons concevoir repose sur un logiciel de géométrie dynamique, nous soulignons que lors de l'étude du mouvement, les élèves vont manipuler des représentations informatiques d'objets matériels et non pas des objets matériels en eux même, cela sera explicité plus tard lors de la présentation du monde simulé.

Le monde des théories et des modèles est constitué par les explications et les prédictions qui sont produites par les élèves, elles peuvent relever soit de théories et modèles scientifiques, soit de théories naïves (Tiberghien, 2002). Ce monde comporte des énoncés théoriques, des idées explicatives, explications qualitatives à l'aide des éléments théoriques, descriptions mathématiques, et traitements de mesures. Au regard de ce dernier élément (traitement de mesures) ; on remarque donc que les représentations graphiques, auxquelles nous nous sommes intéressés, appartiennent à ce monde des théories et des modèles. La théorie des deux mondes ne fait pas de distinction entre théorie et modèle (Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009, p. 2284). L'intérêt de cette catégorisation est d'avoir « une base commune pour analyser le savoir à enseigner, le savoir effectivement enseigné et la compréhension par l'élève de ce savoir et du monde matériel » (Bécu-Robinault, 1997 ; Gaidioz et Tiberghien, 2003).

Par ailleurs, la théorie de deux mondes soutient que l'apprentissage de la physique est lié aux relations établies entre ces deux mondes : le monde des théories et le monde des objets et des événements (Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009, p. 2310). Cette considération est majeure pour notre recherche parce que pendant l'analyse de notre corpus de données nous allons caractériser les « pratiques d'étude »³² des élèves en prenant appui sur les relations entre les éléments théoriques et les faits expérimentaux, en d'autres termes, nous allons repérer les relations entre le monde des théories et le monde des objets et des événements (figure 2.2). En particulier, nous allons repérer les quatre relations évoquées³³, par cette théorie, dans l'outil « Les relations de modélisation », à savoir :

1. Relations entre les objets et les événements
2. Relations entre le monde des objets et des événements vers le monde des théories et des modèles.
3. Relations entre le monde des théories et des modèles vers le monde des objets et des événements
4. Relations entre les théories et les modèles

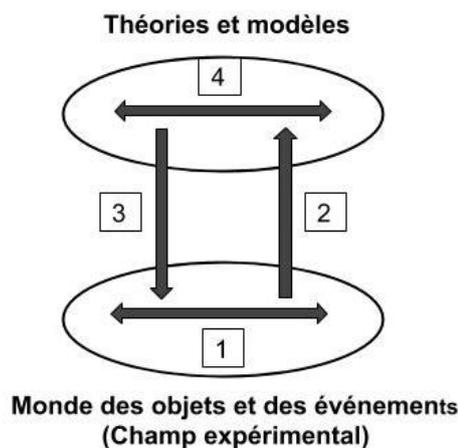


Figure 2.2 Différentes relations entre le monde des théories et des modèles, et le monde des objets et des événements. Source : Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009

De manière à analyser plus finement des activités des élèves en relation avec le type de tâches qu'ils réalisent en classe, Bécu-Robinault (2015) a découpé ces deux mondes en niveaux de

³² Nous empruntons le terme « pratiques d'étude » du cadre « épistémo-sémiotique » construit par Karine Bécu-Robinault. Ce terme est utilisé au lieu du terme apprentissage, parmi d'autres raisons, parce qu'il est difficile de faire un lien causal objectif entre une situation d'enseignement ou de formation et un apprentissage.

³³ Ces relations seront notées comme R1, R2, R3, R4 lors de l'analyse *a priori* et *a posteriori*.

modélisation : le monde des théories et modèles contient le niveau de la théorie, du modèle physique et du modèle mathématique ; le monde des objets et événements inclut le niveau des objets et des événements et le niveau de la mesure. Pour chacun des niveaux la chercheuse établit les descripteurs qui permettent d'associer une production de l'élève (ou d'enseignant) à un niveau de modélisation, ce sont :

Niveau de la théorie :

Fait référence au système explicatif mis en œuvre par les élèves. Ce niveau de la théorie recouvre ainsi les principes, les paradigmes au sens de Kuhn (2012), les lois, mais également la causalité, qui est un des principes explicatifs souvent utilisés par les élèves (Viennot, 1993).

Niveau du modèle physique³⁴ :

Contient les représentations symboliques³⁵ associées aux modèles physiques : le schéma par exemple, mais aussi les graphiques ou les relations algébriques ou numériques entre grandeurs ou valeurs de ces grandeurs, les représentations conventionnelles (symbole v pour la vitesse, t pour l'instant du temps ou la durée), les relations entre unités, etc. Dans notre cas, ce niveau est mis en œuvre lorsque les élèves construisent le graphique $x(t)$ en suivant les règles pertinentes à sa réalisation.

Niveau du modèle mathématique :

Il est mis en évidence au cours du traitement des données quantitatives lorsque les élèves mettent en relation des données numériques ou algébriques, recherchent des invariants ou extrapolent des résultats. Le niveau du modèle mathématique n'est pas lié de manière exclusive à un modèle physique donné. Ainsi, ce niveau contient des éléments numériques sélectionnés et traités dans l'expérience : valeurs des mesures converties dans un autre système d'unités, opérations effectuées sur les valeurs mesurées, calcul de coefficients, dont la caractéristique commune est l'absence d'unité ou de symboles ayant un lien explicite avec les grandeurs physiques en jeu. D'ailleurs, Bécu-Robinault (2015) fait ressortir que lors des calculs, ou de l'interprétation des graphes, il est très fréquent que les élèves ne fassent plus référence explicitement à la signification des nombres manipulés du point de vue des grandeurs physiques et que c'est l'une des explications au fait que les élèves ont des difficultés à donner du sens aux résultats de leurs calculs.

³⁴ Le modèle est un intermédiaire entre la théorie et le champ expérimental donnant à interpréter le monde réel dans les termes de la physique. Lors de l'interprétation ou de la prédiction de faits expérimentaux, par le choix même implicite d'une théorie, l'élève construit un modèle de la situation expérimentale, en sélectionnant les informations qu'il estime pertinentes (Tiberghien, 1994). Le modèle physique est composé des grandeurs physiques, des relations entre des grandeurs physiques sélectionnées (Bécu-Robinault, 2015)

³⁵ L'utilisation de ces représentations et leurs articulations nous amènent à mobiliser le cadre de registres sémiotiques (Duval, 1998)

Niveau des objets et événements :

Ce niveau contient tous les éléments matériels avec lesquels les élèves vont interagir. Il comprend les appareils, les objets, les événements sur lesquels l'expérience va porter.

Niveau de la mesure :

Il est lié au recueil d'informations quantitatives sur les objets et les événements. Ce niveau comprend les mesures lues sur les appareils ou fournies par le professeur ; ces mesures ne sont pas modifiées, c'est-à-dire, qu'il n'y a pas, par exemple, une conversion d'unités ou une approximation. Il est souligné que toute modification sera au niveau des modèles physiques ou mathématiques en fonction des éléments mobilisés lors des modifications.

Dans le but d'analyser plus finement les relations établies par les élèves entre les deux mondes lors du déroulement du scénario d'enseignement, nous mobiliserons ces niveaux de modélisation ; par la suite nous précisons ce qui relève de chaque monde et de chaque niveau par rapport au sujet d'étude qui nous concerne, le MRU.

1.1 Le monde des théories et des modèles et leurs niveaux de modélisations dans l'étude cinématique du MRU

Prenant en compte la définition du MRU donnée par Galilée, le mouvement régulier ou uniforme, est celui où les espaces parcourus par un mobile en des temps égaux quelconques, sont égaux entre eux, on remarque que le monde des théories et des modèles comporte les notions de : distance parcourue, durée, instant, position (finale et initiale) et vitesse. Ce monde comporte l'explication et les différentes manières de décrire et de représenter ce type de mouvement.

Niveau de la théorie :

Au regard d'une étude dynamique, le MRU s'explique à l'aide de la première loi de Newton ; dans un référentiel galiléen, un objet suit un MRU lorsqu'il n'est soumis à aucune force ou lorsque la somme des forces extérieures appliquées à cet objet est nulle.

Niveau du modèle physique :

Prenant en compte la définition du modèle et la définition du MRU présentées plus haut nous pouvons affirmer que le modèle physique associé à ce mouvement peut être donné par la relation fonctionnelle $f(t) = vt + x_0$ avec v constante. Cependant ce modèle peut être représenté par l'expression algébrique : $v = \frac{d}{t}$; la représentation graphique $x(t)$ liant la position et le temps ou la description du MRU dans une langue scientifique.

Dans la mesure où on s'intéresse à la représentation graphique $x(t)$ nous allons repérer la méthode mise en œuvre par les élèves lors de sa construction en portant notre attention sur : a) les grandeurs physiques sélectionnées et leurs unités, b) les données relevées et leur traitement, c) les relations avec d'autres registres ou d'autres éléments théoriques, d) l'articulation de ce registre avec la représentation schématique du mouvement. Ces observations relèvent, d'un part, des relations entre ce niveau de modélisation et le niveau du modèle mathématique, en d'autres termes, de relations internes dans le monde des théories et des modèles (relation type 4, figure 2.2), d'autre part, des articulations entre registres sémiotiques ce qui sera explicité lors de la présentation du cadre de registres de représentation sémiotique. D'ailleurs, étant donné l'importance donnée par la théorie des deux mondes au vocabulaire scientifique utilisé par les élèves, nous chercherons à identifier les termes employés pendant la description du mouvement.

Niveau du modèle mathématique :

Calcul d'une pente n'ayant pas un lien explicite avec la vitesse ou calcul des longueurs de segments n'ayant pas un lien explicite avec les distances parcourues ou les durées.

1.2 Le monde des objets et des événements (champ empirique) dans l'étude cinématique du MRU

Niveau des objets et événements

La situation d'étude porte sur le mouvement de deux objets qui se déplacent selon une direction identique et dans le même sens, à vitesse constante mais à un instant donné l'un dépasse l'autre. Dans ce contexte, ce qui relève du monde des objets et des événements est la description de deux événements (le MRU et le dépassement) dans un langage naturel. Comme nous l'avons souligné précédemment, lors du déroulement du scénario d'enseignement les élèves ne vont pas manipuler des objets matériels.

Niveau de la mesure

La lecture de données, dans notre cas, l'instant de temps sur le curseur « temps » et la position sur la droite qui représente la trajectoire de l'objet.

Le tableau 2.1 résume la catégorisation des connaissances et les niveaux de modélisation pour l'étude du mouvement rectiligne uniforme.

Finalement, prenant en compte que la situation d'étude, présentée plus haute, proposée aux élèves dans le scénario d'enseignement s'encadre dans la cinématique du point³⁶ il nous semble important de mettre en avant un aspect lié à la modélisation, concrètement, il s'agit de la modélisation d'un objet par un point. A ce sujet, la théorie des deux mondes fait remarquer que la modélisation d'un objet qui conduit à le représenter par un point n'est pas évidente pour tous les élèves. Pour certain, il ne s'agit pas d'un modèle mais de remplacer l'objet matériel par un autre objet matériel ponctuel. Ce fait nous conduit à repérer lors de nos analyses si cette modélisation pose des difficultés aux élèves pendant le déroulement du scénario d'enseignement.

Tableau 2.1 Catégorisation des connaissances selon la théorie des deux mondes et le cadre épistémologique.

MONDE	NIVEAU DE MODÉLISATION	Composant pour le MRU
Le monde des théories et des modèles (MT)	Niveau de la théorie	La 1 ^e loi de Newton. Dans un référentiel galiléen, un objet suit un MRU lorsqu'il n'est soumis à aucune force ou lorsque la somme des forces extérieures appliquées à cet objet est nulle.
	Niveau du modèle mathématique	Calcul d'une pente n'ayant pas un lien explicite avec la vitesse. Calcul des longueurs de segments n'ayant pas un lien explicite avec les distances parcourues ou les durées
	Niveau du modèle physique	Description du MRU (l'événement) dans une langue scientifique ou en mobilisant : La relation fonctionnelle $f(t) = vt + x_0$ avec v constante. L'expression algébrique : $v = \frac{d}{t}$ Réalisation de la représentation graphique $x(t)$ liant la position et le temps.
Le monde des objets et des événements (MOE)	Niveau des objets et événements	Description du MRU dans un langage naturel sans mettre en jeu définitions ou concepts de la cinématique.
	Niveau de la mesure	Relevé de données : positions, instants,

³⁶ On s'intéresse à des mouvements de translations de deux objets et non de rotations de ces objets sur eux-mêmes, la position du centre de masse des objets suffit donc pour caractériser le mouvement de ces objets. Les centres de masse sont représentés par des points géométriques.

2. La théorie du monde intermédiaire (monde simulé)

Ce cadre nous permet de caractériser la ressource mise à la disposition des élèves et d'analyser le scénario d'enseignement conçu depuis une approche de modélisation. Ce cadre théorique est fondé sur l'hypothèse qu'une représentation informatique dynamique pourrait aider les étudiants à établir des liens entre monde des théories et des modèles et le monde des objets et des événements ; dans ce sens, il est compris comme un monde intermédiaire. Dans ce cadre, la représentation informatique dynamique, qui pour nous sera une simulation, constitue un modèle matérialisé (MM) parce qu'il est un ensemble de correspondances entre un élément du monde théorique et un objet réel perceptible aux yeux des étudiants, à l'écran (Buty, 2002) ; cette matérialisation (ou représentation) d'éléments théoriques est considérée comme une aide précieuse à la réflexion.

Selon Buty (2002), le modèle matérialisé a deux aspects: d'une part, il donne aux élèves une interface matérielle, associant une manière d'agir sur elle (par la souris ou en appuyant sur les boutons de déplacement du clavier), et une perception grâce à l'écran d'ordinateur montrant les résultats de l'action; d'autre part, son comportement, issu des règles mises en œuvre pour sa construction, est censé être cohérent avec les lois physiques que les élèves doivent apprendre ; dans ce sens c'est un outil pédagogique (ibid., page 232). Dans cette perspective, l'analyse du scénario d'enseignement conçu peut être menée en repérant les relations qu'il permet de faire, c'est-à-dire les relations que les élèves font entre le monde des objets et des événements et le monde des théories et des modèles à partir de l'observation et interaction avec le modèle matérialisé. Les aspects qui viennent d'être évoqués ainsi que les possibles relations à faire sont illustrés ci-dessous (figure 2.3)

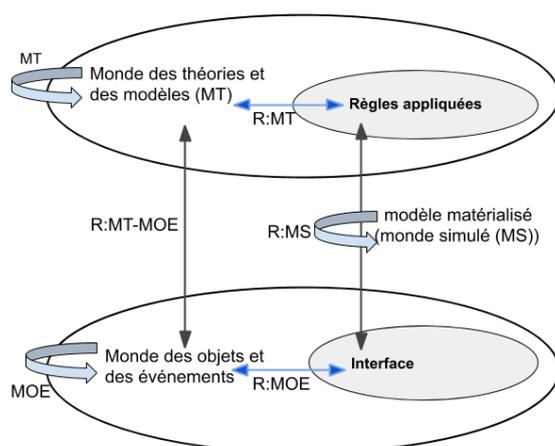


Figure 2.3 Les trois mondes (MOE, MT, MS) et leurs relations³⁷. Source : Buty (2002)

³⁷ Ces relations sont explicitées dans le tableau 2.2

2.1 L'utilisation de GéoGébra et les trois mondes dans notre recherche

Le scénario d'enseignement que nous allons concevoir repose sur un logiciel de géométrie dynamique, dans notre cas GéoGébra, qui est habituellement utilisé dans le cours de mathématiques, visant la réalisation des constructions géométriques; cependant, nous utilisons ce logiciel dans le cours de physique pour simuler le mouvement rectiligne uniforme de deux objets sur deux chemins parallèles; plus précisément, on essaie de montrer ce qu'un observateur placé au-dessus du chemin verrait en faisant des correspondances entre certains éléments du monde théorique à certains éléments perceptibles sur l'écran, à savoir:

- Le point géométrique (monde théorique) correspond à un point géométrique sur l'écran (monde intermédiaire). On remarque qu'une même représentation, dans notre cas, un point géométrique peut correspondre à deux mondes différents.
- La trajectoire (monde théorique) correspond à la trace que laisse le point sur l'écran lorsqu'il se déplace (monde intermédiaire).
- La grandeur temps (monde théorique) correspond à un curseur (monde intermédiaire). Ici, on remarque que les propriétés de la grandeur, dans le monde théorique, ont été modifiées de la façon suivante : dans le monde théorique le temps n'est ni visible, ni matériel, ni manipulable cependant, dans la simulation il correspond à un curseur dont l'évolution peut être faite dans deux sens (en arrière et en avant). Dans la mesure où on s'intéresse à la variable temps, notamment à l'effet de la manipulation de l'outil curseur « temps » sur le concept de vitesse et l'analyse du mouvement, nous allons repérer les actions des élèves avec ce curseur et les interprétations données aux effets de telles manipulations.
- Par ailleurs, la simulation du mouvement des objets obéit à la relation $f(t) = vt + x_0$ (avec v constante) qui est le modèle mathématique que décrit le MRU, autrement dit, les points sur l'écran sont programmés de telle manière qu'ils se déplacent à vitesse constante³⁸. Bien que les propriétés de la grandeur temps soient modifiées dans la simulation, en raison de notre hypothèse de recherche, on considère que la simulation peut être caractérisée comme un modèle matérialisé. Afin de repérer les relations entre le monde des théories et des événements et le monde des objets et des événements que le scénario d'enseignement pourrait promouvoir, nous nous donnons les catégories suivantes d'analyses (tableau 2.2).

³⁸ Nous précisons que ce que l'on visualise est un mouvement dont le début et la fin ne correspondent pas à la « réalité » puisque les phases d'accélération ont été supprimées.

Tableau 2.2 Des possibles relations entre le monde des théories et des événements et le monde des objets et des événements que le scénario d'enseignement pourrait promouvoir

Catégorie	Description	Hypothèses (tâches attendues) Les élèves :
Monde des objets et des événements (MOE)	Les élèves décrivent le mouvement et le dépassement dans une langue naturel.	Utilisent termes de la vie de tous les jours.
Monde des théories et des modèles (MT)	Les élèves décrivent le mouvement dans une langue scientifique.	Utilisent les concepts de vitesse, trajectoire, position, durée, déplacement.
Caractéristiques du modèle matérialisé ou monde simulé (MS)	Les élèves expriment ce qu'ils voient sur l'écran de l'ordinateur ou gèrent les fonctionnalités du logiciel.	Manipulent le curseur temps à la main ou à l'aide des boutons de déplacement sur le clavier ; cliquent le bouton play.
Relations entre le monde des théories et des modèles et le monde des objets et des événements R : MT- MOE	Les élèves établissent une relation entre les événements et les connaissances en physique.	Caractérisent le mouvement mettant en jeu la trajectoire et la valeur de la vitesse.
Relations entre le monde simulé et le monde des théories et des objets R : MS-MT	Les élèves interprètent ce qu'ils voient sur l'écran d'ordinateur en termes de théorie physique.	Reconnaissent que : La trajectoire est rectiligne et la valeur de la vitesse des points ne change pas donc les points suivent un MRU.
Relations entre le monde simulé et le monde des objets et des événements R : MS-MOE	Les élèves établissent une relation entre l'aspect du modèle matérialisé et les objets ou événements qu'ils ont observés sur une expérience réelle.	Reconnaissent que : Les points sur l'écran représentent des objets réels (voitures, par exemple)

3. Registres de représentation sémiotique

Prenant en compte que tous les modèles de la physique, scientifiques ou scolaires, s'appuient sur des représentations (Bécu-Robinault, 2015) et que le sujet central de notre recherche est l'interprétation l'une des représentations pour le MRU, il semble incontournable de nous appuyer sur les travaux de Duval autour des registres sémiotiques.

Définition et rôle des registres de représentation

Duval (1993) définit la notion de représentation sémiotique comme suit :

« Les représentations sémiotiques sont des productions constituées par l'emploi de signes appartenant à un système de représentation qui a ses contraintes propres de signifiante et de fonctionnement. Une figure géométrique, un énoncé en langue naturelle, une formule algébrique, un graphe sont des représentations sémiotiques qui relèvent de systèmes sémiotiques différents. On considère généralement les représentations sémiotiques comme un simple moyen d'extériorisation des représentations mentales

pour des fins de communication, c'est-à-dire pour les rendre visibles ou accessibles à autrui. Or ce point de vue est trompeur. Les représentations ne sont pas seulement nécessaires pour des fins de communication, elles sont également essentielles pour l'activité cognitive de la pensée ».

Importance de de l'activité cognitive de conversion et coordination des registres de représentation

Duval (1993) définit la conversion d'une représentation sémiotique :

« La conversion d'une représentation est la transformation de cette représentation en une représentation d'autre registre en conservant la totalité ou une partie seulement du contenu de la représentation initiale. La conversion est une transformation externe au registre de départ (le registre de la représentation à convertir). L'illustration est la conversion d'une représentation linguistique en une représentation figurale. [...] La description est la conversion d'une représentation non verbale (schéma, figure, graphe) en une représentation linguistique »

Le chercheur signale qu'en phase d'apprentissage, la conversion joue un rôle essentiel dans la conceptualisation. Duval affirme :

« La conceptualisation implique une coordination de registres de représentation. La compréhension d'un contenu conceptuel repose sur la coordination d'au moins deux registres de représentation, et cette coordination se manifeste par la rapidité et la spontanéité de l'activité cognitive de conversion ».

« La coordination de plusieurs registres de représentation sémiotique apparaît fondamentale pour une appréhension conceptuelle des objets : il faut que l'objet ne soit pas confondu avec ses représentations et qu'il soit reconnu dans chacune de ses représentations possibles ».

« Cette coordination est loin d'être naturelle, [...] On peut observer à tous les niveaux un cloisonnement des registres de représentation chez la très grande majorité des élèves. Ceux-ci ne reconnaissent pas le même objet à travers des représentations qui en sont donnés dans des systèmes sémiotiques différents : l'écriture algébrique d'une relation et sa représentation graphique, l'écriture numérique d'un rapport et sa représentation géométrique sur une droite ou dans le plan, l'énoncé d'une formule en français et l'écriture de cette formule sous forme littérale, la description d'une situation et sa mise en équation ».

Registre de représentation graphique

Duval (1988), en se référant particulièrement aux difficultés lors de l'interprétation des représentations graphiques et son articulation avec le registre de l'écriture algébrique souligne :

« L'interprétation des représentations graphiques cartésiennes dépend d'une identification précise de toutes les valeurs des variables visuelles pertinentes et de la reconnaissance qualitative des unités d'écriture symboliques qui y correspondent »

Quant aux variables visuelles Duval précise :

« L'ensemble tracé/axes forme une image qui représente un « objet » décrit par une expression algébrique. Toute modification de cette image qui entraîne une modification dans l'écriture de l'expression algébrique correspondante détermine une variable visuelle pertinente pour l'interprétation du graphique ».

Selon Duval, les variables visuelles ou propriétés figurales d'une représentation graphique peuvent être des variables générales ou des variables relatives aux cas où le graphique est un tracé simple (droite ou parabole).

Les deux variables générales sont :

- a) l'implantation de la tâche, c'est-à-dire, ce qui se détache comme figure sur fond : un trait ou une zone,
- b) la forme de la tâche : le trait tracé, qu'il délimite ou non une zone, est droit ou est courbe. S'il est courbe il est ouvert ou fermé.

Pour le cas où le trait tracé est une droite les trois variables particulières et leurs valeurs sont présentées dans le tableau 2.3, ci-dessous :

Tableau 2.3 Variables visuelles particulières et leurs valeurs pour le cas où le tracé est une droite. Source : Duval (1988)

Variables visuelles particulières	Valeurs des variables visuelles
<i>Le sens d'inclinaison du tracé</i>	- Le trait monte de la gauche vers la droite. - Le trait descend de la gauche vers la droite.
<i>Les angles du tracé avec les axes</i>	- Il y a partagé symétrique du quadrant traversé. - L'angle formé avec l'axe horizontal est plus petit que celui formé avec l'axe vertical. - L'angle formé avec l'axe horizontal est plus grand que celui formé avec l'axe vertical.
<i>La position du tracé par rapport à l'origine de l'axe vertical</i>	- Le tracé coupe l'axe y au-dessus de l'origine. - Le tracé coupe l'axe y au-dessous de l'origine. - Le tracé coupe l'axe y à l'origine.

À chacune de ces huit valeurs des variables visuelles particulières correspond une unité significative dans l'écriture algébrique de l'équation de la droite comme présentée dans le tableau 2.4, ci-dessous :

Tableau 2.4 Variables visuelles particulières et leurs valeurs pour le cas où le tracé est une droite mise en lien avec les unités symboliques de l'écriture algébrique. Source : Duval (1988)

<i>Variables visuelles</i>	<i>Valeurs</i>	<i>Unités symboliques correspondants</i>
<i>Sens d'inclinaison</i>	<i>Trait montant</i>	<i>Coefficient >0</i> <i>Absence du symbole -</i>
	<i>Trait descendant</i>	<i>Coefficient <0</i> <i>Présence du symbole -</i>
<i>Angles avec les axes</i>	<i>Partage symétrique</i>	<i>Coefficient =1 Pas de coefficient écrit</i>
	<i>Angle plus petit</i>	<i>Coefficient <1</i>
	<i>Angle plus grand</i>	<i>Coefficient >1</i>
<i>Position sur l'axe y</i>	<i>Coupe au-dessus</i>	<i>On ajoute une constante</i> <i>Signe +</i>
	<i>Coupe au-dessous</i>	<i>On soustrait une constante</i> <i>Signe -</i>
	<i>Coupe à l'origine</i>	<i>Pas de correction additive</i>

Concernant la conversion de ces deux registres Duval (1988) signale :

« Pour aller de la représentation graphique à l'écriture algébrique il faut identifier chacune des valeurs des variables visuelles et les intégrer toutes, autrement dit, le passage de la représentation graphique à l'écriture algébrique relève d'une interprétation globale qui exige que l'on centre son attention sur un ensemble de propriétés et non plus sur des valeurs particulières prises une à une ».

Registres de représentation sémiotique pour le mouvement rectiligne uniforme.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, nous souhaitons que la situation d'étude proposée aux élèves leur donne accès au mouvement de deux objets qui suivent un MRU. À la lumière du travail de Duval, (2006) on confirme que la description de ce événement peut se faire à l'aide de plusieurs registres de représentation sémiotique : a) le graphique $x(t)$ liant la position et le temps dont le tracé est une droite, b) l'écriture algébrique d'une relation entre grandeurs physiques, $x(t) = vt + x_0$ avec v constante, c) l'écriture algébrique d'un rapport entre grandeurs, $d = \frac{v}{t}$, d) la description de la situation en langue naturelle, e) la description de la situation en langue ou scientifique. Ces registres de représentations, qui ont été déjà évoqués lors de la description du niveau de modélisation du modèle physique, seront mis en évidence dans les productions des élèves lors de l'analyse *a posteriori* ; la mobilisation de ces registres par les élèves

va nous permettre de mettre en évidence les types de relations que le scénario promeut lors du développement du scénario d'enseignement.

Afin de préciser comment ces cadres théoriques ont été pris en compte lors de la conception du scénario d'enseignement et les activités proposées aux élèves, nous présentons par la suite le scénario d'enseignement.

IV. Présentation du scénario d'enseignement : analyse *a priori*

En nous positionnant dans une approche de modélisation en sciences, le scénario que nous concevons a pour but de proposer aux élèves une situation grâce à laquelle ils peuvent articuler les deux mondes (le monde des objets et des événements et le monde des théories) en partant d'une situation qui se place dans un monde intermédiaire ; l'idée générale est que les élèves circulent dans les trois mondes, en reconnaissant et en distinguant les éléments qui appartiennent à chaque monde. On veille à ce que les élèves mobilisent différents registres de représentation et de faire des conversions de registres lors de la résolution des tâches proposées.

1. L'analyse *a priori* du scénario d'enseignement

Par la suite, on présente l'analyse *a priori* du scénario d'enseignement, lequel comporte une partie descriptive et une partie prédictive (Artigue, 1988). Cette dernière partie explicite les tâches attendues.

Présentation globale du scénario d'enseignement : Aspect descriptif de l'analyse *a priori*

Le scénario d'enseignement vise, en particulier, à aider les élèves à surmonter deux des difficultés étudiées dans l'analyse préliminaire, à savoir : (1) la difficulté à distinguer la trajectoire de l'objet et la forme du graphique $x(t)$ et (2) choisir la caractéristique du graphique qui donne l'information correspondant à un concept physique (pente et vitesse). Pour atteindre ces objectifs, on propose un scénario d'enseignement qui comporte trois situations où l'objet d'étude est le mouvement de deux objets qui se déplacent simultanément, chaque objet suivant un MRU (cf. chapitre 1 ; situation-graphique 1 du pré-test). Cette situation est inspirée des situations proposées par Piaget et ses collaborateurs dans le cadre de l'étude du développement de la notion du temps où ils présentent aux enfants des mouvements synchrones, à des vitesses inégales, avec de départs

simultanés ou on leur demande de déterminer les durées mises par parcourir la distance. Dans ce travail, le mouvement est représenté à travers une simulation programmée en GéoGébra.

L'idée centrale du scénario d'enseignement est de mettre les élèves dans une démarche de modélisation en leur proposant trois tâches enchaînées de la façon suivante : Dans la première situation on propose aux élèves d'observer un phénomène et de le décrire, dans un premier temps, en un langage naturel, dans un deuxième temps, à l'aide d'un registre de représentation graphique ce qui leur demande de reformuler ce qu'ils perçoivent et de trier les observations qui leur paraissent pertinentes. Dans la deuxième situation, on propose le processus inverse, c'est-à-dire, d'interpréter une représentation graphique afin de bâtir une simulation qui correspond aux informations explicites et implicites du graphique donné. Et enfin, dans la troisième situation on propose d'observer le mouvement et sa représentation graphique, simultanément, ce qui leur permet de comparer et distinguer une trajectoire et une représentation graphique. Autrement dit, les élèves sont mis en situation de faire des allers-retours entre la simulation d'un mouvement et la réalisation d'un graphique $x(t)$; l'interprétation d'un graphique $x(t)$ et la simulation ; et, la simulation et le graphique $x(t)$. Afin de résoudre les tâches proposées les élèves doivent réinvestir leurs connaissances en cinématique et en mathématiques et faire des liens entre elles ce qui va les amener à mobiliser différents registres de représentation sémiotique et faire des conversions entre eux.

Afin de réaliser les tâches proposées, les élèves ont à leur disposition un fichier GéoGébra (un fichier par situation), et un guide de travail qui doit être rempli au fur et à mesure qu'ils réalisent les tâches. Dans le guide de travail se trouve une petite introduction à GéoGébra, les consignes de chaque situation et les tâches demandées (cf. annexe 3.1). Désormais, nous entendrons par « le scénario d'enseignement » l'ensemble du guide de travail et les fichiers GéoGébra. Nous donnons, par la suite, une présentation générale du fichier GéoGébra (cf. annexe 3.1).

Mobilisation de GéoGébra

GéoGébra est un logiciel de géométrie dynamique qui permet de construire des figures mathématiques à l'aide des règles de base de la géométrie mais dans ce travail il est utilisé pour construire une simulation grâce à l'outil curseur ; dans notre cas c'est la simulation de deux objets qui sont représentés par des points géométriques. Dans la figure 2.4, ci-dessous, on montre l'environnement numérique, c'est-à-dire, ce qui s'affiche sur l'écran GéoGébra dès que l'on ouvre le fichier qui contient la simulation, correspondant à la situation 1. Désormais, nous nommons «

l'environnement GéoGébra » ce qui s'affiche sur l'écran lorsque l'on ouvre un fichier GéoGébra avant de cliquer sur le bouton play et/ou manipuler le curseur.

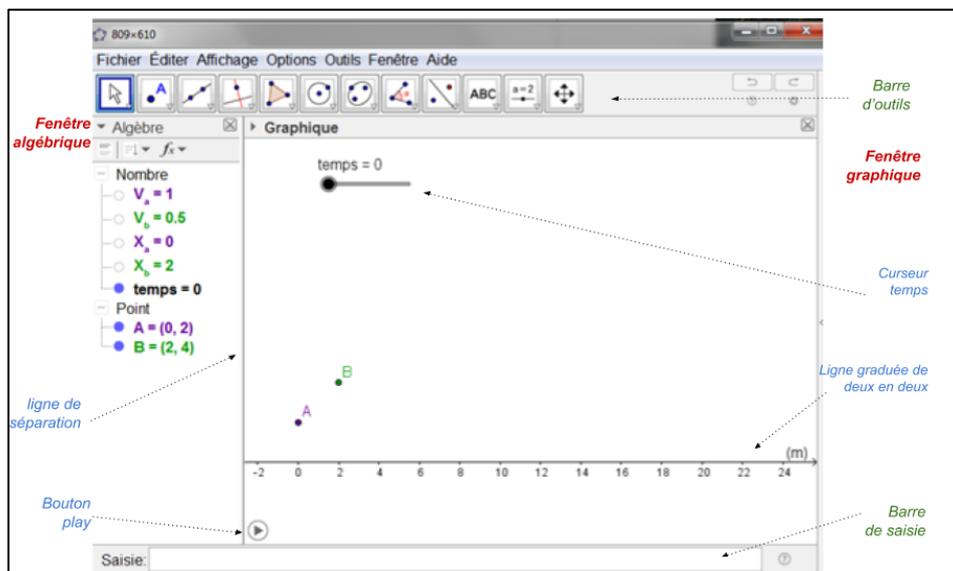


Figure 2.4 Présentation de l'écran GéoGébra pour la situation 1a et 1b du scénario d'enseignement

De façon très générale, on peut dire que, dans l'environnement GéoGébra, s'affichent quatre grandes parties: 1) la barre d'outils qui permet de faire des constructions géométriques, 2) la barre de saisie qui permet de programmer en insérant des codes et en utilisant des outils, 3) la fenêtre algébrique qui montre la programmation qui a été faite et, 4) la fenêtre graphique qui, dans notre cas, est la place où a lieu la simulation; les fenêtres graphique et algébrique sont séparées par un ligne verticale. Étant donné que lors de la programmation de la simulation la grandeur temps a été prise comme variable cette simulation peut être exécutée soit en cliquant sur le bouton play soit, en manipulant le curseur temps avec la souris ou en appuyant sur les boutons de déplacement du clavier.

Dans la fenêtre graphique on visualise les éléments suivants :

- Les deux points A et B représentant les objets ou des points matériels.
- Le curseur temps qui renvoie à la grandeur temps
- Une ligne graduée avec une échelle de deux en deux qui est programmée afin de donner la partie spatiale du mouvement et d'aider le repérage des données de position lors de l'observation de la simulation.
- Le bouton play grâce auquel on peut aussi activer la simulation.

Nous remarquons que nous avons un peu laissé à la charge de l'élève la tâche de trouver les correspondances entre les objets que l'on visualise sur l'écran et les éléments du monde théorique ou du monde des objets et des événements, à savoir : les points géométriques A et B qui s'affichent

sur l'écran sont compris comme représentations des objets réels du monde des objets et des événements ; le curseur temps comme la grandeur temps et la ligne graduée de deux en deux comme un axe horizontal qui permet de repérer des positions à différents instants et les traces, qui s'affichent après avoir exécuté la simulation, comme la trajectoire. Par ailleurs, les élèves doivent mettre en jeu leurs connaissances en cinématique afin de caractériser le mouvement des deux points comme des mouvements rectilignes uniformes.

Dans la fenêtre algébrique on visualise les éléments suivants :

- $V_a=1$ correspond à la vitesse à laquelle est programmée le point A, celle-ci ne change pas.
- $V_b=0,5$ correspond à la vitesse à laquelle est programmée le point B, celle-ci ne change pas.
- $x_a = 0$ correspond à la position du point A lorsque le curseur est à $t = 0$
- $x_b = 2$ correspond à la position du point B lorsque le curseur est à $t = 0$
- $A = (0,2)$ correspond aux coordonnées (x, y) du point A ; la composante « y » ne va jamais changer puisque le mouvement du point A est programmé pour se déplacer sur l'axe horizontal, c'est juste la composante horizontale qui va changer dès que la simulation sera mise en route.
- $B = (2,4)$ correspond aux coordonnées (x, y) du point B ; la composante « y » ne va jamais changer pour la même raison évoquée précédemment.

Etant donné que les précisions qui viennent d'être évoquées ne sont pas données sur le guide de travail, l'interprétation et utilisation de tous ces éléments présents dans la fenêtre algébrique sont laissés à la charge des élèves ; c'est-à-dire que c'est à eux de les mettre en lien avec les éléments de la fenêtre graphique. Cependant, on souligne aussi que la mobilisation de cette fenêtre n'est pas nécessaire pour accomplir les tâches proposées. Même si cette fenêtre peut être cachée, on a choisi de la montrer comme un support dans la mesure où les élèves peuvent valider les observations faites sur la fenêtre graphique. Nous soulignons que dans les situations 1 et 3, la seule action que les élèves doivent faire sur GéoGébra est l'exécution de la simulation et le réglage de certains curseurs dans la situation 2, c'est-à-dire ; qu'aucune tâche de programmation n'est à la charge des élèves.

V. Questions de recherche

Dans la mesure où cette recherche s'intéresse à la conception d'un scénario d'enseignement qui promeut le dépassement de certaines difficultés lors de l'interprétation des graphiques liant la position et le temps relevant de la cinématique classique, nous nous sommes intéressés aux questions de recherche suivantes :

Au niveau global :

1. Dans quelle mesure la mise en œuvre d'un scénario d'enseignement, inspiré par une approche de modélisation en physique et qui repose sur un logiciel de géométrie dynamique, permet-elle de lever certaines difficultés relatives à la compréhension des représentations graphiques de la cinématique classique ?

Au niveau spécifique par rapport aux effets de la manipulation du « curseur temps » :

1. Quelles sont les connaissances que la manipulation du « curseur temps » permet de mobiliser et articuler pendant le déroulement du scénario ?

Par la suite, on développe la tâche proposée aux élèves, le but de la tâche, le déroulement attendu pour chacune des situations qui comporte le scénario d'enseignement ainsi que les questions que nous nous posons.

VI. Présentation par situations du scénario d'enseignement : Aspects descriptif et prédictif de l'analyse *a priori*

Comme nous l'avons dit précédemment, l'objet d'étude du scénario est le mouvement rectiligne uniforme de deux objets qui se déplacent simultanément mais au bout d'un moment l'un dépasse l'autre. Le scénario comporte trois situations autour de cet objet d'étude mais chaque situation demande une tâche différente et repose sur une simulation différente donc on présente l'analyse *a priori* de chaque situation séparément en nous appuyant sur les possibles relations entre le monde des théories et des modèles, le monde des objets et des événements et le monde simulé; les relations entre niveaux de modélisations ainsi que les conversions de registres sémiotiques seront pris en compte lors de l'analyse *a posteriori* dès qu'elles sont mises en évidence dans les productions des élèves.

1. Situation 1

Cette situation comporte deux parties visant, toutes les deux, la description du mouvement de deux objets ; dans la première partie (exercice 1a sur le guide de travail), une description en langage naturel est demandée et dans la deuxième partie (exercice 1b sur le guide de travail), une description mathématique. Cette situation constitue la première étape de l'enchaînement des trois situations du scénario d'enseignement.

1.1 Analyse de la situation 1a

L'énoncé est : « Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1, exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet ». Dès que les élèves ouvrent le fichier correspondant à cette situation, c'est l'environnement GéoGébra de la figure 2.2 qui s'affiche. La simulation montre la course de deux objets qui partent au même instant mais pas de la même position, à savoir, l'objet B part 2m devant A ; cependant au bout de 4 s l'objet A dépasse l'objet B sa vitesse étant de 1ms^{-1} ce qui est le double de la vitesse de B. Nous soulignons que dans la simulation on néglige la phase de mise en mouvement, i.e. l'accélération. En représentant la grandeur temps par un curseur et en associant l'écoulement du temps à sa manipulation, la simulation essaie de faire porter l'attention de l'élève sur cette grandeur et de mettre en avant l'évolution temporelle de la position.

Cette première situation offre aux élèves la possibilité de mobiliser le langage pertinent pour la physique, en particulier celui de la description cinématique du mouvement. On attend donc que la description soit faite en utilisant les définitions fondamentales de la cinématique (vitesse, position (initiale et finale) ; trajectoire) et de faire une description la plus fine possible. Cependant la description utilisant des termes de la vie quotidienne (rapide, lent, chemin) peut être mise en jeu ; le repérage des termes utilisés lors de la description nous donne des pistes sur les relations faites entre les trois mondes ; on a six relations possibles à faire (cf. tableau 2.2). La tâche exige l'établissement de relations entre les éléments perceptibles sur l'écran, et des éléments théoriques ; concrètement on attend que les élèves reconnaissent que les deux points suivent un MRU et que les traces correspondent aux trajectoires des objets. On attend aussi que, pour les élèves, le temps garde ses propriétés : être absolu et s'écouler dans un seul sens même si la manipulation du curseur peut se faire en avant et en arrière. Enfin, on attend aussi que les élèves mobilisent la relation inverse entre la vitesse et la durée et qu'ils s'aperçoivent que la durée mise pour parcourir chaque trajet est la même pour les deux objets même s'ils ne s'arrêtent pas ou même endroit.

Le tableau 2.5, ci-dessous synthétise l'analyse *a priori* de la situation 1a ; ce tableau inclut les principales variables didactiques liées au type de tâche proposée et à la ressource mise à disposition des élèves.

Tableau 2.5 Synthétise l'analyse *a priori* de la situation 1a

Tâche proposée (Situation 1a)	Variables didactiques	Déroulement attendu et des hypothèses
Décrire le mouvement pour chaque objet.	Type de mouvement et nombre d'objets	Le mouvement de chaque point est caractérisé comme un mouvement rectiligne uniforme. Les élèves déterminent comment évoluent les distances parcourues entre deux positions successives de chaque point et ainsi déduisent que la valeur de la vitesse ne change pas, en plus ils prennent en compte que la trajectoire est rectiligne ; dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T). La description porte sur l'évolution temporelle de la position et inclut le fait qu'un objet dépasse l'autre (R1).
	Éléments de la fenêtre graphique : Points, traces, curseur temps et ses attributs, bouton « play »	a) Les points géométriques qui s'affichent sur l'écran sont interprétés comme des objets. Dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation : S-OE) ou comme des points matériels, dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T) b) Les traces sont interprétées comme les trajectoires. Dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T) et le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation : S-OE) c) L'incrément en avant et en arrière du curseur temps est associé à l'écoulement de la grandeur temps. Dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T). Les élèves se servent de la manipulation du curseur temps pour se donner des intervalles réguliers de temps afin de calculer et comparer les distances parcourues et ainsi caractériser la vitesse pour chaque point (Relation : S-T).
	Éléments de la fenêtre algébrique : Valeurs des vitesses des objets (V_a et V_b) et des positions initiales (X_a et X_b)	Les valeurs affichées dans la fenêtre algébrique sont mises en lien avec les éléments de la fenêtre graphique et utilisées pour valider leurs observations. Dans ce cas-là il y aurait une relation entre les différents éléments du monde simulé.

Sous-questions de recherche

Ces sont des questions locales, c'est-à-dire, des questions liées spécifiquement à la situation proposée qui vont nous permettre de nourrir les réponses aux questions générales de la recherche:

- 1) Qu'est-ce que les élèves perçoivent lors de l'observation de la simulation ? L'évolution temporelle de la position est-elle perçue ? Le changement de position est-il perçu ?
- 2) Quelles sont les observations et les connaissances (mathématiques et physiques) qui permettent de caractériser le mouvement observé ? Qu'est-ce qui permet d'affirmer que le mouvement est rectiligne et uniforme ?
- 3) La propriété du curseur temps, d'évoluer en arrière en en avant a-t-elle une influence sur la propriété de la grandeur temps de s'écouler dans un seul sens ? Comment la manipulation du curseur temps (en arrière et en avant) est-elle comprise ?

Des observables

« Les observables » que nous nous donnons, c'est-à-dire, ce que nous allons repérer concrètement afin de mettre en évidence les relations entre niveaux de modélisation et de répondre aux questions sont :

1. Les interprétations des éléments affichés sur l'écran (curseur, points, traces).
2. Les connaissances mobilisées et la méthode suivie (les moyens que les élèves se donnent pour caractériser le mouvement).
3. Les mots (concepts, définitions,) et les propositions mobilisées lors de la description.

Remarques sur les déroulements attendus

Nous prévoyons les déroulements suivants :

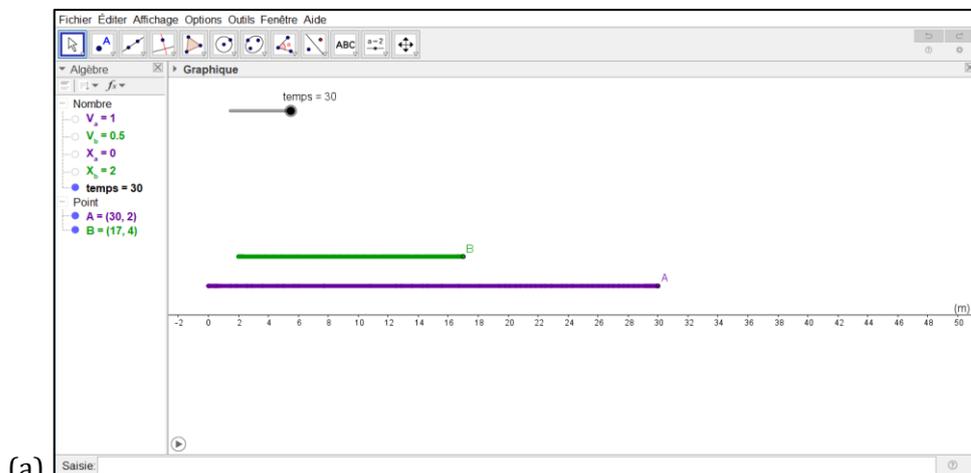
- 1) Les élèves vont passer par une zone d'instabilité dans la mesure où l'utilisation de GéoGébra se fera en classe de physique, ce qui n'est pas habituel, et ils vont explorer la simulation d'une manière heuristique. Cette première situation va leur permettre de se familiariser avec l'environnement GéoGébra et la simulation : ils vont reconnaître les éléments qui s'affichent sur l'écran et ils vont chercher à interpréter la simulation en mettant en lien leurs connaissances de la cinématique avec les objets qu'ils perçoivent à l'écran y compris les résultats de la manipulation du curseur et l'utilisation du bouton play. Cette situation devient donc dans un premier temps une situation de nature exploratoire.
- 2) Dès que la simulation sera déclenchée en cliquant sur le bouton play sur la fenêtre graphique de GéoGébra, des traces continues vont s'afficher (figure 2.5.a) mais pendant la manipulation du curseur temps, à l'aide de la souris ou des boutons du clavier, ils vont être confrontés à des traces

discrètes, comme illustrée dans la figure 2.5.b. ces traces discrètes vont amener les élèves à se poser des questions sur la vitesse de chaque objet et les effets de la manipulation du curseur temps.

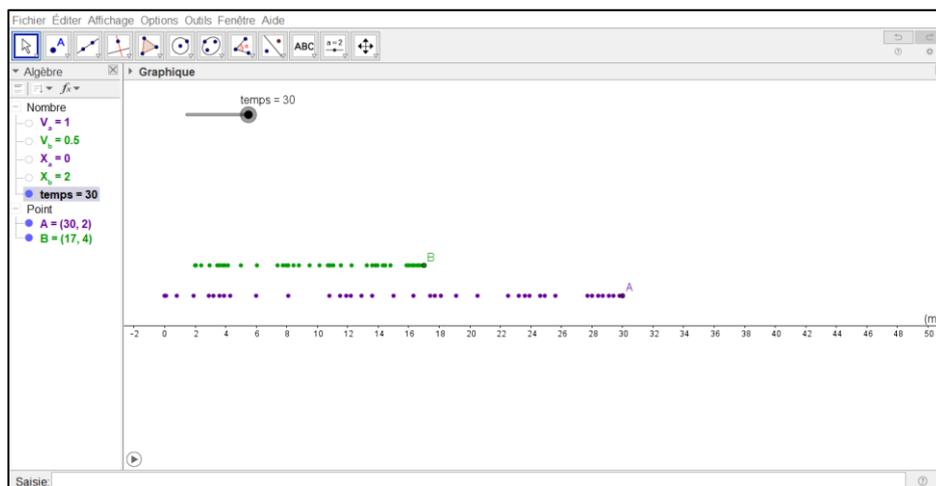
3) La ligne qui sépare la fenêtre graphique de la fenêtre algébrique peut être comprise comme l'axe vertical d'un repère ; d'ailleurs la ligne graduée de deux en deux peut être comprise comme l'axe horizontal de ce repère ; ces deux interprétations pourraient amener certains élèves à penser que c'est le repère x-y qui s'affiche sur l'environnement GéoGébra.

4) Certains élèves vont exécuter plusieurs fois la simulation pour valider leurs observations, concrètement ils vont trouver les moyens de s'assurer que le mouvement est bien un mouvement rectiligne uniforme.

5) Le démarrage de la simulation ainsi que le dépassement peuvent amener certains élèves à penser à un mouvement accéléré.



(a)



(b)

Figure 2.5 Captures d'écran pour (a) le résultat obtenu suite à l'activation de la simulation en cliquant sur le bouton play et en la laissant défiler jusqu'à 30 (dernière valeur programmée pour le curseur temps), b) le résultat suite à l'activation de la simulation en manipulant le curseur jusqu'à 30.

1.2 Analyse de la situation 1b

Comme nous l'avons mentionné précédemment, dans cette situation on propose aux élèves de réaliser une description mathématique du mouvement qu'ils ont observé dans la partie 1a ; il s'agit donc de passer de l'observation d'un mouvement à sa modélisation mathématique à travers une représentation graphique. Cette situation offre la possibilité de recourir à des registres (Duval, 2004) supplémentaires comme les résultats des mesures, les tableaux de données et les équations. En nous positionnant dans une approche de modélisation en physique, la situation a pour but d'enrichir l'observation et de la rendre plus précise. C'est aussi la tâche (situation ?) qui permet l'articulation entre le monde simulé et le monde des théories dans la mesure où la représentation graphique est un modèle mathématique et que pour sa réalisation les élèves mettent en œuvre leurs connaissances en mathématiques et en physique liées à la réalisation des graphiques.

L'énoncé

Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Situation attendue

Le graphique que l'on attend est illustré dans la figure 2.6.

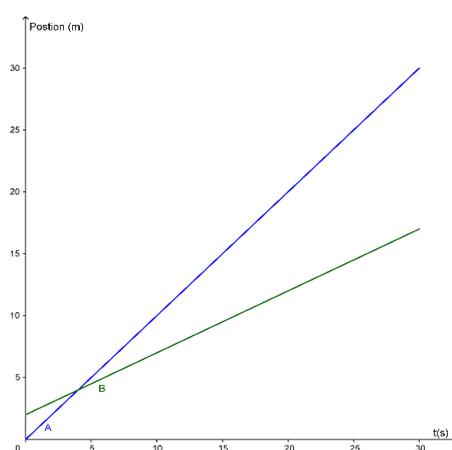


Figure 2.6 Graphique attendu pour la situation 1b du scénario d'enseignement.

Déroulement attendu

En général, pour tracer un graphique $x(t)$, il est nécessaire de choisir un repère avec deux d'axes, de définir une origine pour la distance et le temps et d'attribuer des coordonnées de position en fonction du temps le long de la trajectoire. Dans notre cas, l'axe des positions est gradué de deux en deux et se trouve dans la fenêtre graphique. Dans la mesure où la résolution de la tâche doit

être effectuée à la main, nous attendons que les élèves reviennent à l'observation et à la manipulation du curseur temps pour recueillir des données, positions et leurs instants correspondants (monde des objets et des événements). Puis qu'ils les organisent dans un tableau de données et ensuite les placent dans le repère x-t (monde des théories). Nous attendons que les élèves tracent une courbe continue prenant en compte que le mouvement est un phénomène continu mais qu'on ne peut pas prendre toutes les données. Il est souhaitable aussi que les élèves soient conscients que le graphique montre le changement de position au cours du temps et qu'il est différent de ce qu'ils visualisent sur la fenêtre graphique. Néanmoins, il est possible que certains élèves reproduisent ce qu'ils regardent sur l'écran.

Le tableau 2.6, ci-dessous synthétise l'analyse *a priori* de la situation 1b

Tableau 2.6 Synthétise l'analyse *a priori* de la situation 1b.

Tâche proposée (Situation 1b)	Variables didactiques	Déroulement attendu et des hypothèses
Tracer à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.	Type de mouvement	Le graphique $x(t)$ de la figure 3.7 est construit ; les élèves mettent en jeu leurs connaissances cinématiques et mathématiques ; dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et les mondes des théories (Relation S-T) et entre le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation : S-OE).
	Réalisation d'un graphique à la main (milieu matériel papier-crayon)	Dès que la vitesse est caractérisée comme uniforme lors de l'observation et l'étude de la simulation les connaissances par rapport à la construction d'une droite ou d'une fonction linéaire sont mobilisées et mises en œuvre ; dans ce cas-là, il y aurait une relation interne dans le monde des théories et des modèles (R4)
	Éléments de la fenêtre graphique : Curseur temps et ses attributs ; droite graduée de deux en deux.	Le curseur temps est manipulé pour relever des données (instants) et la droite graduée de deux en deux pour relever les positions ou les distances parcourues ; en d'autres termes, ces éléments (curseur et ligne graduée) sont utilisés pour relever des données primaires. Dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation : S-OE).

Nous faisons ressortir que dans cette situation le milieu matériel comporte la simulation et le papier-crayon ce qui demande aux élèves donc de faire des aller-retours entre les deux ressources mis à disposition et les deux types de registres, à savoir : la représentation informatique et la représentation mathématique.

Sous-questions de recherche

- 1) Quels sont les méthodes mises en jeu lors de la construction du graphique ?
- 2) Quelles sont les différents raisonnements mathématiques et physiques mis en jeu ?
- 3) Le graphique $x(t)$ est différenciée de la représentation schématique de la trajectoire ?

Observables

Afin de répondre aux questions, nous allons repérer concrètement :

1. Le graphique réalisé.
2. Des registres supplémentaires, à savoir : tableau de données et des équations
3. Les méthodes mobilisées pour réaliser le graphique
4. Les connaissances mathématiques et physiques mobilisées.

2. Analyse de la situation 2

Alors que dans la situation 1 les élèves viennent de faire une démarche de modélisation en réalisant un graphique $x(t)$ pour le mouvement simulé de deux objets, en réfléchissant au concept de vitesse et au fonctionnement de la simulation, la situation 2 propose le processus inverse. C'est-à-dire qu'à partir du graphique, les élèves doivent aboutir à une simulation qui s'accorde avec un graphique $x(t)$ donné. Pour atteindre cet objectif, les élèves doivent réfléchir aux variables concernées par le mouvement, à savoir : position initiale et vitesse et les chercher dans le graphique ; ensuite ils doivent régler les curseurs selon ces informations et exécuter la simulation afin de vérifier que les valeurs attribuées à chaque curseur aboutissent à une simulation conforme au graphique $x(t)$.

L'énoncé

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné (figure 2.7). Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnées et expliquez votre choix.

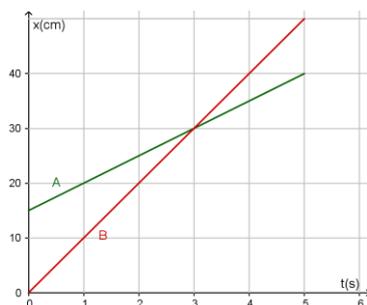


Figure 2.7 Graphique donné dans la situation 2 du scénario d'enseignement.

Dès que les élèves ouvrent le fichier correspondant à cette situation, c'est l'environnement GéoGébra de la figure 2.8 qui s'affiche.

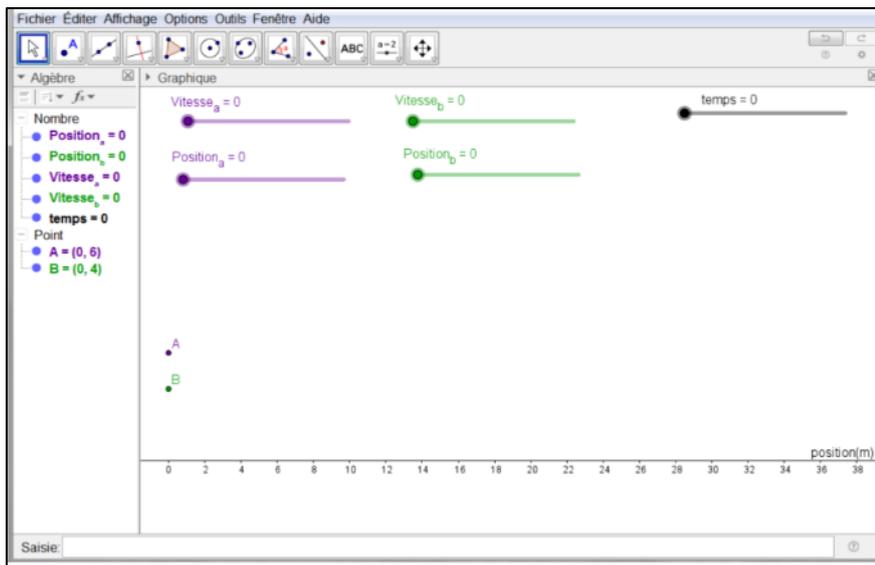


Figure 2.8 L'environnement GéoGébra pour la deuxième situation du scénario d'enseignement.

Tâche attendue

Etant donné que la tâche proposée consiste à mettre en lien le graphique $x(t)$ de la figure 2.7 avec les éléments de la fenêtre graphique GéoGébra (figure 2.8), nous attendons que les élèves en déduisent, à partir de l'analyse du graphique, les valeurs de chaque curseur comme suit: Vitesse a = 5ms^{-1} ; Vitesse b = 10ms^{-1} ; Position a = 15m; Position b = 0m Pour atteindre l'objectif, les élèves doivent réfléchir davantage à toutes les informations explicites et implicites sur le graphique et les mettre en lien avec chaque curseur affiché sur la fenêtre graphique ; cela va leur permettre de réfléchir aux variables concernées par le mouvement que l'on tente de simuler.

Dès que les élèves exécutent la simulation elle s'affiche comme le montre la figure 2.9

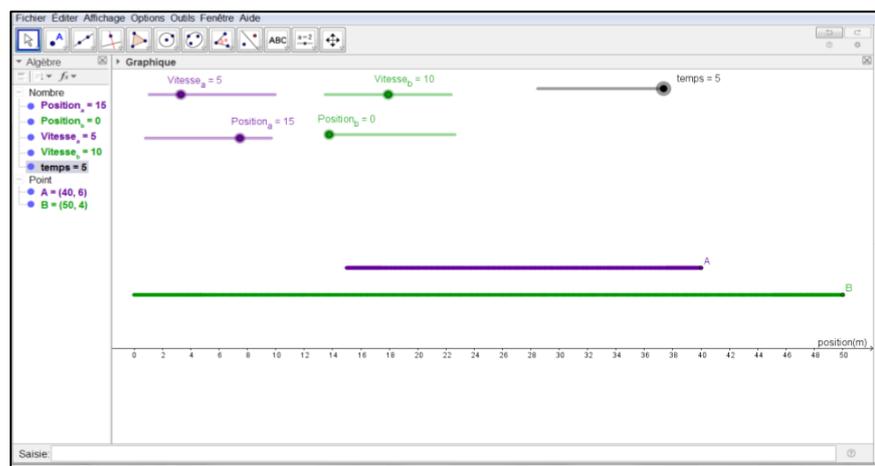


Figure 2.9 L'environnement GéoGébra pendant le déroulement de la simulation pour la deuxième situation du scénario d'enseignement.

Déroulement attendu

Dans cette situation les élèves sont confrontés à deux types des représentations : la représentation graphique $x(t)$ et l'environnement GéoGébra. Concrètement, les élèves doivent, d'une part, interpréter l'environnement GéoGébra (figure 2.9), ce qui va les amener à faire des essais pour comprendre ce qui se passe lorsque chaque curseur affiché est manipulé, et quelle est la tâche; d'autre part, ils doivent interpréter la représentation graphique ce qui va les conduire à chercher les données implicites (les vitesses de chaque objet) et les données explicites (les positions initiales et finales pour chaque objet) afin de les mettre en lien avec les curseurs qui s'affichent sur l'environnement GéoGébra. Le tableau 2.7, ci-dessous synthétise l'analyse *a priori* de la situation 2

Tableau 2.7 Synthétise l'analyse *a priori* de la situation 2.

Tâche proposée (Situation 2)	Variables didactiques	Déroulement attendu et des hypothèses
Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné	Graphique $x(t)$, éléments de la fenêtre graphique : curseurs vitesse, curseurs position, curseur temps	Reconnaître les variables physiques implicites et explicites sur le graphique et les mettre en relation avec les curseurs qui s'affichent sur l'environnement GéoGébra ; dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et les mondes des théories (Relation S-T). Distinguer entre la représentation informatique de la trajectoire et la représentation graphique $x(t)$. Dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et les mondes des théories (Relation S-T).

Sous-questions de recherche

1. Quels sont les raisonnements physiques et mathématiques mis en jeu ?
2. Quel est le rôle de la manipulation du curseur temps ?

Les observables

Afin de répondre aux questions nous allons repérer :

1. Les valeurs des curseurs
2. Les calculs effectués.
3. Les connaissances physiques et mathématiques mobilisées.

3. Analyse de la situation 3

Cette situation vise à mettre en relation le mouvement et sa représentation graphique grâce à la visualisation simultanée du mouvement et, la réalisation du graphique et au dynamisme du graphique $x(t)$ puisqu'il se construit au fur et à mesure que le mouvement a lieu. Cette situation est conçue pour rassembler, en quelque sorte, les situations 1 et 2 afin d'offrir aux élèves l'occasion de les mettre en lien en réfléchissant à ce qu'ils ont fait pendant le scénario d'enseignement.

L'énoncé

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B ; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez : Quelle droite correspond au mouvement de l'objet A ? Pourquoi ?

Dès que les élèves ouvrent le fichier correspondant à cette situation, c'est l'environnement GéoGébra de la figure 2.10 qui s'affiche et dès que la simulation est activée c'est l'écran de la figure 2.9 qui s'affiche.

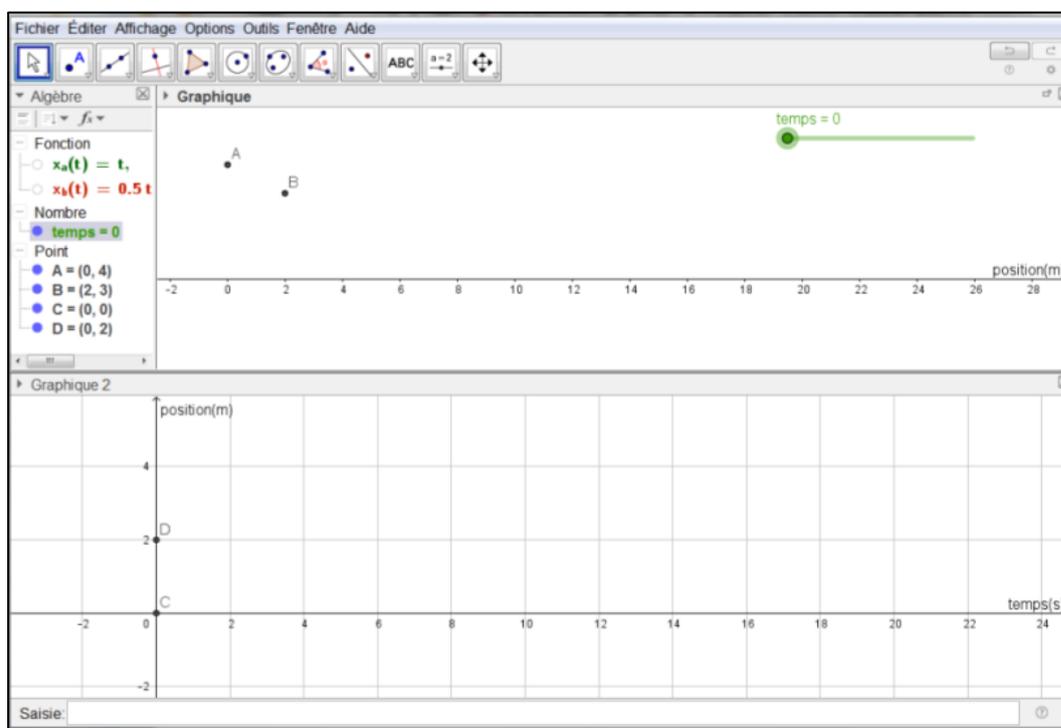


Figure 2.10 L'environnement GéoGébra pour la troisième situation du scénario d'enseignement

Tâche attendue

En comparant la simulation et le graphique $x(t)$ nous attendons que la droite C soit associée au mouvement de l'objet A en observant et en comparant les points de départ et les vitesses de chacun des points (figure 2.11). Nous attendons aussi que la différence entre la représentation schématique de la trajectoire et la représentation graphique $x(t)$ soit explicite et claire.

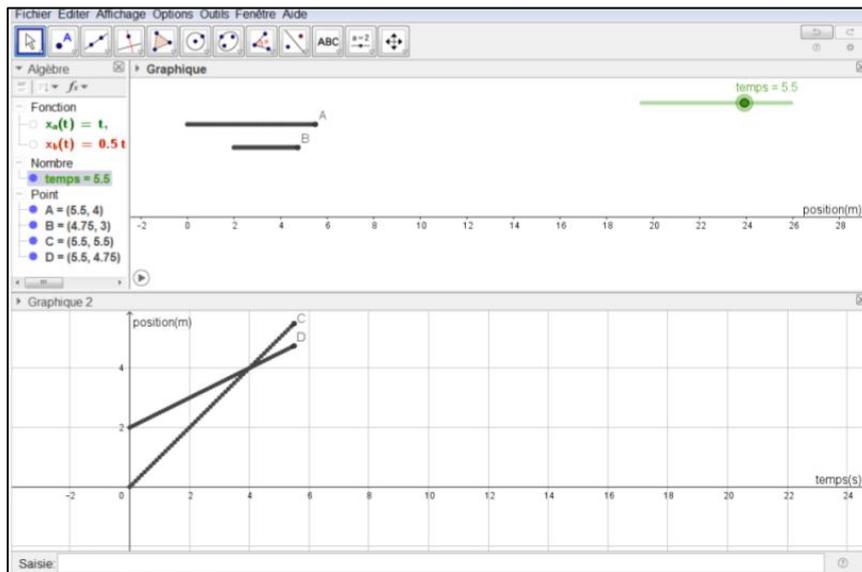


Figure 2.11 L'environnement GéoGebra pendant le déroulement de la simulation pour la troisième situation du scénario d'enseignement.

Déroulement attendu

A partir de la solution de cette tâche, certains élèves reviendront sur les situations précédentes afin de corriger ou compléter quelques résultats. Le tableau 2.8, ci-dessous synthétise l'analyse *a priori* de la situation 3

Tableau 2.8 Synthétise l'analyse *a priori* de la situation 3.

Tâche proposée (Situation 3)	Variables didactiques	Déroulement attendu et des hypothèses
Mettre en relation la représentation du mouvement avec sa représentation graphique.	Simulation du mouvement (affichée sur la fenêtre graphique supérieur) et représentation mathématique du mouvement (affichée sur la fenêtre graphique inférieur)	Distinguer entre la représentation schématique de la trajectoire et la représentation graphique $x(t)$. (Relation interne dans le monde des théories et des événements)

Sous-questions de recherche

1. Quels sont les raisonnements physiques et mathématiques mis en jeu ?
2. Quel est le rôle de la manipulation du curseur temps ?

Les observables

Afin de répondre aux questions nous allons repérer :

1. Les données repères par les élèves.
2. Les calculs effectués.
3. Les connaissances physiques et mathématiques mobilisées.

Chapitre 3 Analyse *a posteriori* du scénario d'enseignement

Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter dans un premier temps des aspects concernant la mise en œuvre du scénario d'enseignement et dans un second temps l'analyse *a posteriori* du scénario d'enseignement. Les aspects concernant la mise en œuvre comportent le nombre de participants par lycée et une brève description du type d'enseignement que les élèves ont reçu avant les expérimentations ; l'analyse *a posteriori* est présentée par situation.

I. Des aspects concernant la mise en œuvre du scénario d'enseignement

Comme nous l'avons indiqué dans le premier chapitre, l'expérimentation est la deuxième étape de notre protocole expérimental (cf. chapitre 1, figure 1.22) ; elle a eu lieu dans trois lycées différents³⁹ en comptant sur la participation de 75 élèves, au total, de Terminale Scientifique ; le nombre de participants par lycée est présenté dans le tableau 3.1, ci-dessous.

Tableau 3.1 Nombre des participants par lycée du déroulement du scénario d'enseignement.

Lycée	Abbeville (ABB)	Corbeille-Essonnes (CE)	La Courneuve (COURN)
Nombre de participants	31	28	16

Concernant le type d'enseignement que les élèves ont reçu avant les expérimentations (mars-avril 2017), notamment au sujet du mouvement rectiligne uniforme et de sa représentation graphique, les enseignants ont exprimé à travers une communication personnelle :

« Les élèves avaient eu le cours complet de mécanique du programme avec le rappel de la première loi de Newton et rien de particulier sur les graphiques $x(t)$. A la rigueur un petit exercice avec des représentations de $a(t)$, $v(t)$ et $x(t)$ (le même depuis 2012) » (Abbeville).

« Je n'ai pas fait de cours spécifiquement sur le mouvement rectiligne uniforme, mais dans le cadre de l'étude d'un mouvement parabolique je sais que j'avais fait avec eux (de manière quasi magistrale) la démonstration analytique de l'équation de la trajectoire, et une démonstration graphique (ce qui m'avait amenée à tracer la position horizontale x en fonction du temps, qui était une droite...) » (La Courneuve).

³⁹ Jacques Brel à la Courneuve, Robert Doisneau à Corbeil-Essonnes et Boucher De Perthes à Abbeville

« Les élèves avaient eu le cours complet de mécanique du programme, avec des expérimentations en classe en utilisant le logiciel Regressi parmi d'autres » (Corbeille-Essonnes).

Conditions de la mise en œuvre du scénario d'enseignement

L'expérimentation est constituée d'une seule séance. Elle est prévue pour 75 élèves organisés de la façon suivante : 33 binômes, trois groupes composés de trois élèves et un élève qui a travaillé tout seul. La plupart des élèves ayant travaillé en binôme, nous utiliserons le terme "binôme" tout en précisant quand il s'agira de l'élève seul ; tous ces élèves ont participé volontairement à la recherche. Les élèves ont déjà suivi le cours de mécanique, c'est-à-dire que le développement du scénario d'enseignement vient en complément du cours. La chercheuse prend en charge les 75 élèves, en l'absence de l'enseignante. Le travail se déroule toujours par binôme ; chaque groupe de travail dispose d'un ordinateur équipé des simulations. Les données recueillies sont les guides de travail remplis par les 37 binômes, et seulement 6 enregistrements des captures d'écran et 6 enregistrements audio du fait de contraintes institutionnelles et de défaillances techniques inattendues. Le déroulement a duré entre 18 min et 50 min selon les binômes. Pour toutes les situations, les élèves ont été laissés libres d'organiser leur discussion comme ils l'ont entendu, c'est-à-dire, qu'aucune suggestion de développement n'a pas été proposée ; cependant ils ont eu le choix/droit de poser des questions ou de demander des éclaircissements.

II. L'analyse *a posteriori* du scénario d'enseignement

L'analyse *a posteriori* du scénario d'enseignement est menée en deux temps; dans un premier temps nous nous appuyons sur l'ensemble des productions écrites des élèves (37 binômes) pour repérer, de façon très générale, certains des observables que nous nous sommes donnés pendant l'analyse *a priori* et d'apprécier des connaissances mises en jeu lors de la résolution des tâches; dans un deuxième temps nous nous tournons vers les enregistrements (audio et capture d'écran) afin d'observer l'interaction entre les élèves au sein du travail en binôme (questions posées, hésitations, et propositions) et les interactions avec le logiciel (les éléments mobilisés de chacune des fenêtres et les méthodes mises en œuvre). Avec ces données supplémentaires nous enrichissons les observations faites dans le premier temps de l'analyse afin de répondre à nos questions de recherche.

Par la suite, nous présentons l'analyse *a posteriori* de chacune des situations proposées dans le scénario d'enseignement.

1. Analyse *a posteriori* de la Situation 1a

Cette situation propose aux élèves de décrire en langue naturelle la course de deux points qui partent au même instant mais pas de la même position, à savoir, le point B part 2m devant A ; cependant au bout de 4 secondes le point A dépassé le point B, sa vitesse étant de 1ms^{-1} ce qui est plus grande que la vitesse de B ; pour rappelle voir le figure ci-dessous.

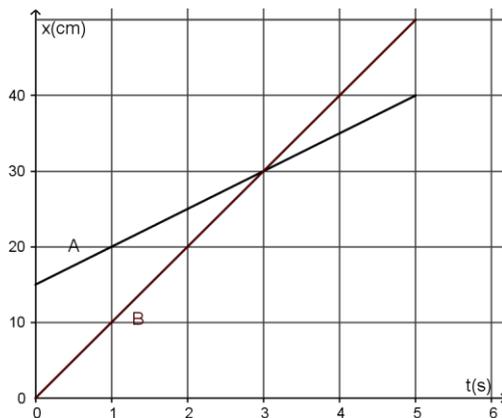


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

En représentant la grandeur temps par un curseur et en associant l'écoulement du temps à sa manipulation, la simulation essaie de faire porter l'attention de l'élève sur cette grandeur et de mettre en avant l'évolution temporelle de la position.

Comme nous l'avons mentionné dans l'analyse *a priori*, nous nous sommes donnés quatre observables, à savoir :

- 1) La caractérisation des mouvements des points A et B.
- 2) Les interprétations des éléments affichés sur l'écran (curseur, points, traces).
- 3) Les connaissances mobilisées et la méthode suivie (les moyens que les élèves se donnent pour caractériser le mouvement).
- 4) Les mots (concepts, définitions,) ; les propositions mobilisées lors de la description.

Dans un premier temps, nous portons notre attention sur la caractérisation du déplacement des points A et B et les connaissances mobilisées pour justifier une telle caractérisation en nous appuyant sur les réponses données sur le guide de travail ; dans un deuxième temps nous nous intéresserons aux connaissances mobilisées pour justifier la caractérisation donnée et en plus à l'interprétation des éléments qui s'affichent sur l'écran et aux propositions mobilisées lors de la description en nous appuyant sur les enregistrements; l'analyse de l'ensemble de ces données nous permettra de vérifier les hypothèses que nous avons faites lors de l'analyse *a priori*.

Caractérisation des mouvements menée par les élèves, connaissances mobilisées et méthodes mises en œuvre.

Prenant en compte l'ensemble des réponses, sur le guide de travail des 37 binômes (cf. annexe 3.2), nous constatons que la caractérisation des mouvements des points A et B est variée, à savoir:

- 1) mouvements rectilignes uniformes,
- 2) mouvements rectilignes,
- 3) mouvements uniformes,
- 4) mouvements avec des vitesses constantes et,
- 5) il n'y a pas une caractérisation explicite mais il y a une description qui porte sur la comparaison des vitesses des points A et B ou la comparaison des distances parcourues sur une durée. Dans le tableau 3.2, on regroupe les résultats obtenus au regard des différentes caractérisations évoquées plus haut.

Nous verrons par la suite les connaissances et méthodes mises en jeu ainsi que l'interprétation des éléments qui s'affichent sur l'écran dans chacune de ces catégories ; d'abord nous présenterons ce que nous remarquons sur les productions écrites et ensuite, en complément, ce que nous remarquons sur les enregistrements.

Tableau 3.2 Synthèse des différentes catégorisations des mouvements A et B lors de la résolution de la tâche 1a du scénario d'enseignement.

Mouvement Rectiligne Uniforme	Mouvements Uniformes	Mouvements Avec des Vitesses Constantes	Mouvements Rectilignes	Description sans caractérisation explicite
<u>CE</u> ⁴⁰ : 1-19 2-11 3-8 4-5 6-7 9-28 10-13 15-23-31 17-20 <u>AB</u> : 1-12 17 <u>COURN</u> : 5-24	<u>CE</u> : 18-24 26-29 <u>AB</u> : 14-33	<u>AB</u> : 2-23 24-25 <u>COURN</u> : 11-23	<u>CE</u> : 21-27 <u>AB</u> : 3-8 16-22 19-29-31 <u>COURN</u> : 3-10 1-25 6-18	<u>CE</u> : 32-33 <u>AB</u> : 4-27 5-34 6-9 7-11 10-26 13-20 15-30 28-32 <u>COURN</u> : 12-20 14-17* 15-19
Total 12	Total 3	Total 3	Total 7	Total 12

⁴⁰ CE correspond aux initiales de Corbeil-Essonnes, et 10-13 aux numéros attribués aux élèves selon une organisation alphabétique de leurs noms, ce type de convention est utilisé de la même façon pour les autres deux lycées, à savoir : COURN correspond aux initiales de La Courneuve et ABB correspond aux initiales de ABBEVILLE.

1) Catégorisation des mouvements comme des mouvements rectilignes uniformes

Certains binômes (12/37) caractérisent le déplacement des points comme des mouvements rectilignes uniformes. Là, les élèves calculent une vitesse moyenne, faisant le rapport entre la distance totale parcourue et la durée mise pour parcourir cette distance, et ils associent cette vitesse à une vitesse constante, voici, ci-dessous, quelques des réponses des élèves :

« Les deux mouvements sont rectilignes uniformes. L'objet A commencé à 0 mètre et termine à 30m au bout de 30s. Il a donc une vitesse de 1m/s. L'objet B commence à 2 mètres et termine à 17m au bout de 30s. Il a donc une vitesse de 0,5m/s. Donc A plus rapide que B » (CE : 10-13)

« Objet A : départ à 0m, au bout de 30 secondes l'objet A est à 30,2 mètres l'objet A a un mouvement rectiligne uniforme. Objet B départ à 2m et au bout de 30 secondes l'objet B est à 17,4m. L'objet B a un mouvement rectiligne uniforme » (CE : 15-23-31)

« L'objet B à un mouvement rectiligne uniforme « Objet A rectiligne uniforme, 1m/s. Objet B rectiligne uniforme, 0.51 m/s » (COURN : 5-24)

Nous remarquons que les élèves calculent la valeur de la vitesse moyenne pour chaque point (A et B) en déplacement en tenant compte de la position de départ et de la position d'arrivée, ensuite ils comparent ces valeurs et déduisent lequel est le plus rapide. D'ailleurs, les élèves s'assurent de prendre la durée totale de la simulation afin de comparer les vitesses des deux points. On constate que les données primaires, instants et positions, lues sur le curseur temps et à l'aide de la ligne horizontal respectivement, sont mises en lien explicite avec les grandeurs physiques en y ajoutant les unités d'espace (30,2 mètres, par exemple) et de temps (30secondes, par exemple) ; parfois les symboles de ces unités sont utilisés (17,4m ou 30s). Outre que ces données quantitatives sont traitées afin de calculer la valeur de la vitesse, le résultat de ce calcul est mis en lien avec la grandeur physique lorsque les unités sont ajoutées (0.51 m/s) ; on remarque que certains nombres sont représentés en faisant recours à l'écriture décimale qui est l'un des registres de représentation des nombres⁴¹. Ces activités qui relèvent du niveau de modélisation du modèle physique nous permettent d'affirmer que la situation proposée permet de faire des liens entre le monde des objets et des événements vers le monde des théories et des modèles, relation type 2 (cf. figure 2.2). Ces activités de modélisation nous permettent aussi de déduire que les traces sont interprétées comme les trajectoires et la droite graduée de deux en deux comme l'axe horizontal

⁴¹ D'autres registres de représentation de nombre sont le système d'écriture fractionnaire et avec exposant (Duval, 1993)

d'un repère, c'est-à-dire, que la situation permet de faire des liens entre le monde des théories et le monde simulé.

Bien que nous ne cherchions pas à caractériser la compréhension des sauts de vitesse et/ou d'accélération par les élèves nous faisons ressortir que dans certaines réponses, il est déclaré que les objets A et B partent au même instant ; cela attire notre attention dans la mesure où dans la simulation à $t=0s$ les objets ont une vitesse initiale zéro mais cela ne les amène pas à penser à un mouvement accéléré. En d'autres termes, le démarrage du mouvement ne les empêche pas de caractériser le mouvement comme un mouvement uniforme ; cependant à ce stade de l'analyse nous n'avons pas suffisamment de données pour discuter les raisons pour lesquelles le fait d'avoir supprimé les phases d'accélération et de ralentissement est négligé par les élèves lors de l'observation de la simulation, peut-être que la familiarité des élèves avec les vidéos leurs permet de considérer les mouvements comme des mouvements rectilignes uniformes.

Concernant la justification d'un mouvement uniforme on constate qu'elle n'apparaît que chez un seul binôme qui s'appuie sur une vitesse constante pour conclure que le mouvement est uniforme:

« Les 2 objets partent en même temps A part devant B mais va 2 fois plus vite. Leur vitesse est constante donc c'est un mouvement rectiligne uniforme » (CE 2-11).

Ce constat nous amène à penser que les élèves font implicitement l'hypothèse que la vitesse est constante ; néanmoins, afin de trouver d'autres arguments qui soutiennent cette caractérisation et les méthodes mises en œuvre nous explorons par la suite les enregistrements.

A l'aide de l'analyse des enregistrements, nous constatons que les élèves mettent en œuvre différentes méthodes afin de caractériser les mouvements. De manière à analyser finement ces méthodes et mettre en relief certaines situations suscitées par l'utilisation du curseur temps, nous présenterons en détail quelques passages du travail réalisé par le binôme CE 10-13⁴² qui a mis en œuvre trois stratégies différentes ; ce binôme a toujours utilisé le curseur temps pour exécuter et contrôler la simulation :

Les élèves commencent par exécuter la simulation en manipulant le curseur de 0 jusqu'à 30. Le résultat de cette manipulation est montré dans la figure 3.1

⁴² La transcription complète se place en annexe 3.2

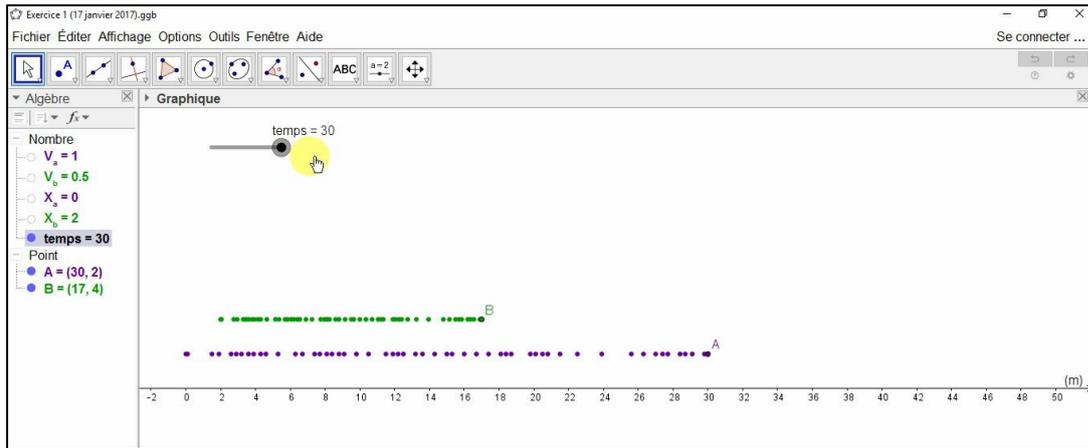


Figure 3.1 Le résultat obtenu à la suite de la première manipulation complète du curseur (de 0 jusqu'à 30) (0'49''s). On remarque des traces discrètes. Le cercle en jaune signale l'emplacement de la souris.

Ensuite les élèves exécutent à nouveau la simulation, 5 fois, en manipulant le curseur temps rapidement en obtenant ce qui se montre dans la figure 3.2.)

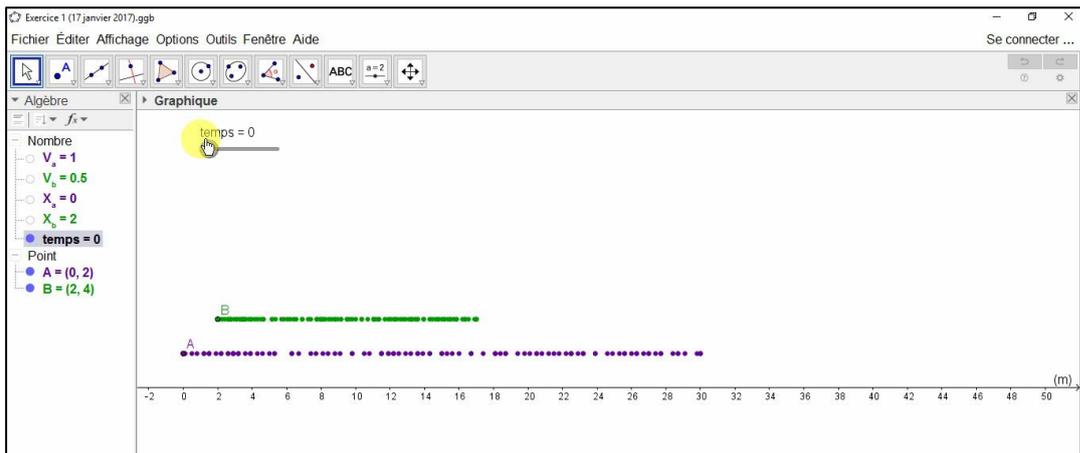


Figure 3.2 Le résultat obtenu à la suite de plusieurs manipulations rapides, en avant et en arrière, du curseur temps. On remarque plus de points sur les traces (0'53''s)

« Ça c'est le mouvement en fonction du temps... » (Simultanément un des élèves continue exécutant la simulation)

1. Ah... j'ai passé tellement vite que cela n'a pas tracé tous les points ! (Figure 3.3)

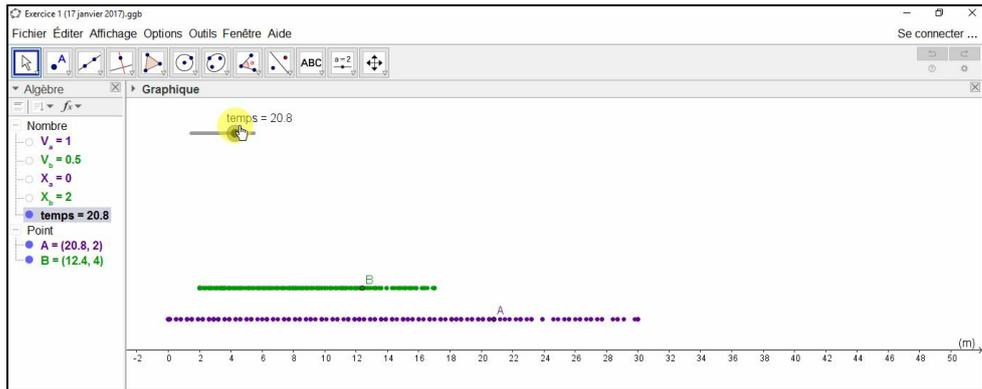


Figure 3.3 Le résultat obtenu en manipulant le curseur temps lentement (1'00''s). On remarque qu'il y a plus de points sur les traces.

« ... Déjà Ça me paraît bien uniforme tout ça », Cette proposition est faite à la suite de plusieurs exécutions de la simulation toujours à l'aide de la manipulation du curseur temps. Le résultat obtenu se montre dans la figure 3.4

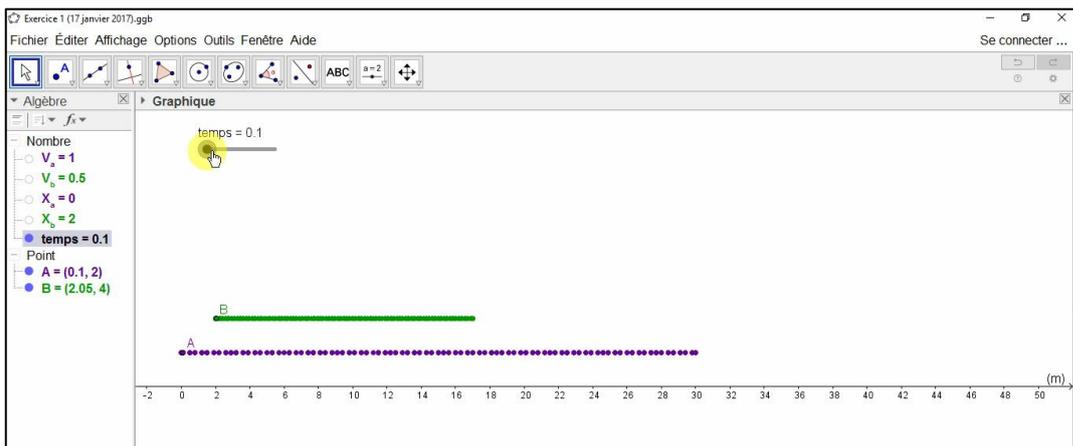


Figure 3.4 Le résultat obtenu à la suite de plusieurs exécutions de la simulation toujours à l'aide de la manipulation du curseur temps. La trace pour l'objet A est discrète mais avec une certaine régularité : 2-2-2-3-2-2-2-2-3... (1'17''s)

«... Il y a 3 points, 2 points je ne pense pas... »

« ... tu sais quoi ? On va faire... » (Mobilisation de la fenêtre algébrique)

« Propriété. Ha non, c'était écrit là » (figure 3.5)

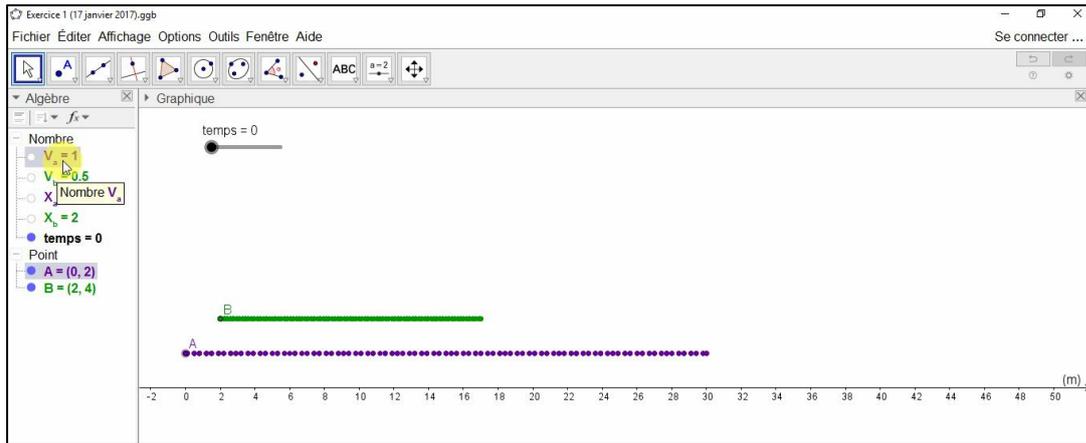


Figure 3.5 Le Mobilisation de la fenêtre algébrique (1'39''s)

« V_A c'est... et $X_A = 0$ car ... V_A c'est 1... ça m'a l'air super proportionnel... » (en manipulant le curseur temps lentement)

« ...déjà comme les points sont plus proches... »

« ...ok. $A = 1$; $=2$; $=3$ ok donc A est proportionnel au temps... et B pour une seconde toujours pareil on a ... 2.5 ok donc on peut voir que... »

Les élèves regardent de nouveau, le déplacement des points A et B seconde par seconde,

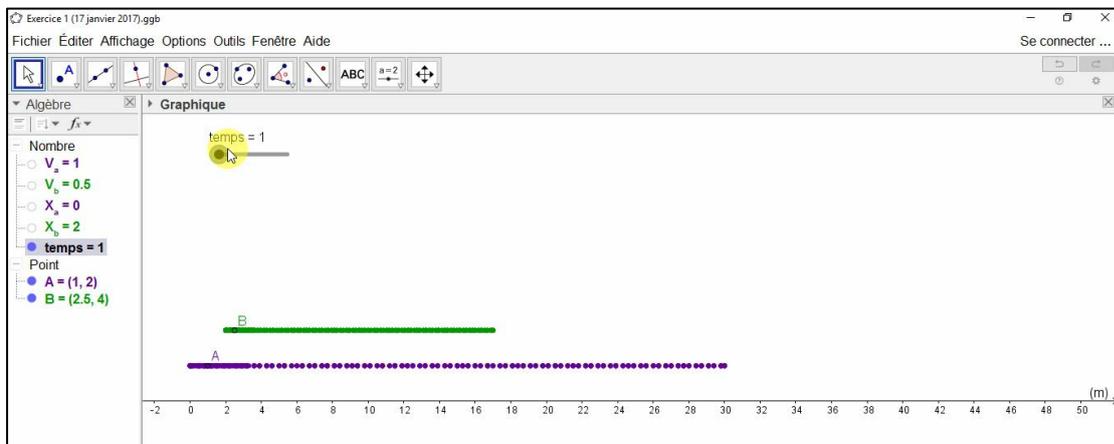


Figure 3.6 Vérification seconde par seconde. La trace pour l'objet A devient continue (2'26''s)

« Les deux mouvements sont... »

« Les deux mouvements sont rectilignes uniformes... »

Pendant que la souris est manipulée sur la trace du point B, (figure 3.7).

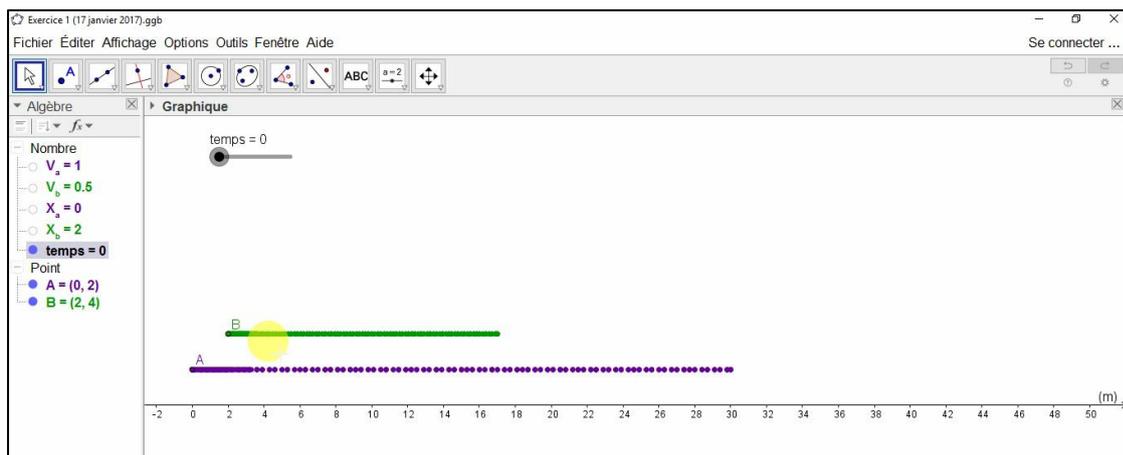


Figure 3.7 Caractérisation des mouvements comme des mouvements rectilignes uniformes pendant que la souris est déplacée sur la trace de l'objet B (2'37''s)

« On peut voir que l'écart entre A et B... entre chaque... attends... peut-être j'ai dit une bêtise ; ah non, c'est ça... On peut voir que... pour le même temps... attends, bien... j'ai laissé tracer tous les points. On peut voir que pour le même temps A parcourt plus de distance que B donc A est plus rapide » (en laissant défiler la simulation, (figure 3.8))

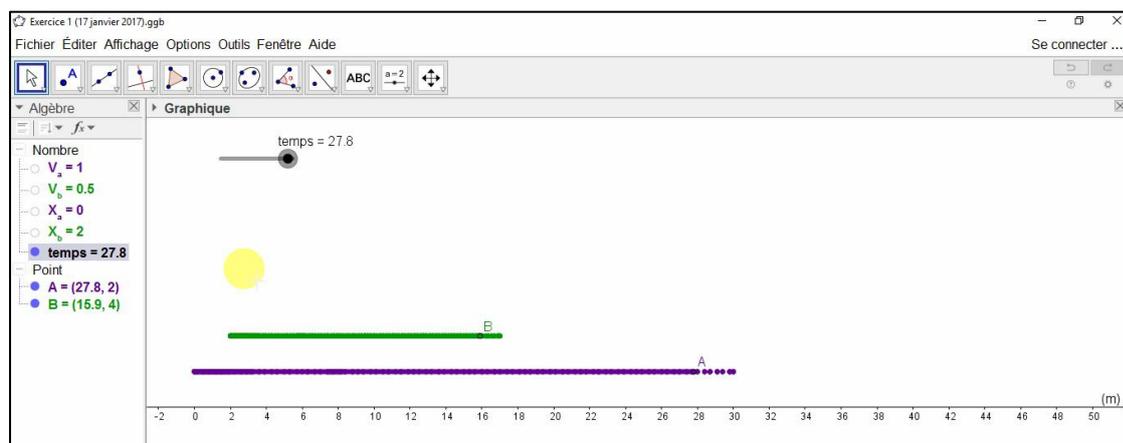


Figure 3.8 En laissant défiler la simulation les traces deviennent continues (2'54''s)

« Pour le même temps ? ... »

« Oui. Regarde, quand $t = 1$ seconde, B a parcouru 0.5 alors que A a parcouru... » (En manipulant le curseur « un par un ») « ... Faut faire des équations à la limite : VA c'est 1 et VB c'est 0,5 ... » (mobilisation de la fenêtre algébrique) »

Nous remarquons que les élèves manipulent le curseur temps, en avant et en arrière pour observer le résultat obtenu à la suite de cette manipulation ; dès qu'ils visualisent les

déplacements des points et leurs traces, une première fois, ils continuent à faire d'autres manipulations à différents rythmes ce qui leur permet de faire une première conjecture :

« Déjà ça me paraît bien uniforme tout ça » (1'13")

Cependant les traces discrètes affichées et la séparation irrégulière des points qui comportent ces traces, les conduisent à vérifier leur conjecture. En regardant la fenêtre algébrique, ils repèrent les vitesses V_A et V_B : *« regarde là, V_A c'est... 1 »* et en manipulant le curseur temps lentement, ils renforcent sa première impression visuelle :

« Ça me paraît assez proportionnel » (1'57") ;

Cette dernière proposition évoquée par l'un des élèves paraît les conduire à mettre en œuvre une autre méthode, la manipulation du curseur temps en l'arrêtant à chaque seconde (de 1 jusqu'à 3). Ils repèrent la distance parcourue (à l'aide de la droite graduée) pour l'objet A et ensuite pour l'objet B :

« $A = 1 ; =2 ; =3$ ok donc A est proportionnel au temps et B... on a 2.5 ... ok on peut voir que... les deux mouvements sont rectilignes uniformes » (2'14").

Ici, les élèves raisonnent sur un petit incrément de temps, ils objectivent le "ça a l'air" en regardant la distance pour de petites durées, donc quelque part, ils se rapprochent de la notion de vitesse instantanée en raccourcissant les durées et comparent ces valeurs de vitesse sur des petits intervalles de temps ; cette comparaison leur permet de conclure que les mouvements sont uniformes.

Ensuite une nouvelle vérification est faite à l'aide de la manipulation du curseur temps ; l'un des élèves dit :

« On peut voir que pour le même temps A parcourt plus de distance que B donc A est plus rapide »,

Vis-à-vis cette proposition son camarade réagit posant la question :

« Pour le même temps ? »

Cette question amène les élèves à une dernière vérification de la conjecture toujours à l'aide de la manipulation du curseur temps et en l'arrêtant à chaque seconde :

« Regarde, quand $t= 1$ seconde, B a parcouru 0.5 alors que A a parcouru... 1 ; faut faire des équations à la limite ; V_A c'est 1 et V_B c'est 0,5 » (3'05").

Nous faisons ressortir d'une part qu'afin d'analyser et caractériser le mouvement des points les élèves ont mis en œuvre trois méthodes, à savoir la visualisation, la mobilisation de la fenêtre algébrique et la manipulation du curseur en l'arrêtant seconde par seconde. Ces méthodes mettent en évidence différents aspects liés à : la conversion de registres de représentation sémiotique, des relations entre les trois mondes⁴³ et l'ergonomie du logiciel.

On constate que la conjecture émise par les élèves « *Ça me paraît bien uniforme tout ça* » est évoquée suite à la visualisation de la simulation ce qui veut dire qu'une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T) est faite en associant tous les représentations géométriques qui s'affichent sur la fenêtre graphique avec des éléments théoriques du mouvement : l'affichage progressif des points sur la fenêtre est associé au déplacement des objets et à l'évolution du curseur à l'écoulement du temps. Cette conjecture nous laisse remarquer que des connaissances cinématiques sur la caractérisation des mouvements sont réinvesties lors de la résolution de la tâche.

Par ailleurs, on note aussi que faire évoluer le curseur temps en le manipulant avec la souris entraîne l'affichage des traces discrètes sur la fenêtre (cf. figure 3.1) ce qui amène les élèves à porter leur attention sur ces traces discrètes en les faisant douter de sa conjecture et en les amenant à chercher d'autres méthodes pour la vérifier. D'ailleurs, les élèves remarquent aussi que les points sont beaucoup plus proches (cf. figure 3.3) lorsque la manipulation du curseur est faite à plusieurs rythmes : « *j'ai passé tellement vite que cela n'a pas tracé tous les points* ». Ces constats font ressortir deux aspects : d'un part, l'affichage des traces discrètes ce qui est lié aux contraintes du logiciel et d'autre part, les écarts irréguliers entre les points que comportent les traces, ce fait est lié à une contrainte humaine celle du rythme de la main lors de la manipulation du curseur avec la souris.

L'utilisation de la fenêtre graphique (cf. figure 3.5) comme une deuxième méthode pour caractériser le mouvement et vérifier la conjecture nous permet d'affirmer que des relations internes entre le monde simulé sont menées lorsque des comparaisons entre des informations données dans les deux fenêtres (graphique et algébrique), en particulier, de la valeur de la vitesse des objets, tentent de se faire. On remarque que les données affichées sur la fenêtre algébrique sont associées à des grandeurs physiques : « *... V_A c'est 1...* » cependant on constate que des unités de vitesse, m/s par exemple ne sont pas ajoutées aux données numériques.

⁴³ Nous désignerons les trois mondes à l'ensemble de monde des théories et modèles, le monde des objets et des événements et le monde intermédiaire

La dernière méthode mise en œuvre, celle de la manipulation du curseur en l'arrêtant seconde par seconde (cf. figure 3.8) pour se donner des intervalles réguliers de temps (seconde par seconde) et ainsi constater que les distances parcourues étaient les mêmes, met en évidence que la situation proposée permet de mobiliser la définition de mouvement rectiligne uniforme et le concept de vitesse moyenne calculée sur de petits intervalles de temps donc, d'une certaine manière, d'une vitesse uniforme vue comme une non variation de vitesses successives calculée sur des petits intervalles de temps. Là, nous nous apercevons de l'une des potentialités du logiciel, celle de pouvoir se donner des petits intervalles du temps, grâce à la manipulation du curseur, pour rapprocher la vitesse moyenne de la vitesse instantanée.

On remarque aussi que lorsque les élèves s'attaquent à résoudre la tâche en l'abordant comme une situation de proportionnalité, ils relèvent des données primaires (positions et instants) pour les traiter afin de calculer la distance parcourue par l'objet pendant 1 seconde ; cette lecture de données et ce traitement mettent en évidence la conversion du registre de représentation géométrique utilisée dans le monde simulé et le registre de représentation des nombres : « *quand $t=1$ seconde, B a parcouru 0.5... V_A c'est 1 et V_B c'est 0,5* » ; cette conversion de registres permettent donc l'articulation des trois mondes : le monde des objets et des événements lors de la lecture de données primaires, le monde simulé et le monde des théories lors de le repérage de la vitesse des objets ; cependant on constate que seule la valeur repérée sur le curseur temps est dotée des unités tandis que pour la distance parcourue et les vitesses leurs unités sont absentes ; la première association reste donc à un niveau de modélisation du modèle physique et la deuxième à un niveau du modèle mathématique.

Par ailleurs, pour les binômes qui ont exécuté la simulation à l'aide du bouton « play », la méthode qui semble être suffisante pour caractériser le mouvement comme rectiligne uniforme c'est la visualisation de ce qui s'affiche sur la fenêtre graphique. Dès que les élèves exécutent la simulation ils observent le déplacement des points et rapidement émettent leurs conjectures. Ci-dessous, l'exemple du binôme CE : 2-1 :

L'activation de la simulation se fait à l'aide du bouton « play ». Pendant l'échange la simulation défile automatiquement plusieurs fois (figure 3.9)

« C'est en fonction quoi ? mais attend il n'y a que m, il n'y pas d'autre...c'est vitesse, temps ? Ah ...non. Vitesse... »

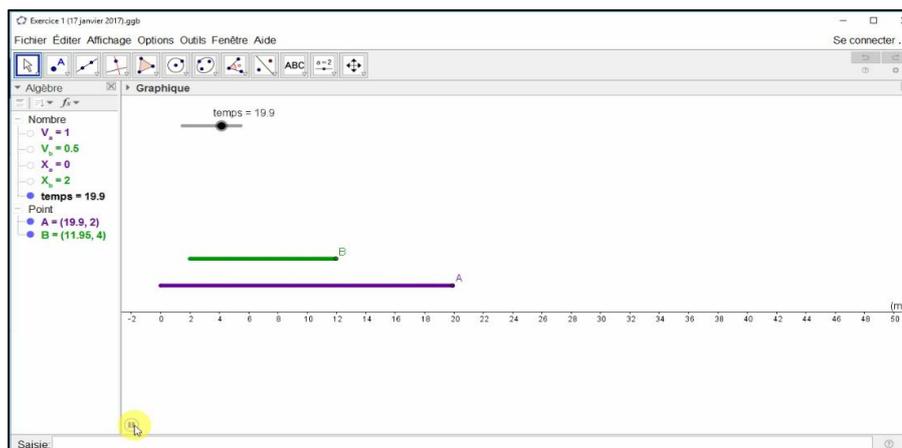


Figure 3.9 Le résultat obtenu à la suite de l'exécution de la simulation à l'aide du bouton « play » (1'45" s). On remarque des traces continues. Le cercle en jaune signale l'emplacement de la souris (CE : 2-11)

« ... V_A c'est la vitesse non ? » (Il semble que l'attention est portée sur la fenêtre algébrique)

« Ha oui B il va 2 fois moins vite que A parce que la vitesse B est 0,5 et sauf que le, A il est quand même parti avant le B. Regarde, A il est parti... » (L'attention est portée sur la fenêtre graphique)

« Attends... Laisse la fin »

« Ils sont partis en même temps mais pas au même endroit. Oui ils sont partis en même temps mais pas au même endroit, sauf que 2, le bleu là ...il va...du coup. Deux fois plus vite (la simulation a défilé 5 fois) »

« A. A va 5 »

« E. A va 2 fois plus vite que le B »

A - Oui, B c'est 0,5

3'55" Lors de la rédaction de leur réponse sur la feuille de travail

E. Leur vitesse est constante...Quand la vitesse elle est constante c'est quoi comme mouvement ?

A. Rectiligne et uniforme

E. Tu es sûre ?

A. Oui, oui, je suis sûre, c'est le seul que je connais

Nous remarquons que dès que le mouvement est perçu, l'une des élèves commence la recherche d'information (C'est en fonction quoi ? mais attend il n'y a que m, il n'y pas d'autre...c'est vitesse, temps ? Ah ...non. Vitesse...) en portant son attention sur les données qui s'affichent sur la fenêtre algébrique, cela l'amène à faire rapidement des comparaisons entre les vitesses des objets et de mettre en lien les deux fenêtres tandis que l'autre élève porte son attention sur la fenêtre graphique ainsi que d'observer un peu plus le mouvement (A. Attends... Laisse la fin). Nous

constatons que la comparaison entre les valeurs des vitesses est privilégiée et que le départ simultané et le point de départ sont pris en compte lors de l'observation et la rédaction de leur réponse sur le guide du travail (cette réponse a été présentée au-dessus). Aucune vérification d'une vitesse constante ne se fait ; en revanche, un appel aux connaissances déjà acquises est mobilisé afin de caractériser le mouvement.

En général, pour les binômes qui ont activé la simulation avec le bouton « play », l'observation de la simulation paraît être suffisante pour justifier que la vitesse des objets est constante ; la fenêtre algébrique est mobilisée pour relever la valeur de la vitesse de chaque objet; cela peut signifier que dans le monde simulé le déroulement visuel et l'impression laissée à l'observateur suffit pour conclure que le mouvement est rectiligne uniforme et que visuellement on ne perçoit ni accélération ni décélération sur les 30 secondes (durée de la simulation).

2) Catégorisation des mouvements comme de mouvements uniformes

On constate qu'il y a trois binômes qui caractérisent le mouvement comme des mouvements uniformes (le mot rectiligne n'est pas utilisé) et que seul le binôme CE 18-24 justifie (sur le guide de travail) pourquoi les mouvements sont uniformes :

« L'objet A a un mouvement uniforme car il a une vitesse constante (il est environ à 1ms^{-1}) $v = \frac{d}{t}$ »

L'objet B a aussi un mouvement uniforme car il a une vitesse constante mais sa vitesse est moins grande que celle de l'objet A car il parcourt moins de distance en un même temps. On ne peut pas déterminer la trajectoire

$$\frac{4,4}{4,8} \quad \frac{7}{10} \quad \frac{10,3}{16,7} \quad \frac{14,25}{25,5} \gg$$

On constate que les élèves déclarent que le mouvement est uniforme parce que la vitesse est constante. Nous remarquons que ce binôme mobilise des registres algébriques et calcule la vitesse moyenne pour le point A mais pas pour le B ce qui pourrait nous indiquer que le départ différent de zéro pose une difficulté ou perturbe les élèves comme il est déclaré dans le binôme CE 6-7 (cf. annexe 3.12). En nous tournant sur la simulation nous remarquons que les rapports présentés à la fin de sa rédaction correspondent à des rapports entre positions et instants pour l'objet B pour quatre instants différents; il semble que les élèves tentent de calculer la vitesse instantanée de B, auquel cas les élèves ne s'aperçoivent pas que ces calculs sont inappropriées dans la mesure où dans la relation qu'ils notent ($v = d/t$) d correspond à la distance parcourue dans un intervalle de temps, il peut donc y avoir une confusion entre distance et position et une confusion entre durée et instant du temps. En vérifiant les résultats de ces quotients, à savoir : 0,91 ; 0,7 ; 0,91 et 0,55,

nous remarquons qu'ils ne sont pas les mêmes ce qui peut les conduire à ne pas se calculer la vitesse de B. Par rapport à la phrase « On ne peut pas déterminer la trajectoire » il n'y pas de justifications ce qui nous interpelle sur pourquoi la trajectoire rectiligne paraît être évidente pour certains binômes mais pas pour les autres, donc il semble que ce qu'on représente dans le monde simulé peut avoir différentes interprétations. Nous soulignons que de ce binôme (CE 18-24) nous n'avons pas d'enregistrement. Cependant en nous appuyant sur l'enregistrement du binôme CE 26-29 qui caractérise les mouvements de la même manière, nous ne trouvons pas de méthodes mises en œuvre afin de vérifier que la vitesse est constante. Il semble donc que la perception visuelle est un argument suffisant pour certains élèves.

3) Catégorisation des mouvements comme des mouvements avec des vitesses constantes

Nous constatons que chez trois binômes il n'y pas de caractérisation explicite des mouvements mais la vitesse constante des points est mise en avant :

« L'objet A et B ont tous deux une vitesse constante. Mais la vitesse du point A (1) est plus grande que la vitesse du point B (0,5) malgré le point départ, le point A à $t=4s$ rattrape le point B » (COURN 11-23).

On remarque que la description porte sur la comparaison des valeurs de vitesses moyennes et le point de dépassement mais la sorte de trajectoire n'est pas évoquée. Dans la mesure où la vitesse constante n'est pas justifiée il semble que l'impression visuelle que donne la simulation suffit pour l'établir. Nous faisons ressortir que pour cette sorte de catégorisation nous n'avons pas d'enregistrements sur lesquels nous appuyer pour enrichir nos analyses.

4) Catégorisation des mouvements comme des mouvements rectilignes

D'autres binômes (7/37) caractérisent le mouvement des objets comme des mouvements rectilignes (ni le mot uniforme ni la phrase vitesse constante ne sont pas utilisées). Parmi ces sept caractérisations nous remarquons qu'il n'y a qu'une description qui comporte la justification de la caractéristique rectiligne :

« À $T=0s$, l'objet A pour coordonnées $(0 ; 0)$ et l'objet B $(2 ; 1)$

À $T=30s$, l'objet A a pour coordonnées $(30 ; 0)$ et l'objet B $(17,29 ; 1)$

Les objets A et B changent uniquement d'abscisse, donc c'est seulement la distance X qui change. On a un mouvement rectiligne » (COURN 6-18)

$$V_A = 1 \text{ UA} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V_B = \frac{15.25}{30} \cong 0,5 \text{ UA} \cdot \text{s}^{-1}$$

En moyenne, car nous n'avons pas de vitesse uniforme

Nous remarquons que l'attention est portée sur les coordonnées des points A et B à deux instants différents (initial et final) et qu'en s'appuyant sur la variation du déplacement sur les abscisses le mouvement est caractérisé comme rectiligne, cela nous fait penser que l'ensemble des deux lignes sur la fenêtre graphique (la ligne verticale qui sépare la fenêtre graphique et la fenêtre algébrique et la ligne horizontale graduée de deux en deux) est comprise comme un repère ou que l'attention est portée sur les données qui s'affichent sur la fenêtre algébrique; dans un cas comme dans l'autre, les élèves passent au monde théorique en repérant l'axe sur lequel se déplace chaque point. Nous constatons que les calculs effectués correspondent à la vitesse moyenne sur les 30 secondes pour chacun des points ; en comparant les coordonnées à $t = 30$ le calcul de la vitesse moyenne pour le point B nous remarquons que les élèves distinguent entre position finale et distance parcourue. D'ailleurs, les élèves déclarent qu'il n'y a pas de vitesse uniforme ce qui explique pourquoi le mouvement est caractérisé seulement comme de rectiligne. Néanmoins, nous soulignons que la programmation des points est faite afin de donner des nombres entiers à $t = 30$ mais que les élèves notent un nombre décimal pour le point B, cela nous fait penser, d'une part, que le relevé des coordonnées est fait à l'aide de l'axe horizontal placé sur la fenêtre graphique et non à l'aide de la visualisation de la fenêtre algébrique, d'autre part, que le nombre décimal ou l'inégalité des vitesses a amené les élèves à déclarer qu'il n'y a pas de vitesse uniforme. Néanmoins, dans d'autres réponses, il semble que c'est le sens du mouvement (de gauche à droite) ou sa direction (horizontale) qui suffit pour argumenter que le mouvement est rectiligne ; par la suite nous présentons les réponses concernées :

« On observe que l'objet B a une plus petite distance à parcourir que l'objet A. De plus, l'objet A a une vitesse plus grande que l'objet B. Ils ont tous deux un mouvement rectiligne horizontal » (COURN 1-25).

« On observe que les 2 objets ont un mouvement rectiligne, ils se déplacent tous les 2 sur une droite de gauche à droite. On dirait que le point A avancé environ 2 fois plus vite que le point B » (ABB 3-8).

Nous constatons, par ailleurs, que parmi les réponses des binômes qui caractérisent les mouvements comme rectilignes, il s'en trouve une qui caractérise de façon différent le mouvement de l'objet A et de l'objet B. Voici, ci-dessous, cette description :

« Mouvement rectiligne uniforme pour les 2 mouvements objets.

L'objet A à une vitesse supérieure à celle de l'objet B

Objet A : accéléré

Objet B: uniforme

Vitesse de l'objet B est constante » (CE 21-27).

On observe, d'un part, que le mot « uniforme » est barré et que les mouvements sont caractérisés d'une façon différente, cela nous conduit à repérer sur l'enregistrement les observations et raisonnements qui les ont conduits à telle description ; d'abord nous présentons un extrait de la transcription de l'enregistrement (cf. annexe 10) et ensuite notre analyse, cela se fait en trois temps, un temps pour chaque lancement de la simulation.

Premier temps :

- *1'57"*
- *allez !*
- *agrandis là ! donc ... (lecture de l'énoncé)*
- *1'57"*
- *Bouge le truc, le curseur (Elles bougent trois fois le curseur temps et observent ce qui s'affiche sur la fenêtre graphique, (figure 3.10) puis relisent l'énoncé ; Intervention du chercheur : « ... notre objectif c'est de comprendre comment ça marche dans la tête de tous les élèves...)*
- *Ça ne marche pas trop dans la tête » (2'32")*
- *Inaudible*
- *voilà B, c'est rectiligne uniforme*
- *bien, les deux sont rectilignes uniformes*
- *bah oui, mais là j'ai plus points pour le A, je ne sais pas si ça compte ou pas (en manipulant le curseur à nouveau et en passant la souris sur le trace de A)*
- *oui, mais le A ils sont un peu plus espacés (en parlant des points de la trace pour l'objet A et en manipulant le curseur)*
- *oui c'est ce que j'étais en train de regarder,*
- *tu vois ce que je veux dire ou pas ?*
- *oui là tu as trois points, deux points (en manipulant le curseur temps), si ça se trouve ce n'est pas du tout ça*
- *pas du tout, mais bon ce n'est pas grave*
- *De tout façon tu mets ils sont rectilignes uniformes pour les deux objets (puis elles écrivent)*
- *pour les deux mouvements de A*
- *objets parce que...*
- *oui c'est ça*

- les deux mouvements des objets ...
- oui, on part sur ça

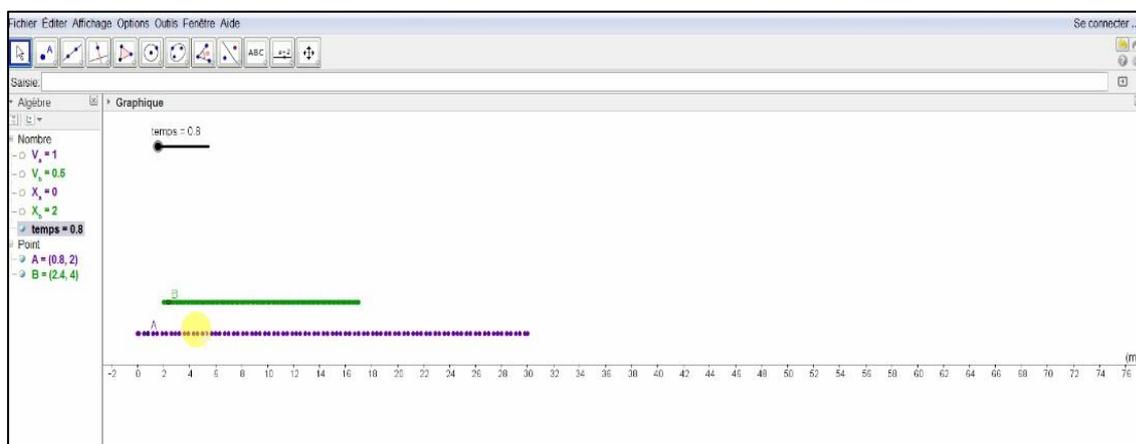


Figure 3.10 Le résultat obtenu suite à la manipulation du curseur temps. La trace pour le point A est discrète et continue pour le point B (CE 21-27 ; 2'49'')

Nous remarquons que les élèves mènent la démarche suivante :

- Se positionnent sur la simulation en l'ouvrant et lisent la consigne.
- Reviennent à la simulation et l'exécutent trois fois, jusqu'à 30, en manipulant le curseur temps; elles observent les effets de cette manipulation, à savoir: des traces discrètes qui, suite aux manipulations du curseur en avant et en arrière, deviennent plus serrées; d'ailleurs, pour le point B la trace devient continue et pour l'objet A elle reste composée des points espacés; les élèves se trouvent donc dans le monde simulé en gérant les fonctionnalités du logiciel et en visualisant leurs effets.
- Relisent la consigne et expriment leurs premières interprétations. Les élèves lisent une deuxième fois la consigne afin, peut-être, de mieux comprendre de quoi il s'agit et de donner du sens à la simulation. Suite à une remarque du chercheur qui rappelle l'objectif de la expérimentation (« notre objectif c'est de comprendre comment ça marche dans la tête de tous les élèves ») l'une des élèves paraît, dans un premier moment, ne pas trouver une signification à ce qui se montre dans le monde simulé « Ça ne marche pas trop dans la tête » (2'32''); cependant suite à un certain échange, elle et sa camarade passent au monde des théories en caractérisant les mouvements avec des définitions qui sont propres au langage de la physique et en mobilisant des connaissances déjà acquises): « - voilà B, c'est rectiligne uniforme; - bien, les deux sont rectilignes uniformes ». Néanmoins, dans la mesure où deux caractérisations différentes sont faites nous pensons que les perceptions du monde simulé ne sont pas les mêmes pour les deux élèves.

d) Cherchent à argumenter leurs caractérisations. Du monde des théories elles reviennent au monde simulé en manipulant le curseur et en portant leur attention sur les traces et leurs particularités, notamment pour le point A dont la trace est discrète : « bah oui, mais là j'ai plus de (?) points pour le A, je ne sais pas si ça compte ou pas »; une méconnaissance par rapport aux fonctionnalités du logiciel est déclarée, à savoir, la trace discrète ce qui est une contrainte de GéoGébra. Nous remarquons que les élèves sont restées dans le monde simulé en appréciant les traces pour A et B et en les comparant sans se rapprocher d'une autre connaissance ou d'une autre méthode afin de justifier leur caractérisation; cependant, l'une des élèves fait le choix de négliger les traces discrètes pour le point A ce qui lui permet de passer au monde des théories: « ... mais bon ce n'est pas grave, de tout façon tu mets ils sont rectilignes uniformes pour les deux objets », on souligne que nous n'avons pas des éléments qui nous indiquent ce qui lui permet de négliger la trace discrète pour l'objet A. Finalement elles rédigent une première partie de leur caractérisation : « mouv rectiligne uniforme pour les 2 objets » (3'34").

Deuxième temps : Nouvelle manipulation et observation de la simulation.

3'42"

Mais regarde, A va plus vite regarde A va plus vite, il le rattrape

il parcourt une plus longue distance

- *oui c'est vrai en plus B il démarre ... enfin ils démarrent en même temps tous les deux sauf que le A il rattrape le B et que A il dépasse le B*

- *c'est vrai en plus, le B il démarre, ...enfin ils démarrent en même temps tous les deux, ils démarrent en même temps, je crois, attends, (elle vérifie son observation en amenant le curseur à zéro) oui, ils démarrent en même temps tous les deux sauf que le A il rattrape le B et que A il dépasse le B*

- *là on prend un point fixe et il le dépasse à partir de quand? ...*

- *C'est comme si j'aurais certaine moto... il dépasse comme une moto, une moto elle part de là ...tu sais... toi tu pars de là et B il part deattends ça ne marche pas (elle tape sur la souris, soucis techniques) c'est comme sur le stade c'est à dire que tu pars ...*

- *oui, c'est bon, j'ai compris ...*

- *tu as vu il le rattrape ça veut dire qu'il va plus vite que A va plus vite que le B*

- *l'objet A a une vitesse supérieure à l'objet B (cela est noté sur le guide du travail)*

- *je pense qu'il faudrait parler de l'accélération aussi non ?*
- *je ne sais pas, j'ai l'impression que*
- *que quoi ? exprime-toi !*
- *non on est enregistré je ne voudrais pas dire des bêtises*

Les élèves reprennent l'observation de l'événement qui a lieu dans le monde simulé et enrichissent leur description avec d'autres éléments du mouvement comme le départ simultané, le dépassement ; les élèves passent au monde des objets et des événements mettant en lien leur observation sur le monde simulé avec des observations de la vie quotidienne. Elles établissent des relations entre les points A et B avec des motos et le déplacement des points sur la fenêtre avec des situations dans la rue ou le stade ; d'ailleurs, l'espace (informatique) de la fenêtre graphique où se déroule le déplacement des points A et B est mis en relation avec l'espace-temps physique où se déroulent les mouvements évoqués. La comparaison des vitesses paraît les amener au monde des théories en les faisant penser à une accélération. Cependant ce concept n'est pas justifié ; il semble que l'accélération est vue comme une inégalité entre les vitesses des points A et B auquel cas le concept d'accélération n'est pas bien acquis. Il semble aussi que pendant l'observation de la simulation il y a un aspect qui gêne une des élèves (peut être les traces discrètes pour l'objet A) mais cela n'est pas exprimé par l'élève à cause de l'enregistrement ; donc le fait d'enregistrer les échanges devient une contrainte lors du déroulement de l'expérience.

Troisième temps : Nouvelle observation en relançant la simulation en manipulant le curseur temps

7'03

- *Mais oui, sont rectilignes uniformes*
- *Ce n'est pas uniforme (figure 3.11)*
- *on va mettre mouvement rectiligne ?*
- *oui je pense*
- *et du coup, on recommence... ha qu'est qui se passe ? recommence ! encore recommence : là tu as deux points et maintenant tu en as trois (le fait de bouger plusieurs fois le curseur temps modifie les traces notamment celle de A qui est composée de petits points espacés)*
- *mais quand tu fais petit à petit... non, regarde là tu as trois points et là tu as en deux (malgré la manipulation « petit à petit » la trace de A reste discrète)*

- du coup on part sur que celui-là est en accéléré ?...

- je pense

- attends je vais le faire

7'59" intervention de la chercheuse : ça va ?

- oui ça va ... ! (Ce n'est pas une réponse convaincue), on tâtonne, on essaie

Chercheuse : D'accord ! N'oubliez pas, s'il vous plaît, de discuter, de poser des questions

- ha oui, ok.

- Donc, le B il est uniforme

- le A il est accéléré, on dit, on met n'importe quoi ...tu sais ?

- On va ouvrir le deux en attendant...



Figure 3.11 Capture d'écran lors que les élèves manifestent : « ce n'est pas uniforme » (CE 21-27 ; 7'03")

Nous remarquons que à la suite de deux nouvelles observations de la simulation, l'une des élèves dit : « mais oui, sont rectilignes uniformes » mais sans le justifier. Il semble donc que c'est l'impression visuelle de la simulation qui lui permet de l'affirmer, cependant l'autre élève porte son attention sur les points de la trace qui ne sont pas espacés de la même manière pour les points A et B (« là tu as deux points et maintenant tu en as trois ») restant ainsi dans le monde simulé. Ici, la définition cinématique du mot « uniforme » n'est pas mobilisée, ce qui empêche de passer au monde des théories. Par ailleurs, il semble que les élèves passent à la situation suivante étant mal à l'aise par rapport à l'interprétation de la simulation et la description faite : « on met n'importe quoi ...tu sais ? On va ouvrir le deux en attendant... ». Nous concluons donc, d'une part, qu'il y a une connaissance lacunaire par rapport à la définition du mot uniforme et le concept d'accélération, d'autre part, que les traces discrètes deviennent dans une certaine mesure une

difficulté de nature informatique pour la compréhension de la simulation ce qui nous conduit à penser à la conception d'un atelier préalable, pour des futures expérimentations, afin de permettre aux élèves de se familiariser avec GéoGébra dans le contexte de la physique. Cela permettrait de gagner du temps lors des expérimentations et d'explorer d'autres aspects sur la variable temps et la vitesse (moyenne et instantanée) pour de futures recherches à ces sujets.

5) Description des mouvements sans caractérisation explicite

Ces sortes de descriptions (11/37) n'utilisent pas les mots rectilignes et constants. En général ces descriptions portent sur l'analyse de la distance parcourue par chaque point sur les 30 secondes et la déduction du point le plus rapide, deux exemples de ce type de description sont présentés par la suite :

« Le point A commencé le trajet 0 tandis que le point B commence avec 2 mètres d'avance, au bout de 30 (secondes) le point A arrivé à 30 mètres et le point B arrive à 17 mètres. On peut en conclure que B parcourt 15mètre l'objet A a une vitesse de 1m/s et l'objet B a une vitesse de 0,5m/s l'objet A est deux fois plus rapides que l'objet B. Il n'y a pas d'accélération » (ABB 28-32).

« On a le A qui part de 0m et B en 2m. A va plus vite que B, mais ils arrivent en même temps » (CE 32-33).

Sur l'enregistrement du binôme CE 32-33 nous constatons qu'ils disent « c'est constant » mais ils ne mettent pas en œuvre des méthodes pour le vérifier ; donc il semble, encore une fois, que l'impression visuelle suffit pour l'affirmer.

Bilan des descriptions menées par les élèves

Comme nous l'avons montré précédemment, nous constatons cinq caractérisations différentes des déplacements des point A et B appuyées sur différents raisonnements, connaissances et méthodes différentes. Cette variété de caractérisations amène à affirmer que la tâche proposée permet de mettre en lien les trois mondes mais de ne valider nos hypothèses que pour les élèves qui caractérisent les mouvements comme des mouvements rectilignes uniformes. En observant les divers caractérisations nous remarquons différents niveaux d'exhaustivité lors de la description et de la vérification de leurs affirmations; par exemple, certains élèves ne se contentent pas de mettre en œuvre une seule méthode afin de vérifier leurs conjectures, d'autres expriment le souhaite de devenir précis (« il faut que ce soit précis » (CE 6-7)) ou très détaillés (« on va tout dire » (CE 26-29)); il nous semble donc que ces différents niveaux de description et de travail dépendent de chaque binôme, de son niveau de connaissances, de son degré de

familiarisation avec le logiciel et de la compréhension de la situation ce qui peut expliquer pourquoi les hypothèses soient validées seulement par une partie des élèves.

Remarques complémentaires des productions écrites concernant descriptions menées

Sur l'ensemble des productions écrites des 37 binômes nous constatons que :

a) Seul un faible pourcentage d'élèves explicite les mises en relation entre les éléments des trois mondes (cf. tableau 3.2) et font des descriptions détaillées qui comportent le départ simultané, le décalage spatial au départ, le point de dépassement et le fait que le mouvement a lieu dans une seule dimension. Par la suite nous présentons la rédaction du seul binôme qui explicite comment les élèves ont interprété les éléments visualisés sur la fenêtre graphique :

« Dans cette simulation, il y a 2 points : A et B placé dans un repère orthonormé $(\vec{o}, \vec{i}, \vec{j})$ L'axe des abscisses représente la distance parcourue en mètre par les deux points. Le point A commencé à 0m tandis que le B commence à 2m à t=0. Au cours du mouvement, les deux points avancent horizontalement donc en gardant la même ordonnée. Le mouvement observé est uniforme. À t=10, le point B se trouve à 7m et A se trouve à 10m. Le point A a devancé le point B de 3m en 10seconde sachant qu'il a commencé avec 2m de retard. Donc, on peut en déduire que le point A a une vitesse supérieure à celle du point B. Ceci est valable tout au long de l'expérience jusqu'à sa fin à t=30s » (CE : 26-29).

b) Bien que le point de dépassement n'intervienne pas pour caractériser le mouvement des points A et B, nous faisons ressortir que seulement six descriptions⁴⁴ le prennent en compte ; ce fait, qui n'était pas attendu, constitue pour nous une sorte de trouvaille dans la mesure où dans l'interprétation des représentations graphiques (cf. chapitre 1, graphique 1.1), c'est le point de croisement des droites qui pose plus de difficulté pour les élèves. Cela, nous amène à penser que, dans le monde simulé, le point de dépassement pourrait être aussi une source de difficulté ; cette difficulté possible pourrait provenir du fait que faire une analyse du point de dépassement exige un raisonnement local du phénomène ce qui à son tour demande la mobilisation du concept physique de vitesse instantanée et par conséquent l'utilisation de la notion mathématique de la limite. Cependant, le fait que le point de dépassement n'est pas évoqué lors de la description du mouvement des objets pourrait être dû à ce que l'énoncé de la situation proposée dans le scénario d'enseignement ne suggère pas de porter de l'attention sur lui et n'explicite pas le niveau de précision auquel la description doit être faite; néanmoins nous considérerons qu'amener les

44 ABB: 7-11; ABB: 3-10; COUN: 11-23; COUN 12-20; COUN 15-19; CE: 26-29

élèves à l'étude du point de dépassement pourrait rester en perspective pour améliorer le scénario ou pour conduire une nouvelle recherche liée aux concepts de vitesse instantanée et de vitesse moyenne. Lors de la comparaison du pré-test et post-test nous regarderons si le fait de prêter attention au point de dépassement et de dire aussi que les deux points sont animés d'une vitesse uniforme permet aux élèves de mieux réussir la situation graphique 1 où le questionnement porte sur la vitesse des objets à l'instant où les courbes se croisent.

c) Uniquement deux des descriptions portent sur le changement de la position⁴⁵; cela n'était pas prévu dans la mesure où les programmes officiels préconisent l'étude du mouvement comme l'évolution temporelle de la position ; de ce fait nous sommes amenés à penser que c'est la vitesse qui est privilégiée lors de l'observation de la simulation même si l'on essaie de montrer le changement de position de chaque objet.

d) Contrairement à ce que nous remarquons au point précédent, un pourcentage important des descriptions, (30/37), portent sur la comparaison entre les vitesses des points. On remarque que ces comparaisons proviennent de l'observation du déplacement des points au cours des 30 secondes (laps total de temps pour lequel est programmé le curseur temps).

e) Par rapport au curseur temps nous constatons que seulement trois des descriptions utilisent le mot « curseur temps » :

« On observe avec le curseur du temps que l'objet A se déplace plus rapidement que l'objet B, leur trajectoire est une droite et les 2 points ont le même sens c'est-à-dire vers la droite » (ABB 10-26)

« ...En comparant avec le curseur des temps on observe que le point A se déplace plus rapidement que le point B... » (ABB 16-22)

« Lorsque l'on augmente le temps (t avec le curseur) on voit les deux mouvements qui se représentent A a une plus grande distance que B ... » (ABB 4-27)

Dans les deux premières rédactions, nous notons que le curseur temps est l'outil qui permet d'accéder à l'observation du mouvement mais dans la deuxième rédaction l'évolution du curseur temps est reliée à l'écoulement du temps. D'ailleurs c'est l'évolution du temps qui est mise en avant ; nous concluons donc que le curseur temps a un double rôle, d'un part c'est l'outil pour exécuter la simulation, d'autre part, il a pour rôle de représenter la grandeur temps et son écoulement. Par ailleurs, aucune manifestation des élèves ne nous indique que la manipulation du curseur en arrière les perturbe ou les amène à s'interpeller sur les propriétés physiques de la

45 ABB: 7-11; ABB: 3-10; COURN: 11-23; COURN 12-20; COURN 15-19; CE: 26-29

grandeur temps. Dans le tableau 3.3 nous synthétisons la confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori* en nous appuyant sur les analyses menés précédemment.

Tableau 3.3 Confrontation entre le déroulement attendu et le déroulement effectif pour la situation 1a

Tâche proposée (Situation 1a)	Déroulement attendu Et Des hypothèses	Déroulement effectif Et Validation des hypothèses
Décrire le mouvement pour chaque objet.	<p>Le mouvement de chaque point est caractérisé comme un mouvement rectiligne uniforme. Les élèves déterminent comment évoluent les distances parcourues entre deux positions successives de chaque point et ainsi déduisent que la valeur de la vitesse ne change pas, en plus ils prennent en compte que la trajectoire est rectiligne ; dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T). La description porte sur l'évolution temporelle de la position et inclut le fait qu'un objet dépasse l'autre.</p>	<p>Cinq caractérisations différentes sont constatées ; parmi elles se trouve la caractérisation des mouvements comme des mouvements rectilignes uniformes. Pour la plupart des élèves, la visualisation de la simulation paraît un argument suffisant pour conclure que les mouvements sont rectilignes uniformes. La plupart des descriptions portent sur une comparaison des vitesses. Nos hypothèses sont donc partiellement validées.</p>
	<p>a) Les points géométriques qui s'affichent sur l'écran sont interprétés comme des objets. Dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation : S-OE) ou comme des points matériels, dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T) b) Les traces sont interprétées comme les trajectoires ; dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T) et le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation : S-OE) c) L'incrément en avant et en arrière du curseur temps est associé à l'écoulement de la grandeur temps ; dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation : S-T). Les élèves se servent de la manipulation du curseur temps pour se donner des intervalles réguliers de temps afin de calculer et comparer les distances parcourues et ainsi caractériser la vitesse pour chaque point.</p>	<p>Les éléments de la fenêtre graphique, à savoir : points, traces, curseur temps sont interprétés comme prévu, cependant pour un faible nombre d'élèves les traces ne sont pas reliées aux trajectoires. Nos hypothèses sont donc partiellement validées.</p>

	Les valeurs affichées dans la fenêtre algébrique sont mises en lien avec les éléments de la fenêtre graphique et utilisées pour valider leurs observations ; dans ce cas-là il y aurait une relation entre les différents éléments du monde simulé.	Seul un faible nombre d'élèves s'appuie sur les données affichées dans la fenêtre graphique pour vérifier leurs observations. Nos hypothèses sont donc partiellement validées.
--	---	--

Réponses à nos sous-questions de recherche

En nous appuyant sur les analyses menées précédemment nous donnons ensuite des réponses à nos questions de recherche.

1. Qu'est-ce que les élèves perçoivent lors de l'observation de la simulation ? l'évolution temporelle de la position est-elle perçue ? Le changement de position est-il perçu ?

Étant donné que seulement deux binômes sur trente-sept manifestent explicitement le changement de position et que trente descriptions sur trente-sept portent sur une comparaison de vitesse, il nous semble que bien que le changement de position soit perçu, la vitesse est privilégiée lors de la description du mouvement.

2. Quelles sont les observations qui permettent de caractériser le mouvement observé ? Qu'est-ce qui permet d'affirmer que le mouvement est rectiligne et uniforme ?

Pour la plupart des élèves la visualisation du déplacement des points dans le monde simulé semble être suffisant pour caractériser le mouvement des points ; aucune accélération ou décélération paraît être perçue lors de l'observation de la simulation même si les élèves évoquent dans leurs descriptions des départs et des arrivés.

3. Quelles sont les différentes connaissances mathématiques et physiques mises en jeu ?

La plupart des réponses s'appuient sur le concept de vitesse ($v=\Delta x/\Delta t$), certains élèves font ce rapport entre la distance parcourue et la durée mise pour la parcourir sur un intervalle de 30 secondes (durée totale de la simulation) mais d'autres élèves font ce rapport sur des petits intervalles de temps (une seconde). Nous remarquons donc que le concept de vitesse, vitesse moyenne et un rapprochement du concept de vitesse instantanée est mis en jeu lors du déroulement de la situation. D'ailleurs, certains élèves calculent la valeur de la vitesse pour chaque point A et B en mobilisant l'expression mathématique $v=\Delta x/\Delta t$ afin de les comparer et

d'établir une relation entre les deux, par exemple, qui a la plus grande vitesse ou dans quelle proportion l'une est par rapport à l'autre.

4. Existe-il une relation inversement proportionnelle entre la vitesse et la durée ?

Oui, nous remarquons que la plupart des descriptions portent sur une comparaison des vitesses où une relation inversement proportionnelle entre la vitesse et la durée est mise en jeu ; on remarque, d'ailleurs, que les élèves se sont aperçus que la durée mise pour parcourir chaque trajet est la même pour les deux objets.

5. Quel est le rôle du curseur temps ?

Le curseur temps c'est l'un des outils qui permet d'exécuter la simulation (l'autre c'est le bouton « play »). Cet outil permet la visualisation de l'écoulement du temps et l'accessibilité à la variable temps dans la mesure où il est manipulable selon les besoins pour la tâche proposée. Par exemple, certains élèves utilisent le curseur temps pour raccourcir les durées durant lesquelles ils observent le mouvement leur permettant ainsi de se rapprocher du concept de vitesse instantanée.

6. La propriété du curseur temps, d'évoluer en arrière et en avant a-t-elle une influence sur la propriété de la grandeur temps de s'écouler dans un seul sens ?

Le temps physique s'écoule dans un seul sens et à une vitesse constante tandis que le curseur temps peut évoluer dans les deux sens et pas à vitesse constante lorsqu'il est manipulé. Dans les manifestations des élèves, nous remarquons, d'une part, que l'évolution en avant du curseur temps est reliée à l'écoulement du temps, d'autre part, qu'aucun binôme ne s'interpelle sur l'évolution du curseur en arrière, ne manifeste des perturbations à ce sujet ; nous concluons donc que cette manipulation ne change pas les propriétés de la grandeur temps.

7. La manipulation du curseur a-t-elle un effet sur la manière dont les élèves comprennent le concept de vitesse ?

Non, tous les élèves mobilisent le concept de vitesse en analysant ce qui se passe soit sur une durée de 30 secondes soit sur de petits intervalles de temps.

Conclusion

La situation proposée aux élèves est une expérience pour la classe de physique qui démarre dans le monde simulé (ou monde intermédiaire) grâce à: a) la visualisation des objets qui s'affichent sur l'environnement numérique du logiciel de géométrie dynamique GéoGébra (cf. figure 3.5), b) la gestion des fonctionnalités du logiciel, spécifiquement, dans notre cas, la manipulation de l'outil curseur (qui est nommé « curseur temps » dans cette première situation), et, c) la visualisation des effets de cette manipulation. Dans ce monde intermédiaire, les élèves démarrent l'expérience exécutant la simulation du mouvement de deux objets ; lorsque les élèves visualisent les points affichés sur l'écran et les effets de la manipulation du « curseur temps » ils se trouvent dans le monde simulé mais dès que les élèves décrivent ce qu'ils visualisent sur l'écran (le mouvement des points A et B) dans un langage naturel en se référant à des objets et des événements réels et en repérant des données comme points de départ, d'arrivée ou de dépassement ils passent au monde des objets et des événements; cependant lorsque des définitions, concepts et raisonnements de la cinématique sont mis en jeu dans la description, et que les données relevées sont traitées, par exemple, en faisant des calculs, les élèves passent dans le monde des théories. Lors de l'analyse de cette première situation nous remarquons que les élèves font de passages par les trois mondes en établissant de relations entre éléments de chacun de ces mondes et en mettant en jeu différentes connaissances, mobilisant ainsi différents raisonnements ce qui a permis aux élèves de parvenir à la description attendue. Néanmoins, nous observons aussi que certains élèves sont restés dans l'un des trois mondes et que les concepts de vitesse uniforme et d'accélération ne sont pas bien maîtrisés chez certains élèves, nous remarquons aussi que certains élèves confondent instant et durée.

Par la suite, nous présenterons l'analyse de la situation 1b qui demande de décrire dans un langage mathématique les mêmes mouvements de cette situation 1a. Nous porterons l'attention d'une part sur les graphiques réalisés et le lien avec les descriptions qui viennent d'être analysées, d'autre part sur les connaissances et méthodes mises en œuvre.

2. Analyse *a posteriori* de la Situation 1b

Cette situation propose aux élèves de tracer à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation présentée dans la situation 1a ; aucune instruction particulière n'est donnée sur les données à relever ou grandeurs à calculer, la consigne ne demande pas de justifier le graphique. La simulation représente le mouvement de deux objets A et B qui sont animés d'une vitesse uniforme différente, les objets A et B partent et arrivent au

même instant mais B part d'une position devant A ; au bout de 4 secondes A dépassé B. Prenant en compte ces conditions la représentation mathématique attendue de la position en fonction du temps pour ces deux objets est illustrée dans la figure 3.12 ci-dessous.

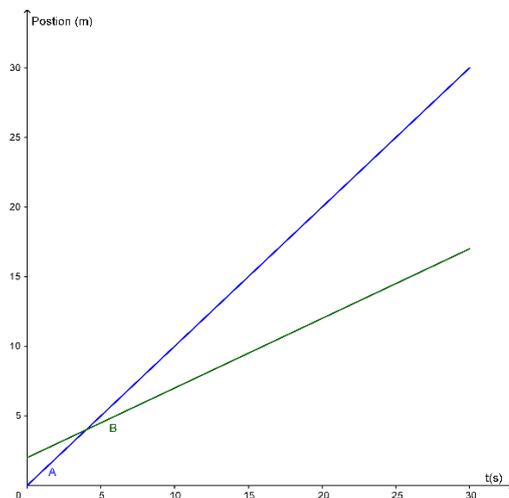


Figure 3.12 Graphique attendu à la tâche 1b. Point de croisement (4,4). Les fonctions correspondant au mouvement des objets A et B sont : $x_A(t) = t$ et $x_B(t) = 1/2t+2$

Comme nous l'avons mentionné dans l'analyse *a priori*, nous nous sommes donnés quatre observables, à savoir :

1. Le graphique réalisé.
2. Des registres supplémentaires, à savoir : des tableaux de données et des équations
3. Les méthodes mobilisées pour réaliser le graphique
4. Les connaissances mathématiques et physiques mobilisées.

Les graphiques réalisés par les élèves et les registres supplémentaires sont analysés en nous appuyant sur les réponses données par les 37 binômes sur le guide de travail, les méthodes et connaissances mobilisées en nous appuyant sur les enregistrements ; à la lumière des justifications, connaissances et méthodes mises en œuvre nous repérerons les connexions entre les trois mondes que la situation a permis de faire. D'abord, nous présentons les graphiques en portant notre attention sur différentes sortes de graphiques qui ont été réalisés et ensuite nous nous intéresserons aux méthodes et connaissances qui ont été mises en œuvre.

Graphiques réalisés par les élèves et registres supplémentaires mis en jeu

Prenant en compte l'ensemble des réponses (sur le guide de travail) des 37 binômes, nous constatons que les graphiques sont variés (cf. annexe 3). Cependant nous les avons classés en deux

catégories à savoir : 1) des graphiques qui se rapprochent du graphique $x(t)$ attendu et 2) des graphiques qui se rapprochent de ce qui s'affiche sur l'écran lors de l'activation de la simulation. Par la suite, nous présentons l'analyse des graphiques réalisés par les élèves selon chacune de ces catégories.

1) Des graphiques qui se rapprochent du graphique $x(t)$ attendu

Quelques exemples de cette sorte de graphiques sont illustrés dans la figure 3.13 ci-dessous.

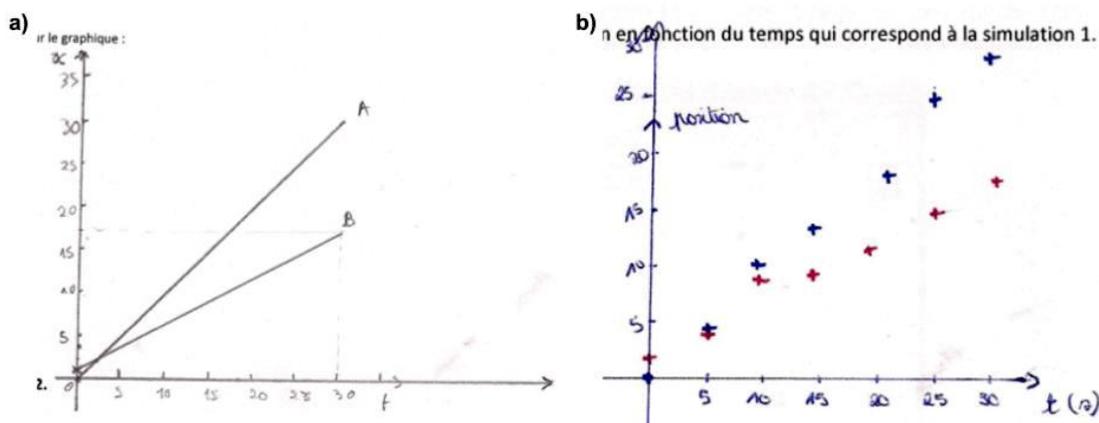


Figure 3.13 Graphiques réalisés par les élèves. a) Graphiques composés des lignes droites (COURN 11-23). b) Graphique composé d'une suite de points non connectés (ABB 19-29)

Dans cette première catégorie se trouvent 26 graphiques lesquels sont à leur tour classés en deux catégories : a) des graphiques composés des lignes droites et b) des graphiques composés d'une suite de points non connectés.

a) Des graphiques composés des points connectés par des lignes droites.

Dans cette sorte de graphique certains instants de temps et de positions de l'objet correspondant aux instants choisis sont placés et reliés par une droite (il y a 20 graphes comme ça). Ce type de graphique nous amène à penser que: 1) les élèves perçoivent un mouvement rectiligne uniforme lors de l'observation de la simulation, 2) les élèves savent que ce type de mouvement peut être représenté par une droite, 3) lors de la construction du graphique des connaissances de mouvement rectiligne uniforme et de ligne droite sont mises en jeu et aussi mises en relation ce qui nous permettrait de dire donc qu'une relation entre le monde des théories a été faite puisque les élèves ont mis en lien des connaissances mathématiques et de la physique. D'ailleurs, le fait que les points soient reliés nous amène aussi à penser que les élèves prennent en compte que même si l'on ne peut pas relever toutes les données le mouvement doit être représenté par une

courbe continue puisqu'il s'agit d'un phénomène continu. On remarque que le nombre de paires de données (x, t) (instant du temps et position) est varié ; certains élèves n'ont pris que deux paires de données (correspondants au départ et l'arrivée) tandis qu'autres en ont pris au moins trois (correspondants au départ, à l'arrivée et à un autre instant intermédiaire). On déduit que les élèves s'aperçoivent que la représentation mathématique de la position en fonction du temps est différente de la représentation informatique, en d'autres termes, les élèves s'aperçoivent que la forme d'un graphique est distincte de la trajectoire du mouvement.

Par ailleurs, nous remarquons aussi que certains éléments du graphique comme l'échelle, les grandeurs physiques sur les axes et le point de croisement sont correctement placés seulement sur certains graphiques, c'est-à-dire que le niveau de précision et le niveau de détail des graphiques est varié (cf. annexe 3). Nous constatons par exemple que dans neuf graphiques la grandeur position est placée sur l'axe horizontal et la grandeur temps sur l'axe vertical⁴⁶, comme dans la figure 4.5. L'analyse de ces graphiques nous amène à réfléchir sur la cohérence entre le graphique et la description qui le précède, ce questionnement nous a conduits à confronter la sorte de graphique réalisé et la description faite lors de la résolution de la tâche 1a en aboutissant au tableau 3.4

Tableau 3.4 Mise en lien entre le graphique réalisé lors de la situation 1b et la description faite lors de la situation 1a.

	Des graphiques qui se rapprochent du graphique $x(t)$ attendu		Des graphiques qui se rapprochent de ce qui s'affiche sur l'écran lors de l'activation de la simulation	
	1	2	3	4
Caractérisation donnée lors du déroulement de la situation 1a	Graphiques composés des lignes droites	Graphiques composé d'une suite de points non connectés	Graphiques composés des lignes droites	Graphiques composés d'une suite de points non connectés
A Mouvement Rectiligne Uniforme (Description attendue)	<u>CE</u> : 1-19 2-11 3-8 4-5 6-7 9-28 10-13 15-23-31 <u>ABB</u> : 17 <u>COURN</u> : 5-24	<u>ABB</u> : 1-12-18	<u>CE</u> : 17-20	

⁴⁶ CE : 1-19 ; 4-5 ; 6-7 ; 9-28. ABB : 6-9 ; 14-33 ; 15-30 ; 16-22 ; COURN: 14-17

B Mouvement Rectiligne	<u>ABB :</u> 16-22 <u>COURN :</u> 3-10 6-18	<u>ABB :</u> 19-29-31 <u>COURN :</u> 1-25	<u>CE :</u> 21-27 <u>ABB :</u> 3-8	
C Mouvements Uniformes	<u>CE :</u> 18-24 26-29	<u>ABB :</u> 14-33		
D Vitesse Constante	<u>COURN :</u> 11-23	<u>ABB :</u> 24-25	<u>ABB :</u> 2-23	
E Description sans caractérisation explicite	<u>CE :</u> 32-33 <u>ABB :</u> 6-9 28-32 <u>COURN :</u> 14-17*	<u>ABB :</u> 5-34 7-11 <u>COURN :</u> 15-19	<u>ABB :</u> 10-26 <u>COURN :</u> 12-20	<u>ABB :</u> 4-27 13-20 15-30
Total	28		9	

Comment nous l'avons dit précédemment il y a 20 graphiques dans cette catégorie. En confrontant ces 20 graphiques avec les réponses à la situation 1a nous constatons que dix graphiques (colonne 1 sur le tableau 4.3) sont précédés d'une description où les mouvements sont caractérisés comme de MRU, les autres graphiques sont précédés d'une description qui mentionne les vitesses constantes des objets, un mouvement rectiligne, vitesse constante ou une description sans caractérisation explicite. Ce constat nous amène à penser que la description attendue (MRU) dans la tâche précédente ne garantit pas la construction du graphique attendu. Cependant il est possible aussi que la construction du graphique soit guidée par les connaissances cinématiques sur le MRU, c'est-à-dire que à la suite de l'observation de la simulation et description des mouvements certains élèves aient déjà une idée sur la forme du graphique à tracer.

Méthodes et connaissances mises en œuvre

En nous appuyant sur les enregistrements nous remarquons que la tâche de tracer à la main le graphique, ce qui est l'une des variables didactiques dans cette situation, conduit les élèves à s'interroger sur différents aspects concernant la construction du graphique à savoir : quelles grandeurs placer sur les abscisses et les ordonnées, quelle est l'échelle pertinente pour chacun des axes et quelles données relever. Bien évidemment, la tâche les conduit aussi à se munir d'un crayon et d'une règle afin d'accomplir cette tâche. Afin de préciser l'une des démarches menées

lors de la construction du graphique, nous présentons ensuite l'extrait de la transcription concernant le binôme CE : 6-7 (annexe 12) qui a réalisé le graphique de la figure 3.14 ci-dessous.

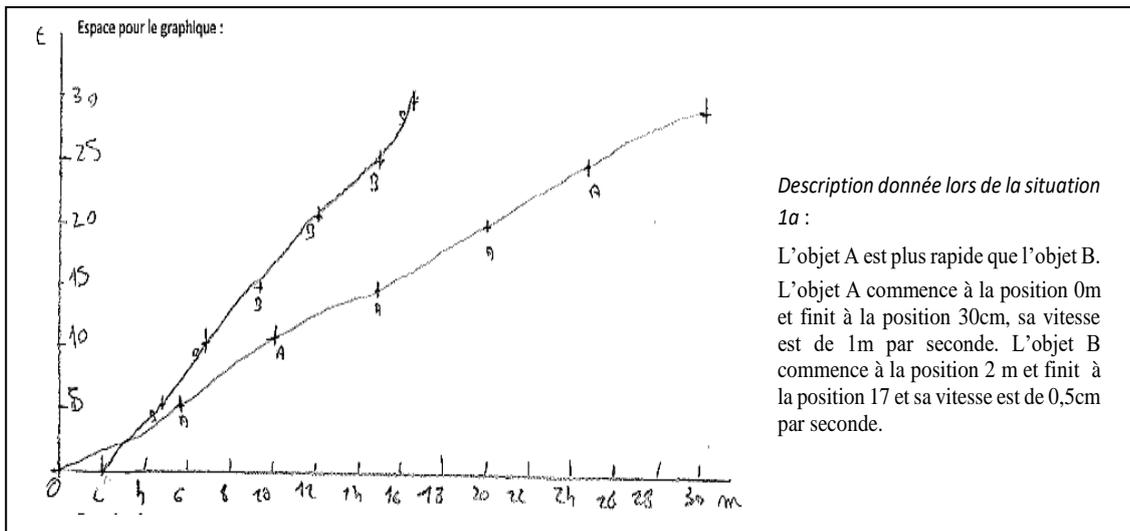


Figure 3.14 Graphique réalisé par le binôme CE : 6-7

Situation 1b.

4'33"

A) tracez le graphique alors un crayon et une règle

B) un crayon, une règle, j'ai ça

A) attends... graphique de position en fonction du temps ...il faut mettre quoi en abscisse et quoi en ordonnées

B) heu ...je ne sais pas bon voyons voir ... le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulationpour effacer ...oui comme on a faitet bien logiquement en abscisse on met « m » et en abscisse on met ...

A) ...c'est en fonction...

5'38"

B) Et bien en ordonnées on met le temps tout simplement, en ordonnées on met le temps

A) fais le c'est pareil

B) passe-moi ton crayon ... alors ...c'est quoi en abscisse, quoi en ordonnées

A) abscisse tu mets mètres, ordonnées tu mets temps

B) ici je mets mètres

A) exactement, ordonnées tu mets temps ...étant donné qu'il y a 30 secondes je dirais qu'il faut aller de 5 en 5

B) tranquille

A) faut que ça fasse 30 ! ...30 là il n'y a absolument pas la place, va de 5 en 5

B) je n'ai pas réfléchi (rires)

A) ???c'est trop petit (rires) ..., voilà ! ensuite le 30

B) Et les mètres de combien en combien

A) les mètres il y en a 46, et bien tu fais de 2 en 2 et puis. Oui tu vas de 2 en 2. De toute façon en vrai on doit aller jusqu'à 30, oui donc fait de 2 en 2 ...ou de 1 en 1 . Tu fais de 1 en 1 ?

B) Non je fais de 2 en 2 mais

A) ha oui oui, et bien c'est parfait

B) vas y !

A) Comment tu peux commencer à 2 et finir à 3 ?

B) C'est un 30, c'est juste que je ne sais pas écrire

A) ha ça explique tout !

B) vas y mets des temps de 5 en 5

A) j'en ai marre déjà, p***, ça se voit tu es nul en math ...les « t » on les met en bas , tu mets 2,4 ,6,8....

B) On ne met pas tout

A) si 10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30 ha !

B) c'est bon j'ai mis au temps 5... on fait les deux ou quoi ?

A) oui on va faire les deux je pense

B) mais pas avec ton stylo, avec ton crayon pour les points

A) après tu traces pour A et B

B) ok si tu veux donc à 5 secondes le B est entre

A) entre 4 et 6, oui, non c'est le A qui est entre 4 et 6,

B) le B aussi en fait

A) oui, bon je te laisse faire

B) le A il est un peu plus ...

A) je te laisse t'en charger

B) mets à 10 secondes

A) quoi ?

B) mets à 10 secondes

A) c'est facile, distance c'est bon

B) non, il faut que ce soit très précis

B) A il est à 10 secondes

A) A 10 mètres

B) Oui à 10 mètres, ensuite B est entre 6 et 8

A) de toute façon faut que ce soit des droites toutes les deux

9'30"

B) sans blague, mais tu es quelqu'un de très intelligent

A) je suis quelqu'un qui dénonce

B) tu mets à 15 secondes s'il te plait

A) si tu veux ...entre 14 et 16

B) tu n'as pas dit que ça devait être précis ?

A) si et c'est très précis ce que je fais, regarde, là il est sur la ligne et hop ! tu vois... ??? est toujours 20 et

B il est entre 8 et 10 même un peu plus sur le 10

10'08"

B) à toi !

A) 20 secondes ...vite... A il est à 20 secondes... enfin 20 mètres...c'est marrant ça, je me demande si à 30 secondes il sera à 30 mètres ?

B) Je ne pense pas ...

A) Bah.. si, si il y a 30 secondes de temps...si, c'est normal

B) Ha oui ...oui mais il commence à 0 là

A) Oui au temps 0, c'est marrant parce que le B il commence à 2 m

B) C'est marrant, mais c'est quoi le rapport

A) mais pourquoi le B commence à 2 mètres

B) ça ce n'est pas grave mais vu que le A commence à 0 et qu'à la fin des 30 secondes il est à 30 mètres il va à 1 mètre/seconde

A) oui mais pourquoi le B commence à 2 mètres, ça me perturbe

B) allez vas-y on s'en fiche

A) c'est très perturbant

11'04"

B) on n'a même pas pris le temps 0

A) on prendra le temps 0 après (rires) ...ok et le B est à 12 mètres ...ça c'est du travail de pro ... même pas pris le temps 0vas-y marque 25

B) attends du coup je vais faire le

A) Vas y marque le 25

B) Tu as fait le B

A) oui

B) ha d'accord ...

A) c'est bon ...alors le A est entre 24 et 26

B) il est à 25

A) mais non ...ha oui il est à 25 ...tout à fait et le B

B) à 20

A) et le 30

B) déjà le A tu peux le mettre à 30

A) sans blague !

B) et le B 16 18

12'06"

A) maintenant on met le temps à 0

B) déjà le A est à 0 il est plus proche de C

A) mais tu as dit que le B comme ça il à 2 mètres et le A à 0, on sait déjà ce qu'il faisait au temps 0, on l'a remis

B) ok le B au temps 0, le A il est là, fait comment ça

A) hum oui

B) je n'ai pas besoin de ...

12'41"

A) maintenant relie les droites, de couleurs différentes

B) alors le rouge va symboliser le A ...

A) faut que ce soit une droite !

B) je vais le tracer à la règle ... le rouge va symboliser le A ...le problème c'est que les points ne sont pas extrêmement bien alignés donc je vais faire comme ça

A) tu ne sais pas faire des points, tu ne sais pas faire des points ...

B) tu n'avais qu'à le faire

A) regarde si on a rien oublié

B) allez on passe à l'exercice 2

Nous remarquons que suite à la lecture de la consigne et qu'après s'être muni d'un crayon et d'une règle, ce binôme trace un repère d'axes. Puis le binôme se questionne sur le placement des grandeurs sur l'axe en aboutissant à un repère où le temps est placé en ordonnées et la position en abscisses ; ensuite ils graduent les axes prenant en compte la valeur de la distance totale parcourue et de la durée mise pour parcourir cette distance en décidant donc de faire une échelle de 5 en 5 pour l'axe des ordonnées et de deux en deux pour l'axe des abscisses ; puis ils relèvent (pour A) et estiment (pour B) les positions toutes les 5 secondes pour chacun des objets et les placent sur le repère. Ce relevé des données se fait à l'aide de la manipulation du curseur. Finalement ils relient les points avec une droite parce qu'ils savent déjà que les courbes sont des droites (de toute façon il faut que ce soit des droites toutes les deux). Nous résumons la démarche de construction du graphique de la façon suivante :

1. Tracé du repère
2. Questionnement et placement des grandeurs sur les axes (dans ce cas-là, le temps sur l'axe des ordonnées et la position sur l'axe des abscisses)

3. Graduation des axes pour la distance et le temps en reprenant les données qu'ils considèrent importantes de monter et l'espace disponible.
4. Relevé des données, à l'aide de la manipulation du curseur et des informations remarquées lors du premier exercice (les points de départ, les points d'arrivée, la vitesse de chaque objet).
5. Le tracé des points.
6. Le tracé des droites malgré l'imprécision du placement des points.

Nous constatons que le graphique réalisé, figure 3.14, montre les points de départ, d'arrivée, de dépassement et cinq points supplémentaires. En confrontant ce graphique avec la description faite nous notons que le graphique comporte plus d'informations, à savoir, le point de dépassement et cinq positions supplémentaires ; cela nous permet de dire que la tâche permet d'aboutir à une description du mouvement plus détaillée. Cependant la tâche ne demande pas de mener une réflexion sur le placement sur le graphique de la vitesse calculée ce qui pourrait être une occasion de réfléchir aux grandeurs implicites sur cette sorte de graphique et de relier le concept mathématique de coefficient directeur et vitesse. Par ailleurs, nous faisons ressortir que le départ de 2m pour l'objet B perturbe l'un des élèves et que la position des objets à l'instant $t=0s$ est relevée seulement à la fin du tracé.

De plus, nous remarquons aussi que :

- 1) l'espace disponible pour le graphique devient une contrainte de la tâche lors du choix de l'échelle : « A) *il faut que ça fasse 30 ! ...30 là il n'y a absolument pas la place, va de 5 en 5* ».
- 2) L'un des élèves est précis lors du relevé des données, dans ce cas-là, le relevé de plusieurs données semble la méthode pour y parvenir.

Par rapport aux connaissances mises en jeu, nous constatons que :

- 1) le placement des grandeurs physiques (dans ce cas-là, position et temps) n'est pas bien maîtrisé : « A) *il faut mettre quoi en abscisse et quoi en ordonnées ? B) heu ...je ne sais pas ...bon voyons voir ...* » (CE 6-7),
- 2) La graduation des axes est soulignée comme une connaissance mathématique :

« B) *vas-y mets des temps de 5 en 5.*

A) *j'en ai marre déjà, p***, ça se voit tu es nul en math ...les « t » on les met en bas, tu mets 2,4,6,8 ...*

D'autres binômes mènent des démarches un peu différentes à celle que nous venons de présenter. Par exemple, le binôme CE 10-13 qui a réalisé le graphique de la figure 3.15 mets en œuvre une méthode qui semble plus rapide et qui met en jeu d'autres connaissances.

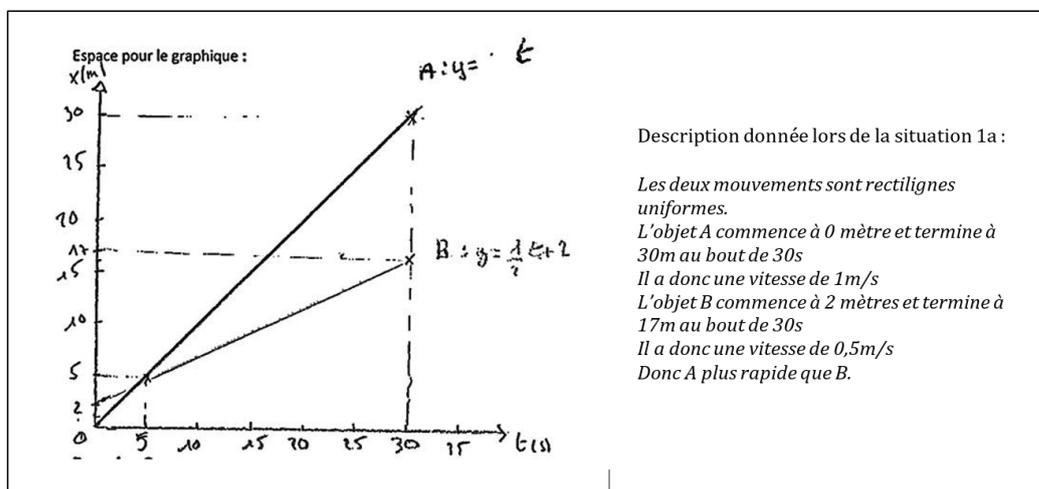


Figure 3.15 Mobilisation des registres algébriques (CE :10-13)

Par la suite nous présentons la démarche en détail à l'aide d'un extrait de la transcription (annexe 9) :

Situation 1b

6'21"

A) On va jusqu'à combien ? 30 mètres ? 5 mètres par cm un truc dans ce genre ..., on va ... on fait 30 et 30

B) Je reprends à 6 cm ?

A) non tu prends 1, 1 centimètre égale 5 mètres et 5 secondes et c'est bon, comme ça on aura ...

x et 0.5x. On va mettre de 0.5 en 0.5, de 5 en 5

A) on a besoin de 6 cm puisque qu'on s'arrête à 30 (6x5=30)

B) inaudible

7'38"

A) Tu veux une autre couleur pour faire les deux formes Ça va être « relou » parce qu'en plus comme on n'a pas de quadrillage, il va falloir placer tout en plusieurs fois ...

B) Place en deux et t'écris $y_A = x$ et $y_B = 0.5x - 2$. Place deux points, deux points, 5,5 ..., trace le point 5,5 et le point 30,30 comme ça on a deux points très éloignés, c'est le plus précis possible.

9'01"

B) Trace la droite, tu marques $y_A =$

B) Tu as plutôt bien fait tes repères marques Ya :

A) donc là c'est la courbe A, équation $y = Ax$

9'43"

B) B tu parts de 2, ... deux mm du coup

A) On part de deux... non?

B) de deux, on part d'ici, à $t=0$ on arrête jusqu'à 17 ; 17 on face de 30

A) B on part de 0

A) donc là c'est la courbe A, l'équation : $y = Ax$

B) B tu parts de 2, B tu parts de 2 , 17 en ordonné pour 30 en abscisses

A) Attention c'est 4 mm , on va de 5 en 5

B) Ha oui tu as raison, bien vu

11'01"

B) Le vecteur... $x=17$ c'est 30 ?

A) Oui et ça devrait suffire comme point, tu t'arrêtes bien à 30, parce qu'après l'objet s'arrête, il faut pas dépasser.

B) inaudible

A) Très bien, part du bon point ...

B) Pourquoi 1, pourquoi tu ne mets pas grand A et grand B comme dans l'énoncé ?

A) Je ne sais pas...

B) On s'en fout, vas-y !On verra très bien

A) B l'équation $Y = 1/2 de x + 2$

B) Non, ha si tu as raison

A) Voilà, on a fini

Nous remarquons que pour ce binôme la distance totale parcourue et le temps mis pour parcourir cette distance sont pris en compte pour construire l'échelle sur les axes, l'origine pour la distance est le point de départ et pour le temps est l'instant $t=0s$; les équations correspondant aux droites sont assez rapidement déclarées, d'ailleurs il semble que ces équations guident le tracé des droites. L'utilisation de deux points pour tracer les droites correspond à une connaissance mise en jeu afin de rendre le tracé le plus précis possible.

Suite à une comparaison des démarches de construction des graphiques mises en œuvre nous remarquons que le tracé à la main du graphique, les caractéristiques de chacun des mouvements (point de départ, point d'arrivée et vitesse) et l'espace disponible pour le graphique deviennent des contraintes lors de la construction du graphique. Ces contraintes conduisent les élèves à la recherche des échelles et d'une méthode pour tracer le graphique. D'ailleurs, la tâche permet de mettre en relation des connaissances en mathématique et en physique lors de la réalisation du graphique. En particulier, certains élèves qui ont caractérisé les mouvements comme MRU dans l'exercice 1 savent que sa représentation mathématique c'est une droite et que pour la tracer il suffit de deux points. C'est le cas du binôme CE 10 -13 qui se sert des points de départ et d'arrivée pour tracer les droites :

« Place deux points, deux points, 5,5 ..., trace le point 5,5 et le point 30,30 comme ça on a deux points très éloignés, c'est le plus précis possible » (8'50").

D'autres binômes, comme le binôme CE 1-19, placent plusieurs points (points de départ et d'arrivée inclus) et tracent une droite malgré l'imprécision du placement des points parce qu'ils savent déjà que les courbes sont des droites :

A) Mais c'est bizarre, pourquoi ce n'est pas une droite ? Parce que sa vitesse elle est constante ...

B) Regarde ça fait ça ...

A) Oui c'est bizarre ...

B) Lui il est là

A) A 4 on est là (toutes les deux à 4) ... mais du coup ça fait une droite là ?

B) Oui

A) T'es sûre ? ha bien oui

B) Après on a ...

A) Ce n'est pas une droite parce que l'échelle ne correspond pas

..... ????

B) mais ça tu peux le faire à la calculatrice

A) C'est pour ça que ce n'est pas une droite ... ce n'est pas grave ... (Elles rient et disent)

B) ça fait une droite comme ça ... en plus il est écrit tracez à la main, ce n'est pas à la règle (CE 1-19)

Enfin nous remarquons qu'en général, les questionnements au sein de chaque binôme lors de la réalisation du graphique sont différents. Nous présentons par la suite quelques exemples :

1) Distinction des différences entre la représentation informatique et la représentation mathématique :

A) Ok, ça va être la même chose !

B) ha non, si après tu fais une flèche comme ça ... ho regarde, (en redémarrant le curseur)

A) oui mais ça avance...

A) mais du coup on pourra donner les points et faire les bons dessins, regarde... (CE 2-11 ; 6'38'')

2) Le choix des axes pour les grandeurs physiques temps et position :

A) Je ne sais pas si les axes sont bons ou si ...

B) Pourquoi ils ne seraient pas bons ?

A) Parce que c'est l'inverse que j'aurais mis... (CE 21-27 ; 18'40'')

3) La construction des échelles :

- ça va jusqu'à où ?

- ça va de 0 à 30

- on va faire des schémas simplifiés je pense ...il n'y a pas assez de place ...

- alors là c'est en fonction du temps ...trouve moi un multiple de 30

- un multiple de 30 ?

- parce que là ça va jusqu'à 30 et je n'ai pas la place de faire 30

- tu n'as pas besoin de 30 ... (CE 21-27 ; 10'15'')

La variété des questions que les élèves se posent nous laisse penser qu'il y a des connaissances qui sont plus maîtrisées chez certains binômes ce qui leur permet de passer plus rapidement à la tâche suivante. Nous verrons par la suite des graphiques qui se rapprochent du graphique attendu mais qui sont composés par des points non connectés.

b) Des graphiques composés des points non connectés.

Dans cette catégorie nous constatons qu'il y a six graphiques. Dans cette sorte de graphique certains instants de temps et de positions de l'objet correspondant aux instants choisis sont correctement placés sur un repère. Cependant ils ne sont pas reliés. Ni sur les productions écrites des élèves, ni sur les enregistrements nous n'avons d'indices de la raison pour laquelle les points ne sont pas connectés mais peut-être que lors de la réalisation du graphique une réflexion sur la continuité du mouvement n'a pas été menée; cependant des connaissances sur la construction des graphiques sont mobilisées.

Remarques générales par rapport aux graphiques dans cette catégorie

En reprenant le tableau 4.3 Nous remarquons que : a) les trois caractérisations « mouvements uniformes » (rang C sur le tableau 4.2) sont suivies d'un graphique qui se rapproche du graphique attendu. Ce constat nous permet de valider notre hypothèse « Dès que la vitesse est caractérisée comme uniforme lors de l'observation et l'étude de la simulation les connaissances par rapport à la construction d'une droite ou d'une fonction linéaire sont mobilisées et mises en œuvre, b) Onze des douze caractérisations « mouvements rectilignes uniformes » sont suivies d'un graphique qui se rapproche aussi du graphique attendu ; les constats a et b, nous laissent penser que la construction du graphique pourrait avoir été guidée par les connaissances cinématiques sur le MRU, c'est-à-dire que suite à l'observation de la simulation et description des mouvements certains élèves ont déjà une idée de la forme du graphique à tracer.

2) Des graphiques qui se rapprochent de ce qui s'affiche sur l'écran

Quelques exemples de cette sorte de graphiques sont illustrés dans la figure 3.16 ci-dessous

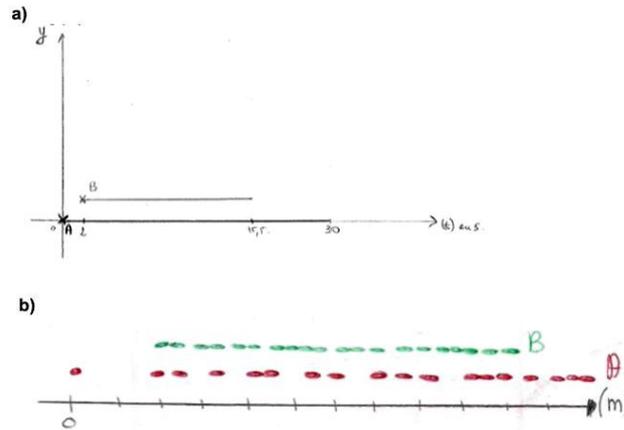


Figure 3.16 Graphiques réalisés par les élèves. a) Graphiques composés des lignes droites (COURN 12-20). b) Graphique composé d'une suite de points non connectés (ABB 4-27)

Dans cette deuxième catégorie nous remarquons des graphiques composés par :

a) Des lignes droites. Cette sorte de graphique ressemble à ce qui s'affiche sur la fenêtre graphique lorsque la simulation est exécutée avec le bouton « play » ; dans ce type de graphique un axe vertical est ajouté à la ligne horizontale déjà affichée sur la fenêtre graphique.

b) Une suite de points non connectés. Cette sorte de graphique ressemble à ce qui s'affiche sur la fenêtre graphique lorsque la simulation est manipulée avec le curseur temps. Des traces discontinues pour les objets A et B sont dessinés en respectant le décalage spatial à $t=0$.

Dans le deux cas a et b, les graphiques dessinés nous amènent à penser qu'il s'agit de tentatives pour reproduire l'aspect spatial du mouvement, en d'autres termes, lors de la construction du graphique les élèves ne s'aperçoivent pas que la représentation mathématique $x(t)$ est différente de la représentation informatique (à l'écran ?) ; ce constat nous a conduit, d'une part, à vérifier comment a été comprise la représentation informatique lors du déroulement de la tâche 1a et d'autre part, à porter notre attention sur les éléments possibles qui posent de difficultés lors de l'observation du mouvement et de sa représentation mathématique. D'ailleurs, les graphiques du type 4.6 (a) nous laissent penser aussi que les élèves ne remarquent pas que la position par rapport au temps ne change pas et les graphiques du type 4.6 (b) que les élèves ne remarquent pas que l'écoulement temps doit être représenté par un axe ordonné.

Méthodes et connaissances mises en œuvre

Afin de repérer les connaissances et méthodes mises en jeu lors de la construction de ce type de graphique (4.16 (a)) nous portons notre attention sur le travail mené par le binôme CE 21-27 dont production écrite est montrée dans la figure ci-dessous (figure 3.17) et la transcription de l'enregistrement dans l'annexe 4.

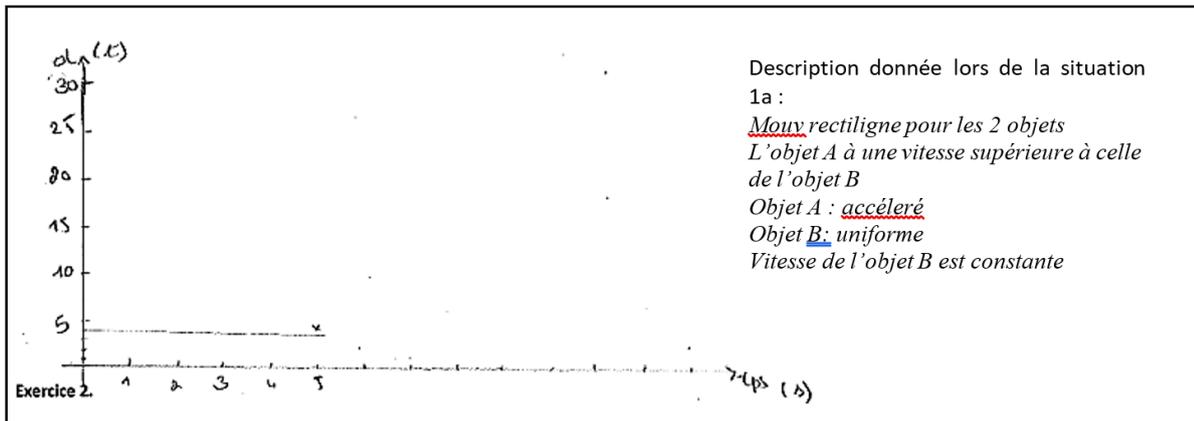


Figure 3.17 Graphique réalisé par le binôme (CE : 21-27)

On constate sur le graphique qu'il n'y a qu'une courbe et qu'elle est horizontale à une hauteur de quatre ; nous nous demandons donc pourquoi la valeur de quatre et pourquoi il n'y a qu'une seule courbe même si dans la description faite lors de la situation 1a les deux objets sont mentionnés. D'ailleurs, il est déclaré que l'objet A accélère. Afin de répondre à nos questions et d'avoir des éléments pour comprendre ce graphique nous nous appuyons sur l'enregistrement en trouvant les aspects suivants :

1. La méthode mise en œuvre ressemble à celle que nous avons évoquée précédemment mais avec certaines difficultés :

a) Tracé du repère

b) Graduation des axes pour la distance et le temps en reprenant la distance totale parcourue par l'objet A et la valeur maximum du curseur temps. Cette graduation des axes devient difficile compte tenu de l'espace disponible trop limité pour le graphique selon les élèves :

... tracez à la main le graphique de position en fonction du temps.

- oui c'est facile

- *tu as les abscisses*
- *tu peux me passer ma règle, elle est dans mon sac*
- *ça va jusqu'à où ?*
- *ça va de 0 à 30*
- *on va faire des schémas simplifiés je pense ...il n'y a pas assez de place*
- *on va faire des schémas simplifiés je pense ...il n'y a pas assez de placeje suis débordé*
- *alors là c'est en fonction du temps ...trouve moi un multiple de 30*
- *un multiple de 30 ?*
- *parce que là ça va jusqu'à 30 et je n'ai pas la place de faire 30*
- *tu n'as pas besoin de 30*
- *mais si !*
- *tu n'as pas besoin de 30 cm en ordonnée*
- *c'est en fonction du temps*
- *je ne sais pas, il va falloir faire des graduations (elles échangent avec les voisins puis l'une dit : tu fais de 5 en 5 cm)*

On constate sur le graphique que la graduation de 5 en 5 est faite pour les ordonnées mais de 1 en 1 pour les abscisses ce qui n'est pas évoqué pendant les échanges entre les élèves ; cela nous amène à penser qu'ils ne s'étaient pas mis d'accord et que la tâche n'était pas très bien comprise.

c) Relevé des données à l'aide de la manipulation du curseur et le tracé des points. Il est évoqué que l'observation se fera toutes les deux secondes :

- *on va faire comment pour les points, on va ne pas placer tous les points ?*
- *non ils vont de 2 en 2*
- *de 2 en 2 mais il y en a plein*
- *on fait toutes les 2 secondes par exemple*

Néanmoins, nous constatons sur le graphique qu'il n'y a que deux points relevés : (0,4) et (5,5) ce qui nous amène à penser que la méthode évoquée n'a pas été mise en œuvre ; il semble donc que la tâche de réaliser le graphique de position en fonction du temps n'est pas comprise.

d) Le tracé des droites. On constate que sur le graphique il n'y a qu'une courbe.

- *la vitesse elle est constante pour le B, mais pas pour le A*
- *tu veux ... on fait jusqu'à 15 secondes B*
- *oui, donc on fait d'abord la courbe de B*
- *on fait la courbe du B*
- *oui*

On remarque donc que la droite sur le graphique correspond à l'objet B et qu'elle se rapproche de ce qui s'affiche sur la fenêtre graphique ; cependant en prenant en compte que les élèves semblent insister sur la vitesse constante pour l'objet B : « la vitesse elle est constante pour le B, mais pas pour le A (15'36") » nous sommes amenés à penser que les élèves essaient de montrer sur le graphique la vitesse constante de B en oubliant qu'elles doivent réaliser le graphique $x(t)$; la courbe pour l'objet A n'est pas tracé, ce qui peut s'expliquer parce qu'il est caractérisé comme un mouvement accéléré (« Objet A : accéléré »), et peut-être il est plus difficile à représenter. D'ailleurs, en revenant sur le déroulement de la situation 1a nous remarquons que les élèves activent la simulation plusieurs fois à l'aide du curseur temps afin de vérifier leurs observations mais l'attention est toujours portée sur l'écart entre les points qui composent les traces et notamment sur la différence de nombre de points sur la trace de A, c'est-à-dire, qu'elles sont restées toujours dans le monde simulé parce que le concept de vitesse n'était pas mobilisé. D'autre part, les traces discrètes, qui sont une contrainte du logiciel et une méconnaissance instrumentale chez les élèves, ont accru la difficulté pour résoudre la tâche.

Remarques complémentaires concernant l'ensemble des graphiques réalisés

Nous remarquons, sur l'ensemble des 37 réponses, certains cas particuliers :

a) Un élève a construit deux graphiques en distinguant le graphique où le temps n'est pas concerné du graphique où le temps est concerné (figure 3.18).

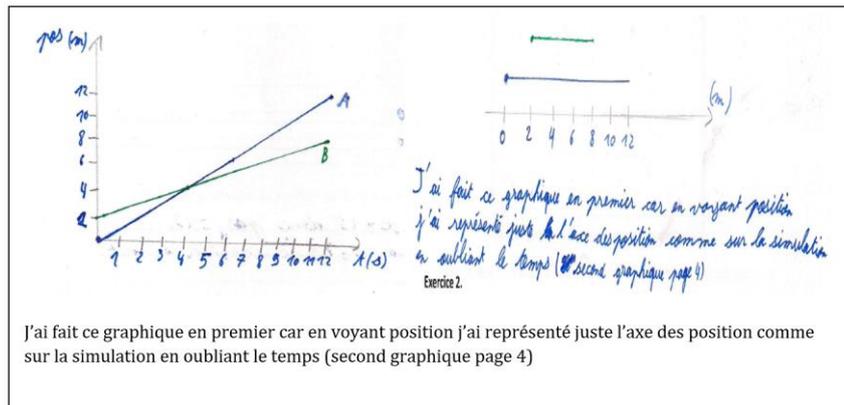


Figure 3.18 Deux graphiques réalisés correspondant au mouvement simulé (ABB : 17).

b) Un binôme mobilise des vecteurs (figure 3.19)

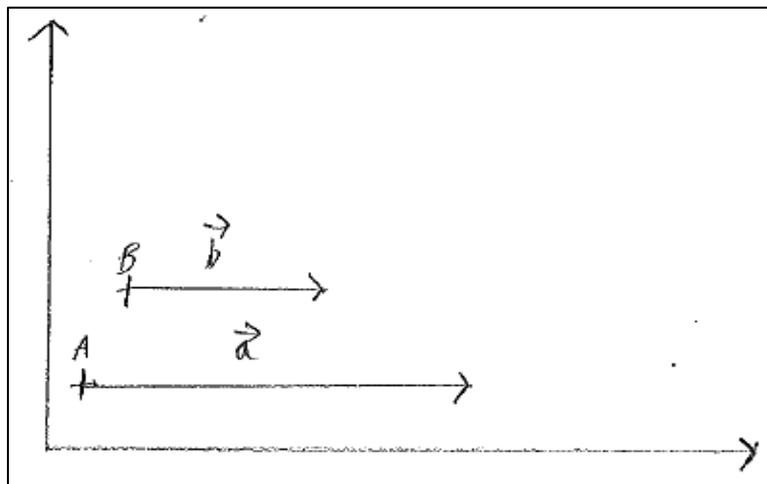


Figure 3.19 Mobilisation d'autres registres (CE : 17-20)

c) Aucun binôme n'utilise des tableaux de données, ce qui renforce l'idée que les connaissances mathématiques et physiques ont été mises en relation afin de réaliser le graphique ce que nous interprétons comme une méthode efficace avec le but de construire le graphique rapidement. Néanmoins, il est possible que les élèves n'aient pas appris à utiliser des tableaux de données pour construire un graphique.

Dans le tableau 3.5 nous synthétisons la confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori* en nous appuyant sur les analyses menées précédemment.

Tableau 3.5 Confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori* pour la situation 1b

Tâche proposée (Situation 1b)	Déroulement attendu et des hypothèses	Déroulement effectif et validation des hypothèses
Tracer à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.	Le graphique $x(t)$ de la figure 3.7 est construit; les élèves mettent en jeu leurs connaissances cinématiques et mathématiques; dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et les mondes des théories et le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation S-T; Relation S-MOE).	Deux types de graphiques sont constatés : 1) des graphiques qui se rapprochent du graphique $x(t)$ attendu et 2) des graphiques qui se rapprochent de ce qui s'affiche sur l'écran lors de l'activation de la simulation. Nos hypothèses sont donc partiellement validées.
	Dès que la vitesse est caractérisée comme constante lors de l'observation et l'étude de la simulation les connaissances par rapport à la construction d'une droite ou d'une fonction linéaire sont mobilisées et mises en œuvre; dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde théories.	Nous remarquons que les trois descriptions qui caractérisent les mouvements comme des mouvements uniformes sont suivies du graphique qui se rapproche du graphique attendu, cela nous permet de valider notre hypothèse.
	Le curseur temps est manipulé pour relever de données (instants). Dans ce cas-là il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des objets et des événements (Relation : S-MOE)	Tous les élèves manipulent le curseur temps pour relever de données (instants) cela nous permet de valider notre hypothèse.

Bilan par rapport aux graphiques réalisés par les élèves

Comment il est noté précédemment, parmi 37 graphiques réalisés, 28 se rapprochent du graphique attendu (catégorie 1) et 9 graphiques se rapprochent de ce qui s'affiche sur l'écran (catégorie 2), cela nous permet de ne valider nos hypothèses que pour certains élèves. Nous notons que lors de la réalisation du graphique de la première catégorie, des connaissances cinématiques et mathématiques sont mises en jeu et mises en relation, la démarche de construction menée a permis aux élèves de faire des relations entre les trois mondes en passant d'une description en langage naturel à une description en langage mathématique et en distinguant entre trajectoire et graphique. Lors de la réalisation des graphiques de la deuxième catégorie, nous observons d'une part, que ces connaissances n'étaient pas mobilisées, d'autre part, que les traces discrètes et la ligne verticale (cf. figure 3.5) qui sépare les deux fenêtres ont pollué, en quelque sorte, l'observation. Ces deux aspects ont amené comme conséquence de rester dans le monde simulé en traçant ce qui s'affiche sur l'écran. Nous notons aussi que: a) l'observation et l'analyse

de la simulation lors de la situation 1a a guidé la réalisation du graphique permettant ou pas de mobiliser certaines connaissances mathématiques et cinématiques ; b) donner la description attendue lors de la situation précédente ne garantit pas la réalisation du graphique attendu; c) le niveau de précision du graphique est varié, certains graphiques portent des erreurs (placement des grandeurs sur les axes) ou de manquements (point de dépassement, ou une courbe); d) l'utilisation de tableaux de données est absente et les équations faiblement mobilisés; e) La manipulation du curseur temps est devenu incontournable lors de la résolution de cette tâche.

Réponses à nos sous-questions de recherche

En nous appuyant sur les analyses menées précédemment nous donnons ensuite des réponses à nos questions de recherche.

1. Quels sont les méthodes mises en jeu ?

Pour la réalisation du graphique qui se rapproche du graphique attendu : le tracé d'un repère, la construction d'une échelle appropriée aux contraintes de la tâche, le relevé et placement des données, le tracé des courbes. Pour la réalisation du graphique qui se rapproche de ce qui s'affiche sur l'écran : la reproduction de ce qui est visualisé.

2. Quelles données semblent pertinentes pour les élèves lors de la construction du graphique ?

Points de départ et d'arrivée, distance total parcourue et durée mise pour parcourir cette distance.

3. Quels sont les différents raisonnements mathématiques et physiques mis en jeu ?

Pour ceux qui ont réalisé le graphique qui se rapproche du graphique attendu le raisonnement porte sur la représentation mathématique qui relie deux grandeurs physiques : le temps et la position. Pour ceux qui ont réalisé un graphique qui se rapproche de ce qui s'affiche sur l'écran le raisonnement porte sur une représentation visuelle du type de déplacement observé sur la fenêtre graphique.

x) ? Le temps est-il un absolu pour les élèves ? Les durées sont-elles les mêmes pour les deux points ?

Dans la mesure où les deux courbes sont tracées sur un même repère et que l'axe du temps est gradué jusqu'à 30, nous déduisons que le temps est considéré comme un absolu et que la durée est la même pour les deux points.

4. Le graphique $x(t)$ est différenciée de la représentation schématique de la trajectoire ?

Seulement pour ceux qui ont construit un graphique qui se rapproche du graphique attendu.

Conclusion

Comme nous l'avons mentionné précédemment, dans cette situation on propose aux élèves de réaliser une description mathématique du mouvement qu'ils ont observé dans la situation 1a ; plus précisément la tâche propose de faire la description mathématique de comment les points changent de position au cours du temps. En analysant la démarche de construction du graphique menée par les élèves qui ont construit un graphique qui se rapproche du graphique attendu, nous remarquons le passage par les trois mondes, à savoir : les élèves partent du monde simulé en observant le déplacement des points A et B, ensuite dès que la consigne est lue ils passent au monde des théories en réfléchissant au placement des grandeurs position et temps qui sont donnés dans la consigne et en utilisant un vocabulaire mathématique (abscisses, ordonnées); puis ils sont restés dans le monde des théories traitant les données (distance totale parcourue et durée) afin de construire une échelle qui leur permet de montrer la totalité du mouvement. Ce traitement comporte de petits calculs et mobilise des concepts comme multiples et diviseurs. Après ils passent au monde des objets et des événements en relevant des données primaires (instants et positions) à l'aide de la manipulation du curseur, ils sont donc en même temps dans le monde simulé ; lorsque ces données sont placées sur le repère et qu'ils savent que les courbes à tracer sont des droites, ils reviennent au monde des théories ; d'ailleurs, bien que les élèves ne manifestent pas explicitement pourquoi, ils savent que les courbes sont des droites.

Nous en déduisons, en nous appuyant sur la description faite lors de la situation 1a, que pour eux les vitesses calculées sont constantes donc que les mouvements sont des mouvements rectilignes uniformes et que pour le graphique $x(t)$ correspondant à ce type de mouvement la courbe c'est une droite. Finalement ils sont restés dans le monde des théories, en obtenant la représentation mathématique demandée. Pour ceux qui ont construit un graphique qui se rapproche de ce qui s'affiche sur l'écran nous soulignons que les traces discrètes ont pollué en quelque sorte l'observation et qu'ayant des connaissances cinématiques lacunaires par rapport au concept de vitesse et d'accélération la trajectoire n'est pas distinguée du graphique $x(t)$.

Par la suite, nous présenterons l'analyse de la situation 2 où on demande de mettre en lien une représentation mathématique et une représentation informatique.

3. Analyse *a posteriori* de la situation 2

Alors que dans la situation 1b les élèves viennent de réaliser un graphique $x(t)$ pour le mouvement simulé de deux objets, cette deuxième situation propose le processus inverse ; concrètement, les élèves doivent programmer la simulation du mouvement de deux objets à partir d'un graphique $x(t)$ donné. La consigne marquée sur le guide de travail est : simulez le mouvement qui correspond au graphique donné, pour cela manipulez les curseurs comme vous le jugez nécessaire. Pour atteindre cet objectif, les élèves doivent analyser le graphique en réfléchissant au type de mouvement qu'ils représentent et aux variables concernées, puis ils doivent observer l'environnement GéoGébra et réfléchir à chacun des curseurs en se demandant quel est le rôle de chacun et son rapport avec le graphique (figure 3.20). Dans cette perspective, on attend que les élèves s'aperçoivent, d'une part, que sur le graphique est représenté le mouvement rectiligne uniforme de deux objets et que les valeurs des vitesses et des positions à différents instants peuvent être repérées ; d'autre part, que sur la fenêtre graphique de GéoGébra ils peuvent paramétrer les vitesses et positions initiales des mouvements et qu'en manipulant le curseur temps la simulation se déroulera. En mettant en lien ces analyses nous attendons que les élèves règlent les curseurs comme suit : Vitesse a = 5ms^{-1} ; Vitesse b = 10ms^{-1} ; Position a = 15 m ; Position b = 0 m.

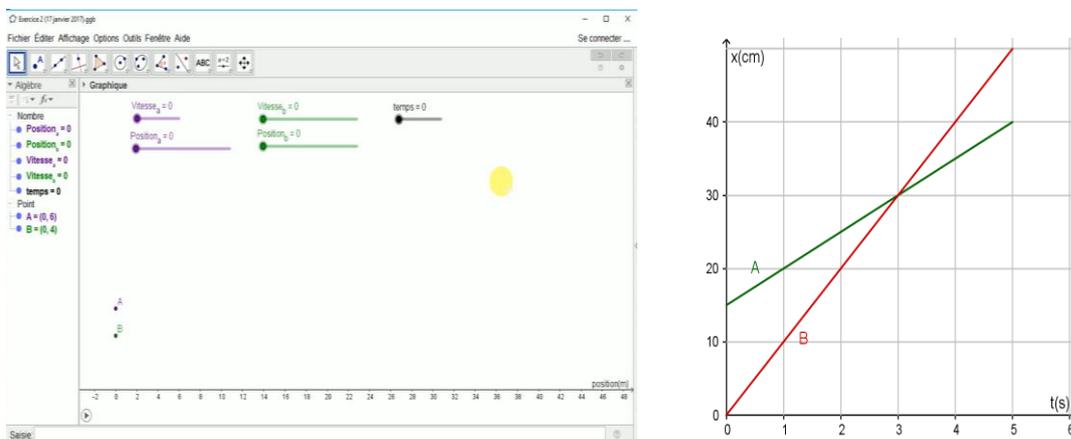


Figure 3.20 Graphique $x(t)$ et l'environnement GéoGébra proposé dans la situation 2 du scénario d'enseignement.

D'après l'analyse *a priori* menée nous nous sommes donnés trois observables, à savoir :

1. Les valeurs des curseurs.
2. Les calculs effectués.
3. Les connaissances physiques et mathématiques mobilisées.

Lors de notre analyse, chacun des trois observables est repéré et analysé en nous appuyant sur les réponses données par les 37 binômes sur le guide de travail (annexe 4) ; ces analyses sont ensuite enrichies en nous appuyant sur les enregistrements.

Réponses des élèves : valeurs des curseurs, calculs effectués et connaissances mobilisés

Prenant en compte l'ensemble des réponses (sur le guide de travail) des 37 binômes, nous constatons que 28 réponses comportent les valeurs des curseurs attendues, 4 réponses n'explicitent pas les valeurs des curseurs mais portent sur une description correcte du graphique, 4 réponses sont incorrectes et 1 binôme n'a pas répondu. Sur l'ensemble des 32 réponses correctes, nous constatons que des raisonnements différents sont mis en jeu en permettant de faire deux types de relations : des relations entre le monde des théories et des relations entre le monde des théories et le monde simulé, voici ci-dessous, quelques exemples :

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

$$\text{« Car } V = \frac{d}{\Delta t}$$

$$Va = \frac{5cm}{1} = 5cm.s^{-1} \rightarrow \text{ Curseur sur 5}$$

$$Vb = \frac{10cm}{1} = 10cm.s^{-1} \rightarrow \text{ Curseur sur 10}$$

Position de départ : à t_0 , $x=15$ pour A donc position $A=15$

à t_0 $X=0$ pour B donc position $B=0$ » (CE 2-11)

Nous remarquons que l'expression mathématique de la vitesse est mobilisée, que la durée prise en compte est d'une seconde et que la lecture de paires ordonnées à $t=0$ permet d'établir la position initiale. Nous déduisons que le concept de vitesse est mobilisé dans le contexte graphique, cela veut dire, d'une part, que la valeur de la distance parcourue, qui est un concept cinématique est associée à la longueur d'un segment sur l'axe vertical laquelle est une représentation géométrique ; d'autre part, que la durée mise pour parcourir cette distance est associée à la longueur d'un segment sur l'axe horizontale et qu'afin d'estimer la vitesse le rapport entre les deux longueurs est fait. Ces associations permettent de faire des relations entre le monde des théories et le monde simulé en établissant les valeurs attendues pour chaque « curseur vitesse ».

« Position $a=15$ car il commence à 15 sur le graphique

Position $b=0$ car il commence à 0

Vitesse $B=10$ car le coefficient directeur est égale à 10

Vitesse $A=5$ car le coefficient directeur est égale à 5

Temps = 5 car les courbes s'arrêtent à 5 » (CE 6-7)

« $B \rightarrow$ Coeff directeur : 1 = vitesse. $A \rightarrow$ Coeff directeur : $1/2 =$ vitesse » (CE : 18-24)

« $V_a=5$ $V_b=10$

$P_a=15$ $P_b=0$

Par rapport au coefficient directeur, on détermine la vitesse.

Leur position correspond à leurs ordonnées » (ABB 1-12)

Ici des relations dans le monde des théories sont faites en mettant en lien le concept de vitesse avec le concept de coefficient directeur ; il n'est pas précisé que la vitesse est constante mais peut-être que les élèves remarquent que les courbes étant des droites les objets A et B ont chacun une vitesse constante.

« Le point B est + rapide que le point A donc sa vitesse pour seconde est plus grande » (CE 26-29) ;

« L'objet B doit aller plus vite que l'objet A pour le dépasser sur le graphique » (CE : 17-20).

Nous observons qu'une comparaison des vitesses est mise en avant en mobilisant la relation inverse entre la vitesse et la durée. Là, nous faisons ressortir que sur la représentation mathématique de la position en fonction du temps la vitesse est mise en avant (même si elle est une grandeur implicite sur le graphique) en prenant compte qu'un objet dépasse l'autre.

Afin de mettre en lumière le déroulement de la situation et de compléter nos observations et analyses nous présentons l'extrait des enregistrements de deux binômes, d'abord le binôme CE 10-13 qui a résolu la tâche assez vite et ensuite le binôme CE 21-23 qui a accompli la tâche après l'intervention de la chercheuse.

Déroulement de la situation 2 : le cas du binôme CE 10-13

12'20

-Oula ... attends ! (La souris est déplacée sur la fenêtre algébrique),

- T'inquiète, je regardais si les traces étaient affichées... (figure 3.21)
- Position, il y a écrit position... Déjà A fait combien ? 30 ?
- vitesse de A ... m/s, vitesse de B...
- Déjà je mets à 30...
- A commence à 15
- Quoi, il ne commence pas à 30 ? A commence à 15, pas à 30 ?
- à 15 pardon (il positionne le curseur de position A sur 15)
- Pose la vitesse de A,
- C'est quoi ?
- Tu pars de là jusque-là, 15 m/s
- Non, 10/2 ça fait 5 mètres par secondes pour A, on va mettre 5 c'est bien en mètres ?... (il positionne le curseur vitesse a à 5)
- Vitesse de B
- Gand B ? c'est du 1 (il positionne le curseur de la vitesse sur 10) ...
- et là c'est du 10 m/s
- tu viens de me dire 1
- c'est toi qui a dit 1
- ha oui je suis bête, je croyais que c'était 1-1 mais ce n'est pas 1 c'est les unités donc 10 m/s et il part de 0.
- C'est bon là, c'est fini
- Oui. Il reste à lancer le temps, allez... ça devrait aller ! (Figure 3.22)
- Oui, regarde je suis arrivé, regarde ok B va jusqu'à 50, légèrement en dehors de la feuille et A jusqu'à 40 (après deux vérifications en mobilisant la fenêtre algébrique et en portant l'attention sur la dernière donnée sur le graphique, (figure 3.23)
- C'est parfait
- Le professeur : ce serait bien que vous inscrivez ce que vous avez choisi pour les curseurs et pourquoi.
- On vérifie

- on va mettre A équation $y= 5x+15$, $5t+15$ parce que on doit mettre t et non x (ils corrigent partout), c'est ce qui correspond au coefficient directeur et là je vais marquer... vitesse en mètre par seconde 5 m/s, position de départ du point A

- et maintenant même chose pour B ...

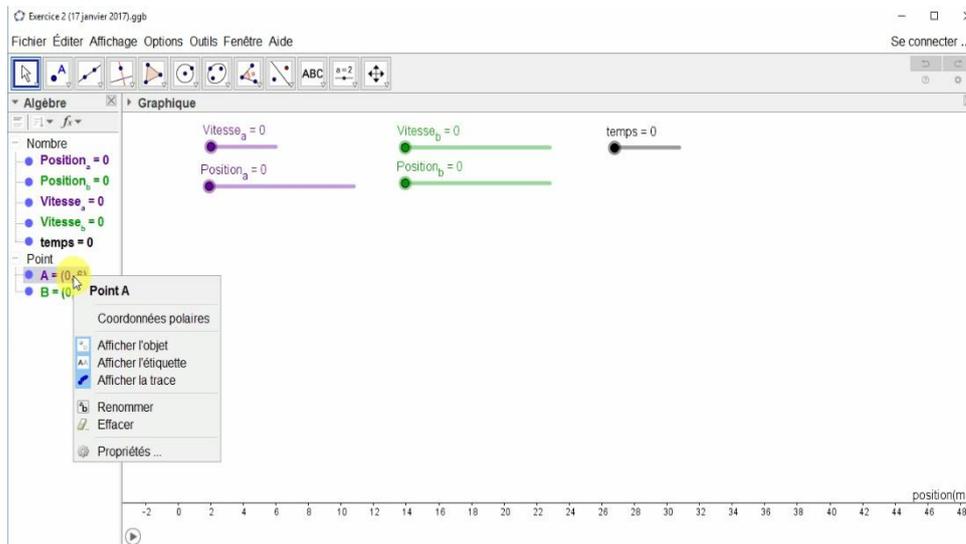


Figure 3.21 Exploration de l'environnement GéoGebra, vérification de l'activation de l'affichage des traces, premier pas dans le monde simulé du déroulement de la situation 2 (CE 10-13 ; 12'32'')

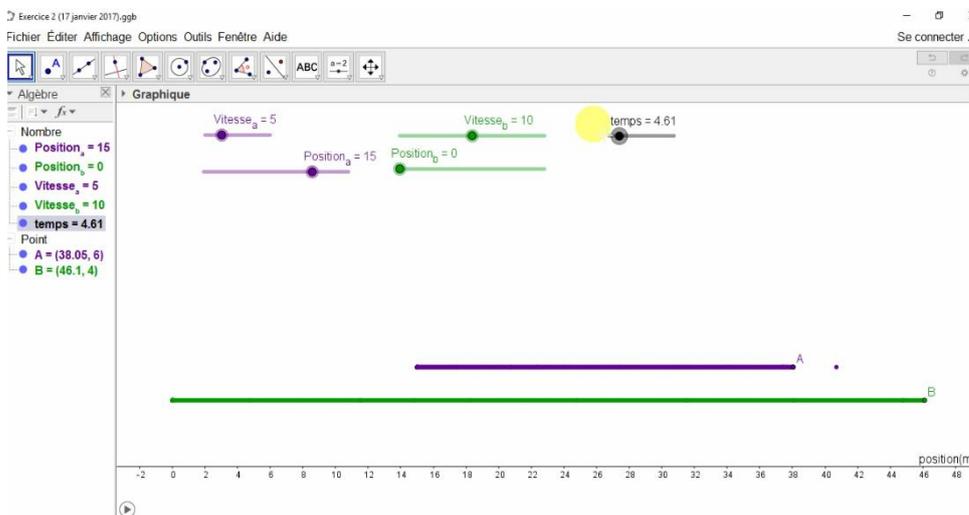


Figure 3.22 Vérification de la tâche. (CE 12'32' ; 14'30'')

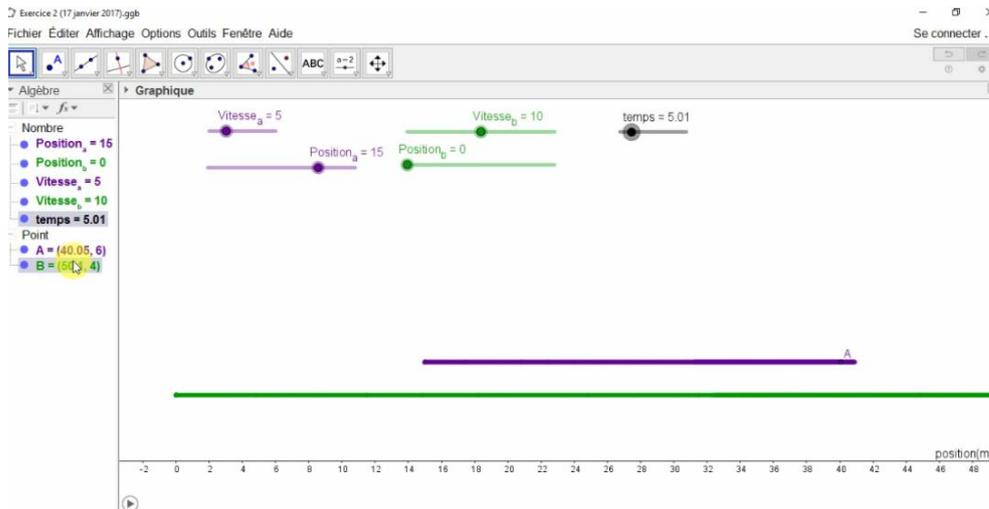


Figure 3.23 Vérification de la tâche en mobilisant la fenêtre algébrique (CE 10-13 ; 14'53'')

Nous constatons que le déroulement de la situation démarre dans le monde simulé et simultanément dans le monde des théories ; l'un des élèves se positionne sur la simulation et commence par l'exploration de l'environnement GéoGebra⁴⁷. Cette exploration lui permet de vérifier que l'affichage des traces est activé (« je regardais si les traces étaient affichées ») et de reconnaître les éléments présentés dans la fenêtre graphique, le curseur Position a étant le premier en être évoqué (« Position, il y a écrit position »). Ensuite, il passe au monde des théories en s'apercevant que pour ajuster le curseur il faut lire le graphique. Il demande donc à son camarade, qui est sur le monde des théories en analysant le graphique, la valeur de la position initiale de A (« Déjà A fait combien ? ») ; on remarque donc que les deux mondes sont assez vite mis en relation. Puis, les vitesses des objets sont calculées mentalement en faisant le rapport entre les distances parcourues et les durées mises pour les parcourir ; pour A la durée prise est de deux secondes et pour B elle est d'une seconde, (« $10/2$ ça fait 5 mètres par secondes pour A »). On constate, d'ailleurs, que les valeurs calculées sont correctes.

Après, le binôme passe au monde simulé en réglant les curseurs aux données calculées et en mettant en route la simulation à l'aide du curseur temps qui a le rôle d'outil déclencheur de la simulation. La vérification de la tâche se fait à l'aide de la fenêtre algébrique en observant les coordonnées des points à 5s, on remarque là, une relation entre deux éléments du monde simulé : la fenêtre algébrique et la fenêtre graphique. Finalement, les élèves reviennent au monde des

⁴⁷ On remarque que cet élève fait évoluer le curseur sans le manipuler en gérant donc d'autres fonctionnalités du logiciel ce qui lui permet de régler les curseurs à la valeur exacte dont il a besoin et de se débrouiller avec souplesse dans le monde simulé.

théories en établissant les équations correspondant aux droites, donc deux types de représentation sont mises en relation : la représentation graphique et la représentation mathématique ; en plus le concept de coefficient directeur est mobilisé, cela est noté sur le guide de travail (figure 3.24).

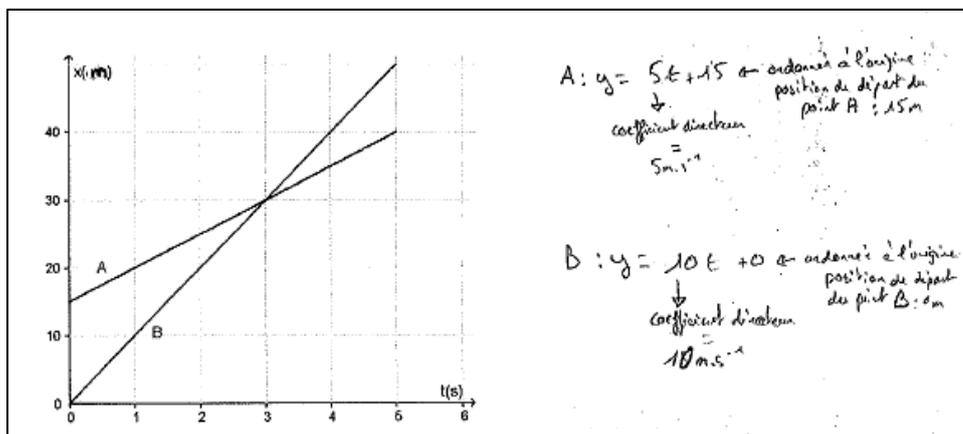


Figure 3.24 Production écrite sur le guide de travail (CE 10-13') ; les réponses notées correspondent aux réponses attendues.

Nous concluons donc que la tâche permet à ce binôme de réinvestir leurs connaissances mathématiques et de mettre en lien le monde simulé et le monde des théories ; cependant nous verrons par la suite le cas du binôme CE 21-23 qui a eu des difficultés à passer d'un monde à l'autre mais que la tâche a été accomplie à la suite d'un questionnement où les connaissances mathématiques et cinématiques ont été mobilisées.

Déroulement de la situation 2 : le cas du binôme CE 21-27

Après lecture de la consigne, les élèves se placent dans la simulation en manipulant deux fois le curseur temps jusqu'à 30 mais en observant que cela ne donne aucun effet elles décident de manipuler le curseur « vitesse a » et des premières interprétations sont exprimées (figure 3.25) :

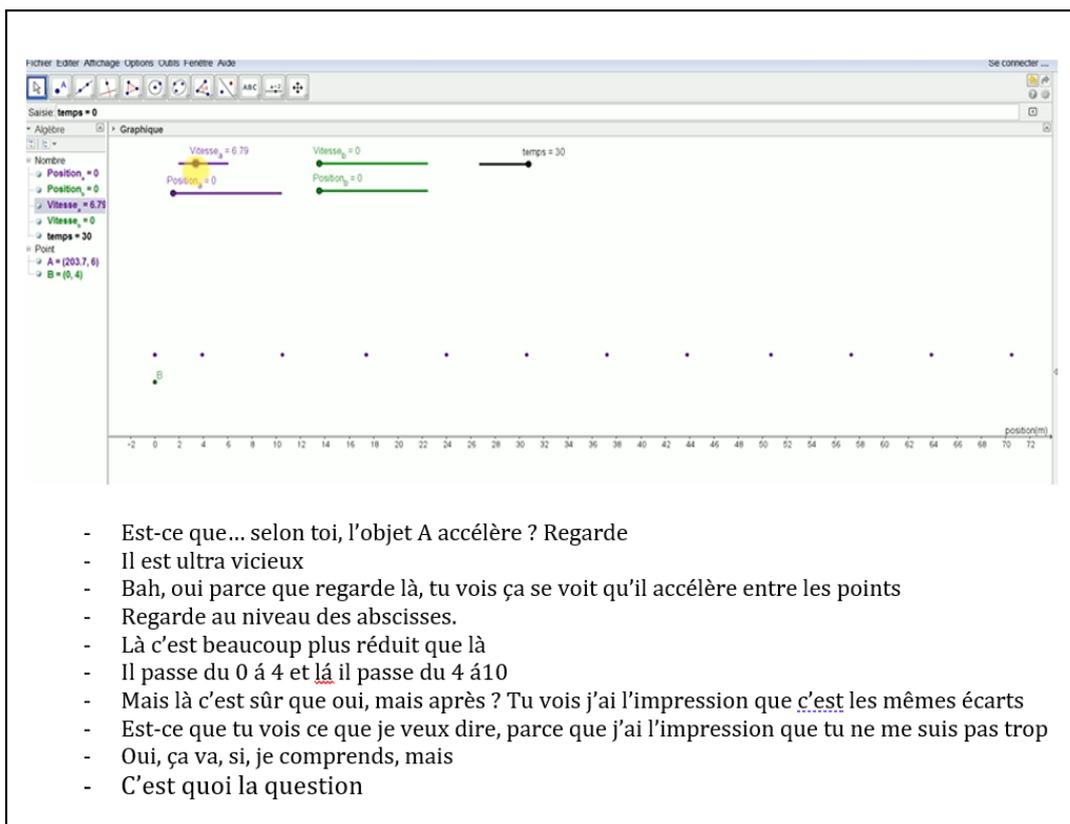


Figure 3.25 Effets de la manipulation du curseur "Vitesse a" étant le curseur temps placé à 30 et échanges des élèves (CE 21-27 ; 21'23")

On constate que les élèves passent au monde simulé sans regarder le graphique donné et que suite à la manipulation des curseurs l'attention est portée sur les traces discrètes et l'écart irrégulier entre les points (comme dans la situation 1b) ce qui les amène à penser à une accélération mais dans la mesure où ce concept d'accélération n'est pas bien maîtrisé et que l'impression de chacune est différente l'une des élèves fait le choix de relire la consigne :

« on a mal compris là je crois... Simulez le mouvement qui correspond au graphique (relecture de la consigne).

- Ok, bon, on va refaire.
- Ça commence très très bien, on ne sait pas regarder une consigne » (22'21")

Nous remarquons là que des connaissances bien acquises et que de prendre le temps de bien comprendre la tâche à résoudre sont nécessaires pour passer du monde simulé au monde des théories. Malgré une deuxième lecture de la consigne le binôme décide de se positionner, encore une fois, sur la simulation en manipulant cette fois-ci le curseur « vitesse b », figure 3.26:

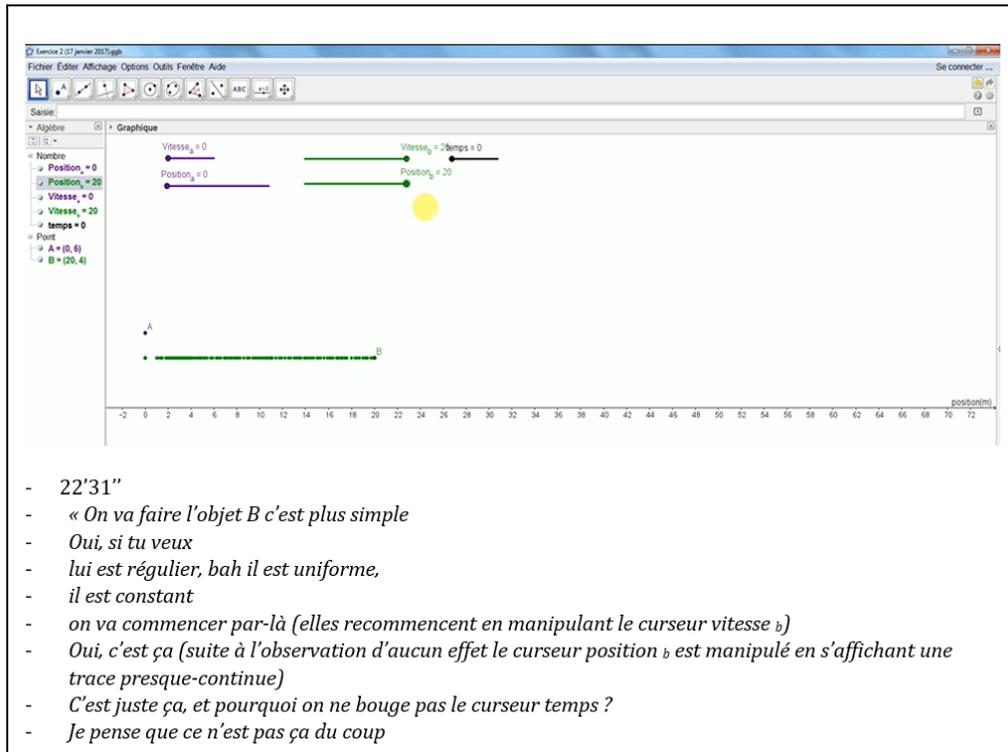


Figure 3.26 Effets de la manipulation du curseur “Vitesse b ” et le curseur “Position A ” (CE 21-27; 23'12”)

On constate que le binôme fait le lien avec la situation 1b où le mouvement pour le point B a été caractérisé comme mouvement uniforme, afin de résoudre la tâche. Cependant il n’y a pas une reconnaissance de tous les éléments affichés sur la fenêtre graphique ni d’analyse menée du graphique donc les élèves sont restées dans le monde simulé sans savoir quoi faire exactement ; mais en remarquant qu’elles n’ont pas utilisé le curseur temps elles s’aperçoivent que la tâche ne se déroule pas bien. À la suite de l’intervention de la chercheuse les élèves passent au monde des théories en analysant le graphique. Ensuite le binôme revient au monde simulé en observant les curseurs qui sont affichés et mènent l’analyse qui leur permet de mettre en lien les deux mondes. Voici, ci-dessous, un extrait de la transcription des échanges (annexe 10).

23'38”

- « Chercheuse : Comment vous comprenez ce graphique ?
- Là, on peut voir que l'objet B, il a une vitesse constante, parce qu'il n'accélère pas, il est tout droit ... toujours au même endroit.
- Chercheuse : Comment tu sais que c'est une vitesse constante ?
- Parce que c'est régulier (tous les deux élèves répondent au même temps)
- Chercheuse : D'accord

- *Parce que c'est une courbe régulière*
- *Parce qu'elle ne passe pas par zéro.*
- *Par exemple, à une seconde on a 10cm, à 2 secondes on a 20cm, à 3 seconds on a 30cm, donc c'est régulier, c'est toujours pareil, c'est la même chose tout le temps, ça veut dire que c'est constant, il n'accélère pas. S'il accélérât par exemple on irait en moins de temps on irait plus loin, ... »*
- *.*
- *Chercheuse : Vous venez de parler de vitesse de 10m par seconde et sur la fenêtre qu'est-ce qu'il y a ?, qu'est-ce qu'on peut choisir ?, qu'est-ce qu'on peut...*
- *On peut choisir la position... la vitesse...*
- *Chercheuse : D'accord.*
- *Quelle est la position de A ? Pardon, de B parce qu'on est en train de parler de B.*
- *Moi, je ne sais pas (les curseurs position b et vitesse b sont manipulés)*
- *Je ne sais pas*
- *Chercheuse : Parce qu'il y a des choses importantes que vous viens de dire, la vitesse c'est 10m par second et dans la fenêtre on trouve la vitesse, mais c'est vous qui devez...*
- *Ah oui, d'accord (le curseur vitesse b est manipulé est réglé à 10 (26'50"))*
- *10... non.*
- *Chercheuse : On peut commencer par la vitesse de B, c'est où sur la fenêtre ?*
- *C'est là.*
- *Chercheuse : D'accord 10, parfait. Quelle autre chose on peut dire par rapport à B ? la vitesse...*
- *Commence de 0.*
- *Chercheuse : D'accord, sur la fenêtre, qu'est-ce qu'on peut...*
- *Zéro.*
- *Position de B est 0 (le curseur Position b est manipulé est réglé à 0 (26'57")), figure 3.27)*
- *D'accord, il y a autre chose qu'on peut repérer par rapport à B ou c'est tout ? position il va démarrer à 0, la vitesse 10 m par seconde. Qu'est-ce qu'on attend par exemple á t=3.*
- *À 3 s qu'il croise l'autre...*

- Chercheuse : D'accord, ce qu'on doit, après lancer la simulation, c'est qu'on doit regarder. Par rapport à A, qu'est-ce qu'on peut dire par rapport à A ?
- Lui, il démarre plus haut, il ne part pas de zéro il part de 15.
- Chercheuse : Et sur la fenêtre ? Comment vous placez cette donnée ?
- À position, je ne sais pas de tout, j'essaie
- Chercheuse : mais tu l'as dit, position, quelle est la position ?
- Ah non, non, il est à zéro au niveau position, je ne sais pas.
- À 0 secondes il est à 15m déjà.
- Ah oui...
- Chercheuse : Et après vous faites le même raisonnement... quelle est la vitesse et vous essayez de lancer la simulation pour savoir s'il se croise à 3s.
- Comment on lance la simulation ?
- On la lance avec la...
- Ah c'est là
- Chercheuse : Vous pourriez manipuler comme vous jugez nécessaire, d'accord ?

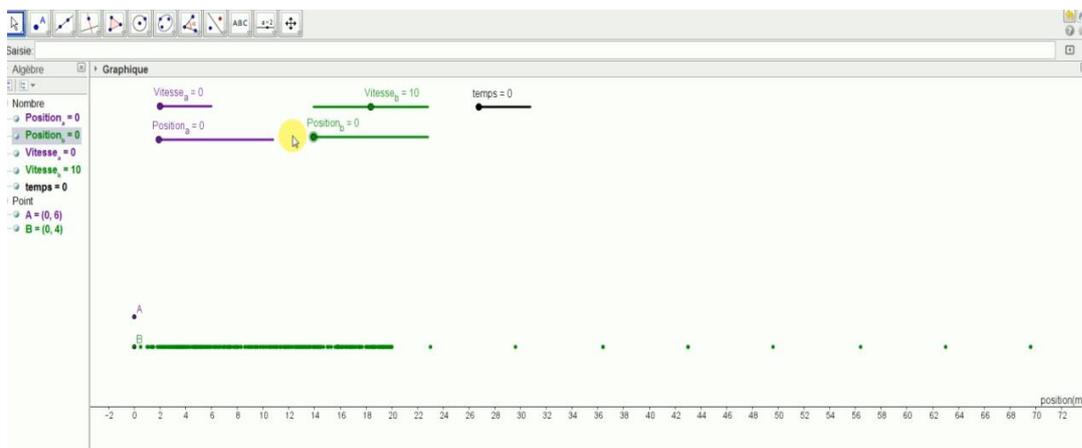


Figure 3.27 Réglage des curseurs pour l'objet B après l'analyse du graphique (CE 21-27 ; 26'57")

On remarque que lors de l'analyse du graphique l'une des élèves reconnaît une vitesse constante en s'appuyant, d'abord, sur la forme du graphique et en suite en mobilisant le concept de vitesse. Elle compare les distances parcourues à différents intervalles réguliers (une seconde) et consécutifs de temps ; l'élève mets en jeu aussi le concept d'accélération ; puis le binôme reconnaît

les curseurs position et vitesse, la position étant évoquée en premier tandis que lors de l'analyse du graphique c'était la vitesse. Concernant d'autres informations remarquables sur le graphique pour l'objet B les élèves mettent en avant la position initiale et notent qu'à $t=3$ un point doit croiser l'autre ; étant donné que les curseurs sont ajustés aux valeurs attendues on en déduit que le graphique commence à être mis en lien avec la simulation, par ailleurs, les élèves s'attaquent à calculer la vitesse de A :

Reviens du coup-là... On n'a pas réglé la vitesse de A.

- *Mais la vitesse d'A tu peux la calculer par la formule $V=d/t$ (la simulation est activée est ensuite arrêtée)*

- *Oui, oui je te laisse - .*

- *C'est bon là ?*

- *De coup ça donne...*

- *Comment tu as fait pour...*

- *Bah, $V=d/t$ et, (cela est noté sur le guide de travail, (figure 3.28)*

- *Mais tu as pris quel point ?*

- *He... donc on voit que ... c'est la distance entre le A et le point il y a 2 points je ne sais pas comment l'expliquer.*

- *.*

- *30'34" (le curseur vitesse a est manipulé est réglé à 5 01)*

- *Chercheuse : Ça va mieux ou pas ?*

- *Je ne sais pas, on essaie...*

- *Chercheuse : D'accord. On essaie de faire quoi exactement ?*

- *(rires) De paramétrer la vitesse etcetera de différents objets.*

- *Chercheuse : D'accord, pour A qu'est-ce que vous avez choisis comme vitesse et position initiale ?*

31'17" (les quatre curseurs sont déjà réglés et la simulation est lancée à l'aide du bouton play)

- *Alors on a fait $V=d/t$ pour calculer la vitesse étant donné que ce n'était pas régulier, qu'on ne pouvait pas calculer directement avec... avec le graphique, Ça donne 5m par seconde,*

- *Chercheuse : ... et vous mettez ...*

- *Oui*
-
- *Je crois que c'est bon là.*
- *Chercheuse : Pourquoi ?*
- *Parce que j'ai l'impression qu'il se croise à 3 s.*
- *Chercheuse : Super, et quel autre indicateur pour savoir que c'est la bonne simulation ?*
- *On voit que l'objet B sur le graphique il va plus vite, enfin on a l'impression parce que la pente de la courbe elle est plus importante... plus faible, je ne sais pas.*
- *Et aussi, du coup l'objet A il commence plus loin.*
- *On parle de ça par rapport à la pente de courbe par exemple la A elle est plus importante ou moins importante ?... quand c'est moins penchée donc c'est plus importante ou pas ?*
- *Elle est moins importante.*
- *Moins important donc la pointe de la courbe A elle est moins importante et celle de la courbe B est plus importante*
- *Chercheuse : D'accord donc vous pouvez effacer et tester autre fois.*
- *Et on peut voir que B elle va plus vite que A donc c'est logique avec ce qu'il y a sur le graphique.*
- *J'ai une question est-ce que ça fait bon les deux axes là, le temps il est là où il est là ?*
- *Chercheuse : Eh d'habitude le temps est sur les abscisses.*
- *D'accord, c'est bon.*
- *Par rapport à ça c'est bien, ce que vous venez de faire, testez une autre fois et remarquez.*
- *On voit qu'à 3 :15 B a dépassé A.*
- *2 :81, c'est bon on a réussi le deux. (La vérification du point de dépassement est faite en manipulant le curseur temps)*

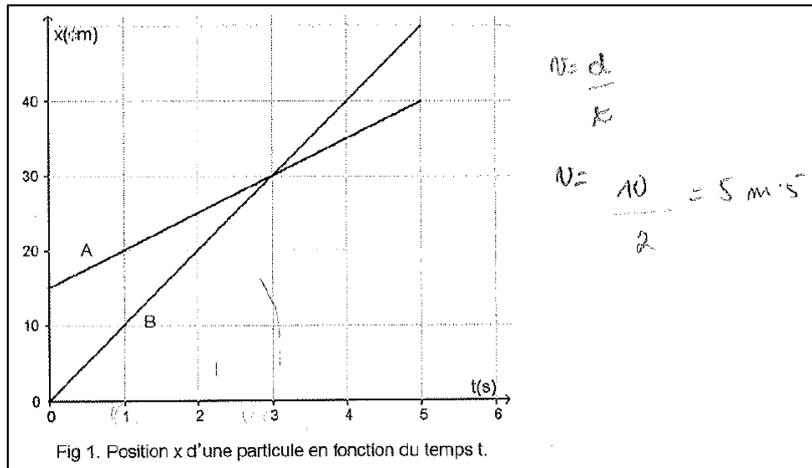


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

Figure 3.28 Rédaction sur le guide de travail (CE 21-27)

Nous notons que la valeur de vitesse pour l'objet A n'est pas calculée avec la même stratégie que pour l'objet B. Ici la relation mathématique $V=d/t$ est utilisée mais cette relation n'est pas bien comprise dans la mesure où l'élève manifeste : « Alors on a fait $V=d/t$ pour calculer la vitesse étant donné que ce n'était pas régulier, qu'on ne pouvait pas calculer directement avec... avec le graphique ». On constate aussi que la mise en lien entre le graphique et la simulation est bien réussie et que la vérification de la tâche se fait en regardant trois éléments du mouvement : le point de dépassement, la comparaison des vitesses et le point de départ ; d'ailleurs, cette vérification a permis de mettre en relation deux concepts : vitesse et pente. Finalement, nous mettons en relief que dans la mesure où les élèves manifestent le besoin de retourner à l'exercice 1 et à l'exercice 2, il nous semble, d'une part, que la résolution de cette tâche a permis aux élèves de mieux comprendre le scénario d'enseignement et de mobiliser des connaissances déjà acquises, d'autre part, que le temps de la classe est devenu une contrainte pour ce binôme ; voici, ci-dessous leurs déclarations :

Attends, de coup au même je vais terminer l'exercice 1, comme ça sera réglé.

- *Attends....*

- .

- .

- *Tu peux ouvrir l'exercice 1 ?*

- *Je ne sais pas. il reste 2 minutes*

- *Mais moi je voulais refaire l'exercice 2, on ne l'a pas fini*

Remarques complémentaires

Sur l'ensemble des productions écrites des 37 binômes nous constatons qu'un binôme (COURN 1-25, figure 3.29) manifeste que c'est la « lecture graphique » qui lui permet de trouver les positions initiales et utilise un petit tableau de données et un autre binôme (COURN 14-17, figure 3.30) mobilise le registre algébrique en établissant les équations pour chaque droite.

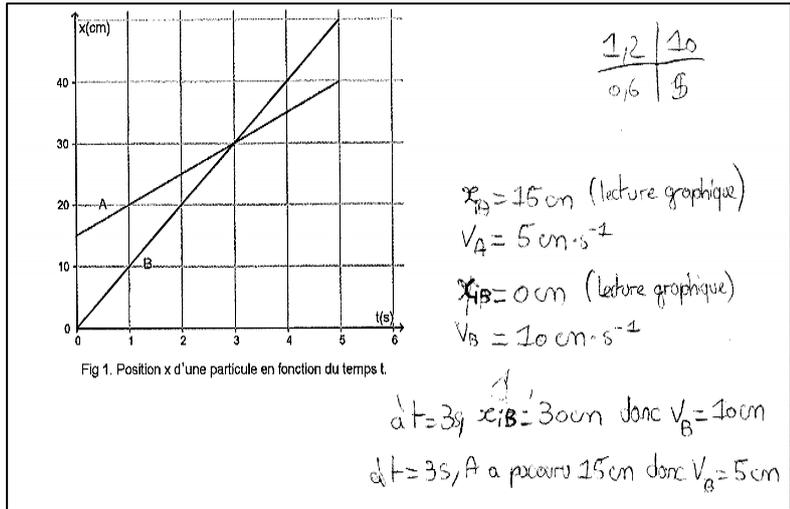


Figure 3.29 Explication de la lecture graphique (COURN 1-25).

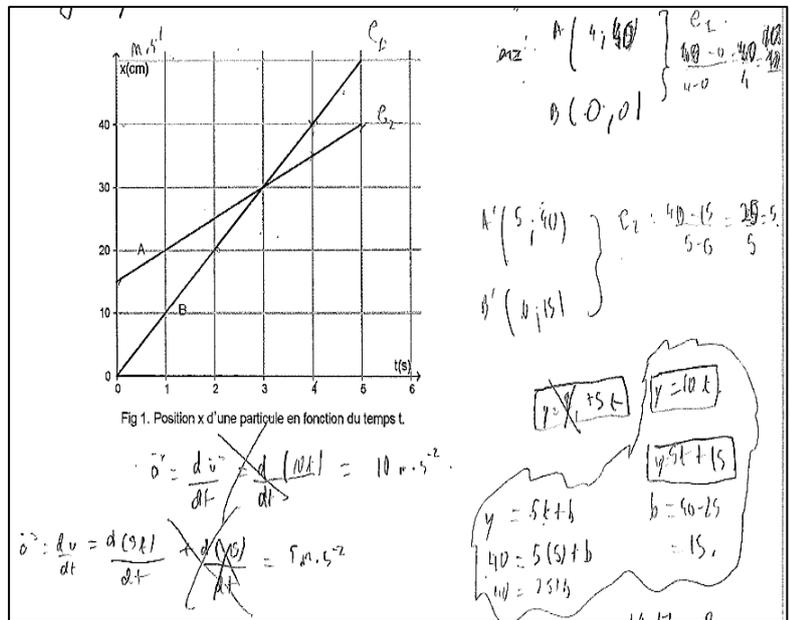


Figure 3.30 Mobilisation de représentations algébriques (COURN 14-17)

Dans le tableau 4.6 nous synthétisons la confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori* en nous appuyant sur les analyses menées précédemment.

Tableau 3.6 Confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori* pour la situation 2

Tâche proposée (Situation 2)	Déroutement attendu et des hypothèses	Déroutement effectif et validation des hypothèses
<p>Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné</p>	<p>Reconnaître les variables physiques implicites et explicites sur le graphique et les mettre en relation avec les curseurs qui s'affichent sur l'environnement GéoGébra ; dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation S-T). Distinguer entre la représentation informatique de la trajectoire et la représentation graphique $x(t)$. Dans ce cas-là, il y aurait une relation entre le monde simulé et le monde des théories (Relation S-T).</p>	<p>1. La plupart des réponses comportent les valeurs attendues des curseurs Vitesse a ; Vitesse b ; Position a ; Position b ; notre hypothèse est donc partiellement validée. 2. Certains élèves mettent en relation les concepts de coefficient directeur et vitesse, et mènent des comparaisons entre les pentes des courbes sur le graphique ce qui n'était pas prévu dans l'analyse <i>a priori</i>. 3. Dans la mesure où nous n'avons pas de manifestations des élèves soulignant la différence entre la représentation informatique de la trajectoire et la représentation graphique nous ne validons pas notre hypothèse.</p>

Réponses à nos sous-questions de recherche

En nous appuyant sur les analyses menées précédemment nous donnons ensuite des réponses à nos questions de recherche.

1. Quels sont les raisonnements physiques et mathématiques mis en jeu ?

Lors de l'analyse du graphique $x(t)$, la représentation géométrique de la distance parcourue et de la durée par un segment de droite est mobilisée ainsi que le concept de vitesse dans le contexte graphique en faisant le rapport entre la valeur du segment associée à la distance parcourue et la valeur du segment associée à la durée mise pour parcourir cette distance.

2. Quel est le rôle de la manipulation du curseur temps ?

C'est l'outil déclencheur de la simulation.

Conclusion

Comme nous l'avons mentionné précédemment, dans cette situation on propose aux élèves de programmer la simulation du mouvement de deux objets, à partir d'une représentation graphique $x(t)$, en ajustant quatre curseurs correspondant aux vitesses des objets et leurs positions initiales. En analysant le déroulement de la situation nous remarquons que: a) lors de l'analyse du graphique $x(t)$, deux types de relations entre le monde des théories ont été faites: certains élèves ont mis en lien le concept de vitesse avec le concept de coefficient directeur; d'autres élèves ont mobilisé le concept de vitesse dans le contexte graphique en faisant le rapport entre la valeur du segment représentant la distance parcourue et la valeur du segment représentant la durée mise pour parcourir cette distance; ces connexions leur ont permis de passer au monde simulé en réglant les curseurs affichés sur la fenêtre algébrique de l'environnement GéoGébra et d'aboutir la simulation attendue, b) la tâche peut démarrer soit dans le monde simulé soit dans le monde des théories ; dans le monde simulé la tâche démarre en observant les éléments affichés et en explorant d'une façon heuristique les effets de la manipulation des curseurs, dans le monde des théories en menant l'analyse de la représentation graphique des positions des objets en fonction du temps. Cette analyse comporte le repérage des positions des objets à différents instants, et le calcul des vitesses, pour certains élèves en utilisant l'équation $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, c) des relations entre le monde simulé et le monde des objets et des événements ont lieu dès que les élèves s'aperçoivent qu'il est nécessaire de paramétrer le curseur vitesse parce qu'un objet ne se déplace que si sa vitesse est non nulle, e) la mise en relation du monde des théories (le monde graphique dans notre cas) et du monde simulé est faite en vérifiant que : l'objet A atteint 40m à $t = 5$, l'objet B atteint 50 m à $t = 5$, l'objet B dépasse l'objet A.

Par la suite, nous présenterons l'analyse de la situation 3 laquelle présente la simulation du mouvement de deux objets et la réalisation du graphique $x(t)$ correspondant au mouvement des objets simultanément. La situation demande de mettre en relation ces deux représentations informatiques.

4. Analyse *a posteriori* de la situation 3

Cette situation vise à mettre en relation le mouvement de deux objets et leur représentation graphique grâce à la visualisation simultanée de la simulation du mouvement et la réalisation du graphique $x(t)$. Cette situation est conçue pour rassembler, en quelque sorte, les situations 1 et 2 afin d'offrir aux élèves l'occasion de les mettre en lien en réfléchissant à ce qu'ils ont fait pendant

le scénario d'enseignement. L'énoncé est le suivant : Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B ; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez : Quelle droite correspond au mouvement de l'objet A ? Pourquoi ?

Dès que les élèves ouvrent le fichier correspondant à cette situation, c'est l'environnement Géogébra de la figure 3.31 qui s'affiche.

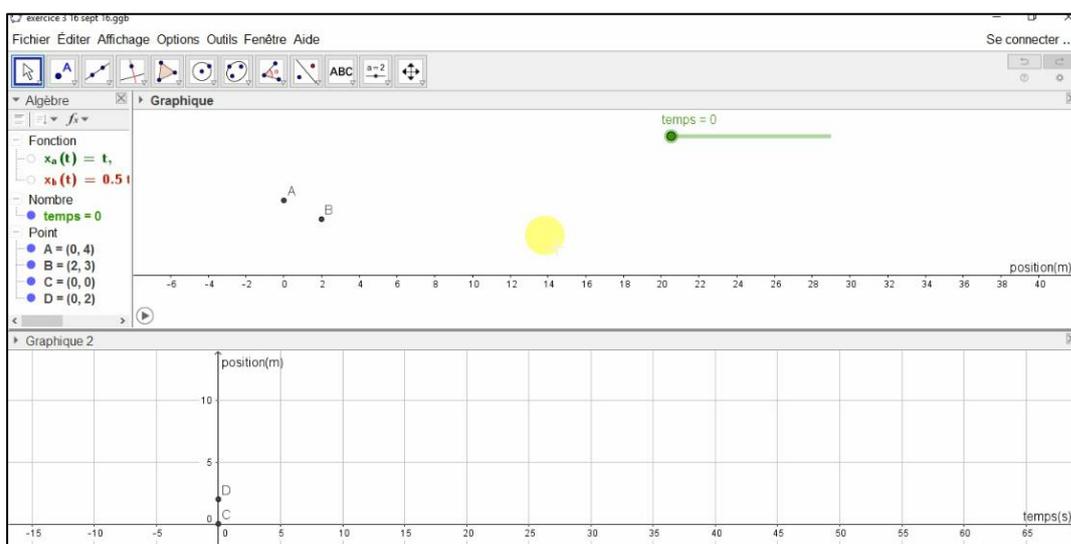


Figure 3.31 L'environnement Géogébra pour la troisième situation : deux fenêtres graphiques et une fenêtre algébrique.

En observant chacune de ces fenêtres graphiques, on remarque que sur la fenêtre graphique supérieure (que nous nommerons fenêtre 1) s'affichent les éléments suivants : deux points A et B spatialement décalés, le curseur temps à zéro et une ligne graduée de deux en deux au bout de laquelle est marqué « position (m) ». On souligne qu'à l'aide de cette ligne on peut repérer que le décalage horizontal des points est de deux mètres. Sur la fenêtre graphique inférieure (que nous nommerons fenêtre 2) on voit les éléments suivants : un repère où au bout de l'axe horizontal est marqué « temps(s) » et au bout de l'axe vertical est marqué « position (m) » ; sur le repère deux points C et D placés, dont les coordonnées sont respectivement (0,0) et (0,2). Lors de l'activation de la simulation (figure 3.32) on observe sur la fenêtre 1 le déplacement des points où les départs et arrivées sont simultanés et spatialement décalés, on observe aussi que le point de dépassement est à $t=4$. De façon simultanée, on observe sur la fenêtre 2 la réalisation du graphique au fur et à mesure que le curseur temps évolue (il n'y a qu'un seul curseur lequel contrôle les deux fenêtres).

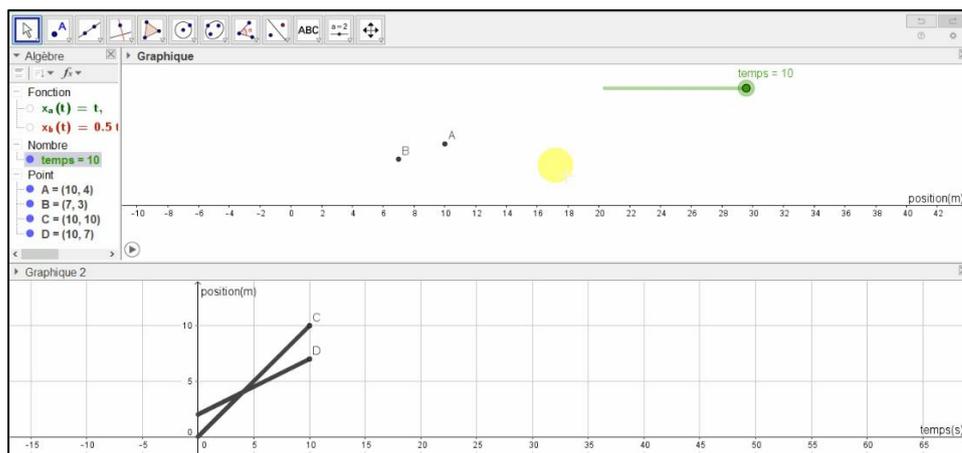


Figure 3.32 Résultat obtenu à la suite de l'activation de la simulation, pour la troisième situation, en la laissant défilé le curseur temps jusqu'à 10 (dernière valeur programmée)

Lors du déroulement de la simulation on observe sur la fenêtre 1 que les points A et B se déplacent sur l'écran et que le point A dépasse le point B ; sur la fenêtre 2, on observe la réalisation du graphique $x(t)$; lorsque le curseur atteint 10, on remarque sur la fenêtre 1 que la trace du point A est plus longue que la trace du point B d'une différence de 3m et, sur la fenêtre 2, deux droites avec des pentes différentes. En mettant en lien les concepts de pente et de vitesse nous attendons que les élèves répondent que la droite C correspond au mouvement du point A; cependant on remarque qu'étant donné qu'il s'agit de la représentation mathématique de la position en fonction du temps il suffit de repérer n'importe quel point (sauf le point de croisement qui ne donne pas d'information pour distinguer le point A du point B) pour répondre à la question posée, en d'autres termes, différentes données peuvent être repérées afin d'accomplir la tâche proposée. Comme nous l'avons souligné dans l'analyse *a priori* afin de répondre aux questions de recherche nous nous sommes donnés trois observables, à savoir :

1. La correspondance entre point et droite menée.
2. Les données repérées par les élèves.
3. Les registres mobilisés.
4. Les connaissances physiques et mathématiques mobilisées.

Lors de notre analyse, chacun des trois observables est repéré et analysé en nous appuyant sur les réponses données par les 37 binômes sur le guide de travail (annexe 5) ; ces analyses sont ensuite enrichies en nous appuyant sur les enregistrements.

Réponses des élèves : données repérées, calculs effectués et connaissances mobilisées

Prenant en compte l'ensemble des réponses (sur le guide de travail) des 37 binômes, nous constatons que 33 réponses correspondent à la réponse attendue, 2 réponses sont incorrectes et 2 binômes n'ont pas répondu. Sur l'ensemble des 33 réponses correctes, nous constatons que des données différentes sont repérées et des raisonnements différents sont mis en jeu, ce qui permet de faire quatre types de relations : des relations dans le monde des théories, des relations dans le monde simulé, des relations entre le monde des théories et le monde simulé, et des relations entre le monde simulé et le monde des objets et des événements. Par la suite nous présentons quelques exemples :

1) Binômes qui repèrent ce qui relève chaque fenêtre :

a. « C'est la C. En effet nous pouvons voir que cette droite part de l'origine comme le point A qui part à 0m. Son coefficient directeur (à C) est plus élevé que celui de la droite D donc traduit une vitesse plus rapide. Or A fait 10m (en haut) alors que B fait 5m donc A est plus rapide. J'en déduis donc bien que la courbe de A soit C » (CE 2-11)

b. « On observe que A rattrape B au cours du temps. Or la droite C a un plus grand coefficient directeur que la droite D, A se déplace à une plus grande vitesse que B donc la droite qui lui correspond doit avoir un plus grand coefficient directeur. La droite C correspond donc au point A et la droite D correspond au point B » (ABB 3-8)

c. « Selon nos observations, la droite C correspond à l'objet A. En effet, nous pouvons voir que l'objet a un mouvement plus rapide que l'objet B, et que la courbe C a un coefficient directeur, qui a une pente plus rapide que la D traduisant une rapidité du mouvement de l'objet lui correspondent. De plus, le point de départ de ces deux droites correspond au placement de base des objets A et B » (COURN 6-18)

Dans le premier exemple, on constate, tout d'abord, que les premières données prises en compte sont le point de départ du point A (fenêtre 1) et la paire ordonnée (0,0) sur la droite C (fenêtre 2) ; en mettant en relation les données issues de chaque fenêtre le binôme établit une relation dans le monde simulé ; d'ailleurs, dès que les élèves relèvent la position initiale du point A à l'aide du curseur et de la ligne graduée, les binômes passent au monde des objets et des événements. Ensuite, en observant les droites, le binôme passe au monde des théories en mobilisant le concept de coefficient directeur et en le mettant en relation avec le concept de vitesse ; grâce à la comparaison des coefficients directeurs et par conséquent de vitesses les élèves font la correspondance attendue. Dans le deuxième et le troisième exemple, on constate que le concept de coefficient directeur est aussi mobilisé et mis en lien avec le concept de vitesse mais que la

première observation évoquée est le rattrapage de B (exemple b). Nous mettons en relief que dans les trois exemples les éléments de chacune des fenêtres sont bien différenciés ce qui nous semble un facteur important afin d'établir des relations dans chaque monde et le passage entre chacun d'eux.

2) Binômes qui ne mobilisent des concepts ni mathématiques ni cinématiques :

A) « ... On voit sur la partie inférieure que la droite C est au-dessus de la droite D » (CE 4-5)

B) « La droite C représente l'objet A car à l'origine C se trouve en dessous de D comme A en dessous de B. Quand $A=B$, $C=D$ mais ensuite A passe devant B et $C \geq D$ donc $C=A$ » (ABB 15-30)

A) « ... mais aussi que la longueur de la droite C est plus long que la droite D. Ce qui est parfaitement cohérent avec le mouvement de l'objet A » (COURN 11-23)

Nous remarquons que les concepts de vitesse et de coefficient directeur ne sont pas cités ; cependant des comparaisons visuelles sont menées ce qui veut donc dire que pour certains élèves l'impression visuelle semble être suffisante.

Afin de mettre en lumière le déroulement de la situation et de compléter nos observations et analyses nous présentons l'extrait des enregistrements de deux binômes, d'abord le binôme CE 10-13 qui a résolu la tâche assez vite et ensuite le binôme CE 21-23 qui après avoir résolu la tâche a eu besoin de revenir sur la situation 2.

Déroulement de la situation 2 : le cas du binôme CE 10-13

Situation 3

(L'un des élèves lit l'énoncé pendant que l'autre élève prépare et explore l'environnement GéoGébra)

- *Je reviens vers le début pour faire de belles droites (figure 3.33). Ha c'est bloqué ; et mince j'ai effacé la trace*
- *(Ils relisent l'énoncé : quelle droite correspond au mouvement...)*
- *Et bien A c'est C*
- *Lecture de l'énoncé*
- *Attends lisons l'énoncé ! ...*
- *Et bien A c'est bien C*

- *Marque : en effet on remarque qu'en 10 secondes, on peut marquer à t0... (rédaction sur le guide de travail)*
- *Attend, attend... à t 0 en effet A est à 0 (t10)*
- *Comme la droite C, tu peux aussi mettre t 10... pour justifier on fait quoi ? on prend 2 points, on peut dire que ça...*
- *Mais ça c'est vois... plus loin*
- *On justifie de quoi ?... t 0, t 10 on dit les deux coefficients... on peut voir que la vitesse c'est correct... sur la droite D... droite C d'ailleurs*
- *Droite C c'est bon... par secondes...*
- *C'est A-1 (figure 3.33)*
- *on peut dire que la vitesse de la droite C'est la même que la vitesse de A*
- *Tiens regarde c'est comme l'exercice 1*
- *10 secondes, c'est ça?*
- *Oui... . On n'a qu'à dire qu'on est dans la même situation que dans l'exercice 1, je vais le reouvrir, je crois que c'est exactement les mêmes (ils mettent les deux fichiers en superposition et disent qu'il suffirait de retourner le truc, mettre A au-dessus de B,*
- *Oui c'est l'exercice 1 c'est même que 3... on n'a pas pris la même échelle mais...*
- *Non parce que on a pris en centimètres...pas la même échelle n't'inquiète c'est 10 secondes là en dans l'autre ça fait 30 secondes*
- *Mais tu remarques*
- *24 :30 ... le lettre correspond*
- *C'est la même chose sauf qu'on a arrêté l'expérience à 10 secondes*

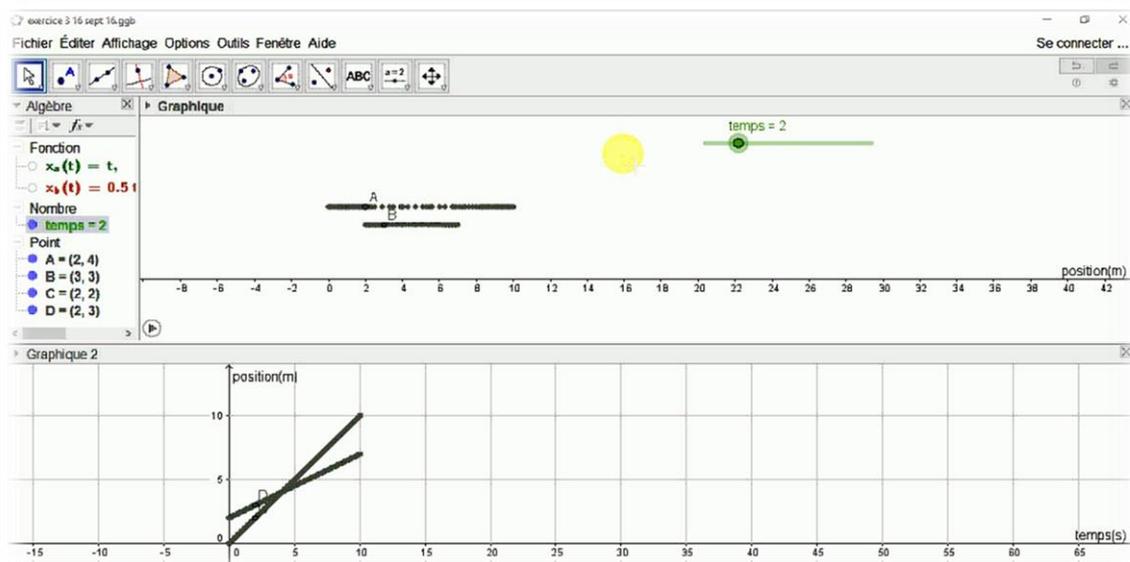
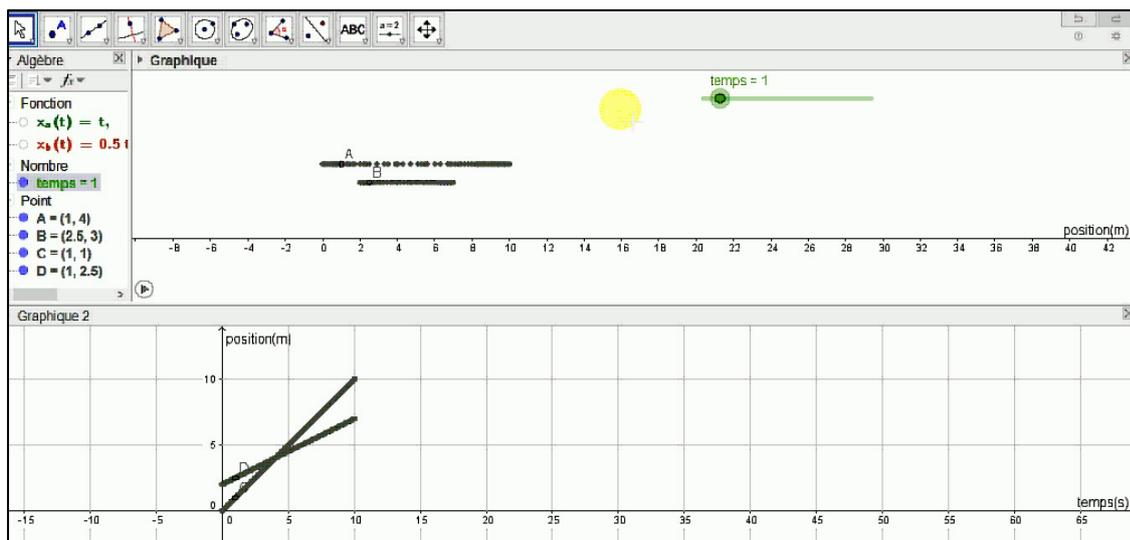


Figure 3.33 Vérification de la conjecture en manipulant le curseur temps et en l'arrêtant à $t=1$ et ensuite à $t=2$ (CE 10-13 ; 21'31").

Nous constatons que suite à la manipulation du curseur temps (deux fois jusqu'à 10) et à l'observation de ses effets sur les deux fenêtres, des relations dans le monde simulé sont faites en associant le déplacement du point A avec la droite A : « ... -Et bien A c'est bien C » cette association est vérifiée trois fois : en relevant la position du point A à $t=0$ et la paire ordonnée $(0,0)$ sur la droite C, en manipulant le curseur temps et en l'arrêtant seconde par seconde afin de calculer la vitesse de l'objet A et en repérant les coefficients directeurs et en les mettant en lien avec la vitesse des points : « on dit les deux coefficients... on peut voir que la vitesse c'est correct... sur la droit D... droit C d'ailleurs »; nous remarquons donc que des relations entre le monde simulé et le monde des objets et des événements ont lieu lors de la lecture de la position à $t=0$ et que le passage au monde des théories est fait lors de la mise en jeu du concept de coefficient directeur; par

ailleurs des relations dans le monde des théories sont aussi réalisées lors de la mise en lien du concept de coefficient directeur et vitesse. Ces relations sont constatées aussi sur le guide de travail où il est noté :

« La droite C correspond au mouvement de l'objet A.

En effet on peut constater que l'objet A à $t=0s$ est à $0m$ et la droite C : $y= x + 0$ (elle passe par l'origine du repère). De le point A parcourt une plus grande distance que le point B en 10s et la courbe C a une pente plus grande que la courbe D. Cela confirme le fait que la courbe C correspond au mouvement de l'objet A. Voir courbe exo 1.

Finalement, nous constatons que le élèves s'aperçoivent de la relation entre cette situation et la situation 1 et mènent la vérification en comparant les deux simulations comme illustré dans la figure 3,34, ci-dessous :

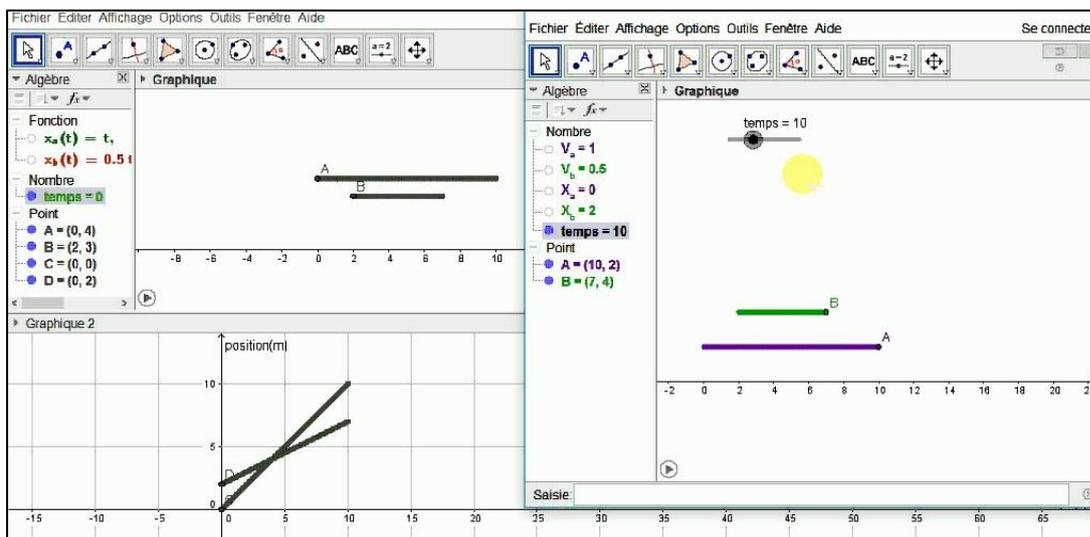


Figure 3.34 Mise en lien des situations 1 et 3 : « Oui c'est l'exercice 1 c'est même que 3 » (CE 10-13 ; 22'29'')

Déroulement de la situation 2 : le cas du binôme CE 21-27

(39'59'')

Allez exercice 3 (Lecture de la consigne...)

- Allez, c'est parti.
- C'est la C... Attends.
- Pourquoi tu dirais ça ?

- *Je vois que... or je sais que... je dirais que..., tu commences ou je commence ?*
- *Tu commences.*

38'42"

- *Ok, je vois que : la droite A ah non, l'objet A.*
- *Il est parti où ? (le bouton play) attends...attention ! Ça ne marche pas, je te propose qu'on réouvre. C'est parti...*

39'02"

Donc, l'objet A il commence à 0 mètre, et le C commence à 0 et c'est pour c'est là que... en suite eh.

- *il parcourt en plus grande distance, effectivement.*
- *Donc c'est également la droite C.*
- *Alors, on voit que l'objet est à 0 mètres, à 0 seconde.*
- *La courbe... c'est la courbe, la droite C de plus La vitesse de l'objet A...*
- *La courbe C... Mais pourquoi la courbe, la droite C augmente (ça ne se dit pas ?) plus rapidement,*
- *Non on parle de pente*
- *a une pente donc il s'agit de la droite C.*
- *Maintenant il faut qu'on refasse le graphique.*
- *On revient sur l'exercice 1 (la simulation correspondant à la situation 1 est réouverte, figure 3.35).*
- *À 5 on est à combien ?*
- *C'est fini la classe.*

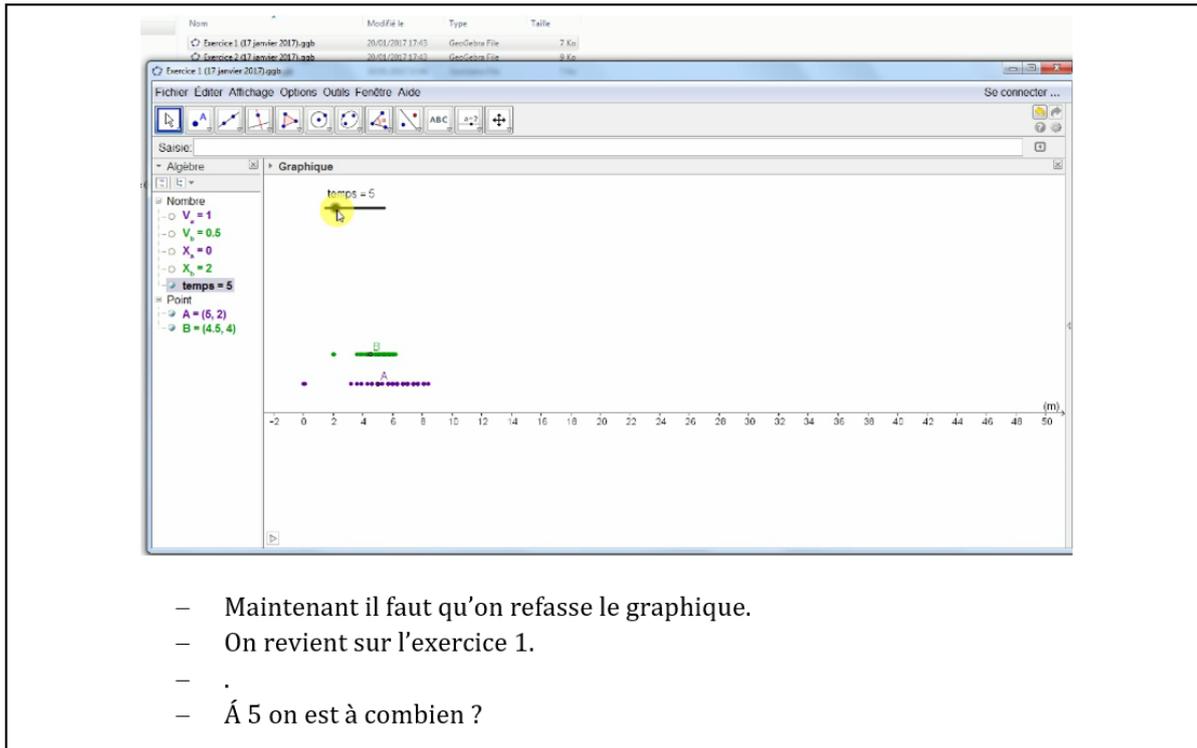


Figure 3.35 Retour à l'exercice 1 suite à la finalisation de la situation 3(CE 21-27"; 44'41")

Nous constatons que la mise en lien des deux représentations est assez vite réalisée en s'appuyant sur : a) le relevé des données sur les deux fenêtres lorsque le curseur est à $t=0$, b) le concept de vitesse et c) la mise en relation des concepts de pente et vitesse. Tout cela permet aux élèves de faire des liens entre les trois mondes ; nous constatons ces relations sur le guide de travail où il est noté :

« On voit que l'objet est à 0m à 0 secondes. La droite C passe par l'origine du repère ce qui n'est pas le cas de la droite D. de plus, la vitesse de l'objet A est $> V_-$ (Objet B) la droite C a une pente plus élevée. Donc il s'agit de la droite C » (CE 21-27)

Enfin, le binôme revient sur la situation 1 une deuxième fois (la première a été à la fin de la situation 2) avec le but de refaire le graphique ce qui nous laisse penser que l'enchaînement des situations proposées permet de mieux comprendre le scénario, de faire prendre conscience que la représentation graphique $x(t)$ est différente de la représentation informatique du mouvement et de mettre à l'épreuve des connaissances mathématiques et cinématiques dans le contexte informatique; nous remarquons que le temps de la classe est devenu une contrainte pour ce binôme.

Remarques complémentaires des productions écrites concernant des réponses données

Sur l'ensemble des productions écrites des 37 binômes nous constatons que :

a) Il y a une réponse où le concept de dérivée est évoqué et qui porte fortement l'attention sur le lien entre dérivée, pente et coefficient directeur :

« Avec le mouvement des objets on calcule la vitesse de A, $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ »

La vitesse est la dérivée du vecteur position ainsi il s'agit du coefficient directeur de la droite représentant la position en fonction du temps. On constate que la droite C a un coefficient directeur de 1 donc elle correspond au mouvement de A

De plus l'objet B se déplace moins vite que l'objet A (il parcourt moins de distance en un même temps), donc la pente du mouvement de B est plus faible que celle du mouvement A, or on voit que D a une pente plus faible que C donc D correspond au mouvement de l'objet B » (CE 18-24)

b) la connexion de la situation 3 et la situation 1 est explicitée :

« ... De le point A parcourt une plus grande distance que le point B en 10s et la courbe C a une pente plus grande que la courbe D. Cela confirme le fait que la courbe C correspond au mouvement de l'objet A. Voir courbe exo 1 » (CE 10-13)

c) Un binôme qui explicite l'utilisation du curseur temps :

« Lorsque l'on bouge le curseur temps (vers + grand) on voit que A est toujours supérieur à B... » ABB 4-27)

Bilan des descriptions menées par les élèves

On constate que la plupart des élèves ont réussi la tâche mettant en jeu des différentes connaissances mathématiques et cinématiques. Cependant pour certains élèves la visualisation de ce qui se passe sur les deux fenêtres paraît suffire. Concernant les données possibles à repérer afin d'établir la correspondance entre les deux représentations informatiques, le point de départ a été le plus utilisé bien qu'il y eût plusieurs possibilités ; néanmoins d'autres données (vitesse, point d'arrivée) ont été utilisées pour justifier les réponses. On remarque aussi que cette tâche a été rapidement résolue et que dans la mesure où quelques binômes reviennent à la situation 1 pour refaire le graphique, cette tâche semble avoir permis de mieux comprendre le scénario d'enseignement et de s'apercevoir de la différence entre la représentation informatique du

mouvement et la représentation mathématique $x(t)$. Dans le tableau ci-dessous nous présentons la confrontation de l'analyse *a priori* et l'analyse *a posteriori* pour la situation 3.

Tableau 3.7 Confrontation de l'analyse *a priori* et l'analyse *a posteriori* pour la situation 3

Dérroulement attendu et des hypothèses	Dérroulement effectif et validation de l'hypothèse
<p>La droite C est mis en lien avec le mouvement du point A en mettant en lien les concepts de pente et vitesse et en associant des données issues des deux fenêtres graphiques ; dans ce cas-là, il y aurait trois types de relations : a) des relations dans le monde des théories, b) des relations dans le monde simulé, c) des relations entre le monde simulé et le monde des objets et des événements.</p>	<p>La plupart des réponses comportent l'association attendue ; notre hypothèse est donc partiellement validée. Certaines des réponses ne s'appuient que sur la visualisation de ce qui se passe sur les deux fenêtres graphiques, on souligne que cela n'était pas attendu.</p>

Réponses à nos sous-questions de recherche

En nous appuyant sur les analyses menées précédemment nous donnons des réponses à nos questions de recherche. Quels sont les raisonnements physiques et mathématiques mis en jeu ?

1. Quels sont les raisonnements physiques et mathématiques mis en jeu ?

Connaissances mathématiques : dérivée, pente, coefficient directeur, paire ordonnée

Connaissances cinématiques : position et vitesse.

2. Quel est le rôle de la manipulation du curseur temps ?

La manipulation du curseur temps permet d'accéder à la réalisation du graphique $x(t)$ dans la mesure où sa manipulation déclenche la simulation du mouvement sur la fenêtre 1 mais aussi la construction du graphique sur la fenêtre 2 ; étant donné que les deux représentations sont visualisées simultanément une différenciation entre les deux représentations à lieu.

Conclusion

Lors de l'analyse de cette dernière situation du scénario d'enseignement nous remarquons que différentes connexions entre les trois mondes ont été faites, à savoir : a) des relations dans le monde des théories en associant les concepts de dérivée, pente et vitesse , b) des relations dans le monde simulé en mettant en lien les données issues de chacune des fenêtres, c) des relations entre le monde simulé et le monde des objets et des événements en lisant des données à l'aide du curseur temps et de la droite graduée. Concernant les potentialités du logiciel, la tâche exploite la possibilité d'observer simultanément et d'une façon dynamique deux types de représentations ce qui permet de repérer les différences entre elles et de cibler nos objectifs: promouvoir une amélioration en ce qui concerne la distinction entre la représentation schématique du mouvement (trajectoire) et sa représentation mathématique (représentation graphique $x(t)$); aider à repérer les caractéristiques d'un graphique qui donne les informations des grandeurs physiques (pente-vitesse).

III. Conclusion du chapitre 3

Notre travail de recherche présente la conception et l'évaluation d'un scénario d'enseignement qui vise à contribuer à l'amélioration de l'interprétation des graphiques $x(t)$ de la cinématique classique pour des objets qui suivent un mouvement rectiligne uniforme. Pour atteindre cet objectif, nous menons une démarche d'ingénierie didactique en nous rapprochant de sa forme classique, à savoir : analyse préliminaire, conception et analyse *a priori*, mise à l'épreuve de la conception et analyse *a posteriori*.

L'analyse préliminaire par rapport aux représentations graphiques $x(t)$ est menée sur trois dimensions : épistémologique, didactique, et institutionnelle. Dans la dimension épistémologique nous nous apercevons que lorsque nous sommes confrontés à l'interprétation d'une représentation graphique $x(t)$ nous sommes en face d'une difficulté de nature épistémologique dans la mesure où la représentation graphique de l'évolution temporelle de la position se fait sur un repère spatial en attribuant ainsi, en quelque sorte, à la grandeur temps un statut spatial ; là nous émettons les deux hypothèses capitales de notre recherche : 1) la grandeur temps peut être une source de difficulté lors de l'interprétation des graphique $x(t)$, 2) faciliter l'accessibilité à la grandeur temps pourrait promouvoir l'accessibilité au graphique $x(t)$.

Dans la dimension didactique nous constatons que : a) l'étude des difficultés à réaliser et à interpréter des graphiques $x(t)$ est largement connue ; une revue de la littérature nous a permis de construire un pré-test lequel a été proposé aux élèves. Les résultats de ce pré-test nous ont permis de cibler deux difficultés auxquelles nous intéresser prioritairement : a) la difficulté à distinguer entre la représentation schématique du mouvement (trajectoire) et sa représentation mathématique (représentation graphique $x(t)$) et b) la difficulté à choisir la caractéristique du graphique qui donne l'information correspondant à un concept physique (pente et vitesse).

L'utilisation des TICE est mobilisée comme levier pour surmonter des difficultés dans l'interprétation des graphiques, nous postulons qu'une utilisation des TICE peut aider à dépasser certaines difficultés dans l'interprétation des graphiques $x(t)$. Par ailleurs, nous ciblons une situation à proposer aux élèves, cette situation correspond justement à la première situation proposée aux élèves dans le pré-test. Dans la dimension institutionnelle nous constatons que l'étude du mouvement rectiligne uniforme et sa représentation graphique occupe une place mineure dans le programme de Terminale S en France.

Afin d'engager les hypothèses émises dans la conception du scénario d'enseignement nous faisons les choix suivants : 1) Prendre comme situation centrale du scénario d'enseignement la situation proposée par Piaget et ses collaborateurs dans le cadre de l'étude du développement de la notion du temps, à savoir : le mouvement synchronisé de deux objets, à des vitesses constantes mais inégales, avec des départs et arrivées simultanés mais des positions initiales différentes, 2) Présenter cette situation à travers une simulation qui repose sur un logiciel de géométrie dynamique (GéoGébra) où la variable temps est représentée par un curseur lequel est manipulable en permettant l'accès et le contrôle de la simulation du mouvement des deux objets, 3) Décomposer la situation d'étude en trois situations avec des tâches différentes : dans la première situation on propose aux élèves d'observer un phénomène et de le décrire, dans un premier temps en un langage naturel, puis dans un deuxième temps à l'aide d'une représentation graphique. Dans la deuxième situation, on propose le processus inverse, c'est-à-dire, d'interpréter une représentation graphique afin de bâtir une simulation qui correspond aux informations explicites et implicites du graphique donné et enfin, dans la troisième situation on propose d'observer le mouvement et sa représentation graphique, simultanément, 4) Mobiliser la théorie des deux mondes, la théorie du monde simulé et le cadre de registres de représentation sémiotique comme des cadres théoriques qui permettent d'orienter l'analyse.

Lors de l'expérimentation nous constatons que bien que les élèves aient été confrontés à des situations inhabituelles dans un scénario pas habituel, les tâches proposées leur ont permis de

faire des liens entre les trois mondes en réinvestissant leurs connaissances en cinématique et en mathématiques ; cependant nos hypothèses ne sont validées que pour une partie des élèves.

Lors du déroulement de la première situation du scénario, on constate que pour certains élèves l'impression visuelle suffit pour caractériser le déplacement des points sur l'écran, notamment, pour ceux qui activent la simulation à l'aide du bouton play ; par contre, pour certains des élèves qui activent et manipulent la simulation avec le curseur temps, les traces discrètes (qui sont une contrainte du logiciel) deviennent une source de difficulté ce qui nous a permis de constater que le concept de vitesse n'est pas bien maîtrisé. Cependant les traces discrètes ont été, pour d'autres élèves, l'occasion de mobiliser différentes stratégies et connaissances en leur permettant de donner la réponse attendue. Sur l'ensemble des descriptions menées par les élèves nous constatons que la plupart porte sur la comparaison des vitesses, on déduit que cela est dû à l'observation simultanée du déplacement de deux points et au fait que l'un dépasse l'autre ce qui rend incontournable la comparaison.

Pendant la construction du graphique on constate deux types de graphiques : des graphiques qui se rapprochent du graphique attendu et des graphiques proches de ce qui s'affiche sur la fenêtre ; dans les deux cas il y a des graphiques composés soit par des lignes droites soit par une suite de points. En nous appuyant sur des enregistrements nous constatons des méthodes différentes, d'une part, le relevé de plusieurs données (instants et positions) et leur placement sur un repère, d'autre part, le tracé d'une droite en passant par deux points en s'appuyant sur l'observation d'un mouvement rectiligne uniforme et la connaissance déjà acquise de sa représentation. On remarque que les élèves ont passé plus de temps à résoudre cette tâche en lisant plusieurs fois l'énoncé, en se posant des questions sur le placement correct des grandeurs sur les axes et la construction de l'échelle, en précisant leurs observations et en tirant des données qui leur semblent pertinentes de montrer sur le graphique. Là, la manipulation du curseur temps permet d'accéder au graphique $x(t)$ dans la mesure où sa manipulation permet de relever des données (instants) et de contrôler la simulation. Bien que la plupart des élèves ont réalisé le graphique attendu, certains élèves paraissent ne pas distinguer la différence de représentation entre la trajectoire et le graphique $x(t)$ en traçant ce qu'ils observent sur la fenêtre.

Pendant le déroulement de la deuxième situation, on constate que les élèves ont posé plus de questions à la chercheuse. Il s'agissait peut-être de la situation la plus difficile ou de la situation qui a le plus de sens, notamment pour ceux qui n'ont pas résolu correctement les situations précédentes, néanmoins celle-ci les amènent peut-être plus à distinguer trajectoire et graphique et à mettre en relation les concepts de pente et de vitesse puisqu'elle demande à réfléchir à la

caractéristique du graphique qui donne l'information de la vitesse afin d'aboutir à la simulation demandée en paramétrant les curseurs aux valeurs correctes. Les élèves qui ont réussi la tâche malgré la difficulté à la résoudre ont mieux compris le scénario en manifestant le besoin de corriger le graphique réalisé dans la tâche précédente cependant faute de temps ils n'ont pas pu le faire.

Pour la troisième situation les élèves ont mis peu de temps la résoudre correctement ce qui nous laisse penser que les deux situations précédentes ont permis une forme d'apprentissage (ou au moins d'acculturation) qui a rendu la situation 3 plus accessible, elle a servi d'éclaircissement pour certains élèves qui ont remarqué la différence entre la représentation informatique et la représentation mathématique du mouvement ; ils sont revenus sur les tâches précédentes afin de les corriger et de les compléter (cf. figure 3.35).

Concernant la variable temps, nous concluons que c'est une variable difficile à traiter dans la mesure où sa représentation mathématique se fait toujours à l'aide d'une représentation spatiale, dans notre cas à l'aide d'un curseur composé d'un point qui se déplace sur une droite. Cependant sa visualisation et sa manipulation ont permis de la distinguer de la variable spatiale position, notamment dans la première situation.

Chapitre 4 Évaluation externe du scénario d'enseignement : analyse et traitement quantitatif et qualitatif de données

Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons mené l'évaluation interne du scénario d'enseignement (scénario d'enseignement que nous nommerons aussi « atelier ») en mettant nos hypothèses à l'épreuve de la confrontation de l'analyse *a priori* et du déroulement effectif de l'atelier. Dans ce chapitre nous présentons l'évaluation externe de l'atelier que nous avons choisie de mener afin, d'une part, d'avoir un regard général de ce qui s'est passé tout au long de la phase expérimentale, et d'autre part, de mener d'autres analyses au regard des traitements qualitatifs et quantitatifs des données recueillies. Dans un premier temps nous présentons des aspects supplémentaires concernant le protocole expérimental mis en œuvre ainsi qu'une vue d'ensemble des traitements conduits à chaque étape du protocole, dans un deuxième temps le traitement statistique de données au regard de la statistique descriptive, dans un troisième temps le traitement statistique de données au regard de la statistique inférentielle. La démarche globale du traitement et analyse de données est illustrée par la figure 4.1.

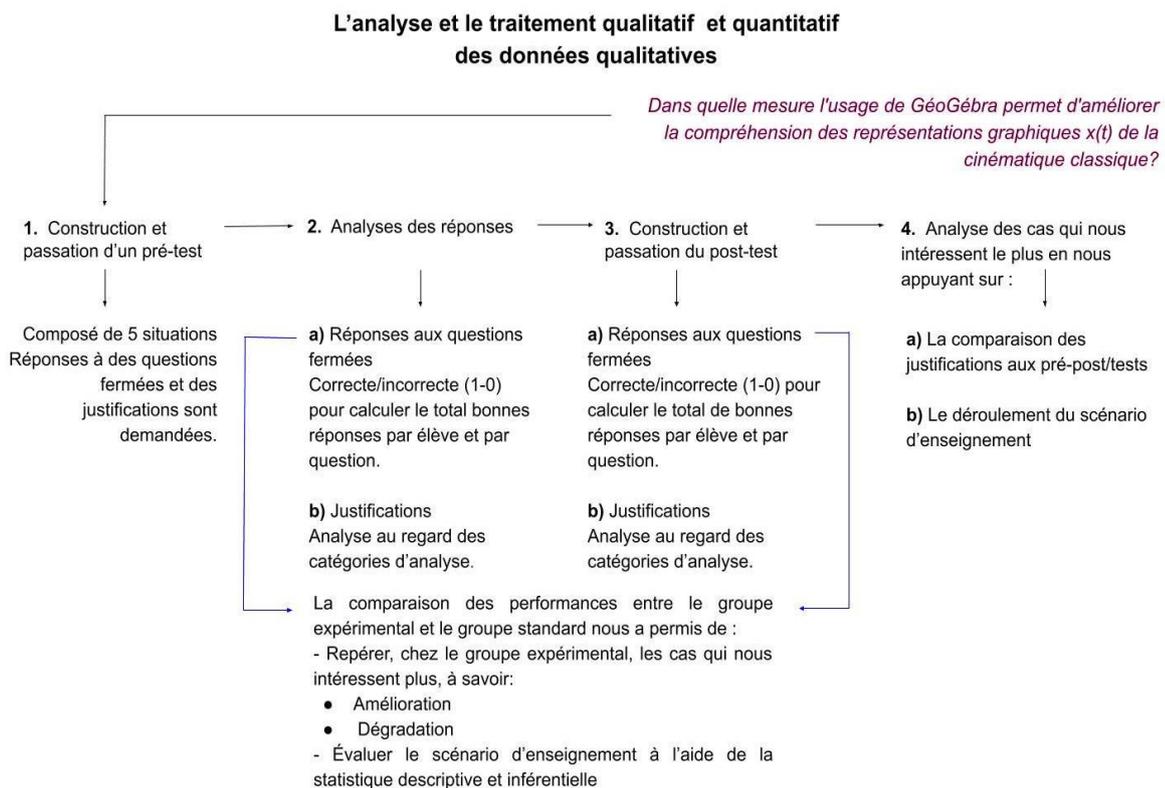


Figure 4.1 Évaluation externe du scénario d'enseignement : démarche globale du traitement de données.

I. Des aspects supplémentaires concernant la mise en œuvre de la deuxième et troisième étape du protocole expérimental

1. Nombre de participants à chaque étape du protocole et modalités organisationnelles

Comme mentionné dans le chapitre I (cf. page 51), le protocole qui a été mis en œuvre repose sur trois étapes; lors de la première étape (passation d'un pré-test) nous avons compté sur la participation de 75 élèves au total, lesquels (tous les 75) ont participé à la deuxième étape (le scénario d'enseignement) mais seulement 59 ont participé à l'intégralité de la démarche expérimentale du fait des absences à la passation du post-test; par conséquent lors de la confrontation des résultats entre le pré-test et le post-test, nous ne comptons que sur l'ensemble des résultats de 59 participants.

Nous soulignons que les 59 élèves sont issus de trois lycées différents mais étant donné le petit nombre de participants (cf. tableau 4.1), il nous est apparu nécessaire de les regrouper afin de consolider une base de données que nous permettrait de conduire des traitements statistiques; d'ailleurs, nous remarquons que tous les élèves sont de terminale scientifique.

Tableau 4.1 Nombre des participants par lycée et par modalité organisationnelle

Lycée	Nombre de participants	Groupe Expérimental	Groupe Standard
Abbeville (ABB)	31	16	15
Corbeille (CE)	12	5	7
La Courneuve (COURN)	16	8	8
Total	59	29	30

Les données recueillies à chaque étape de ce protocole expérimental font l'objet de traitements de natures différentes selon les besoins de l'évaluation de l'atelier ce que nous montrerons par la suite.

2. Traitements de données à chaque étape du protocole expérimental

La première étape du protocole expérimental, qui a été détaillée dans le chapitre I (cf. page 51) a consisté à faire passer un pré-test construit autour de cinq situations avant le cours habituel de mécanique; comme nous l'avons mentionné au chapitre I, d'un part, les réponses aux questions fermées ont été notées avec le chiffre 1 et les réponses incorrectes avec le chiffre 0, afin de calculer le taux de bonnes réponses pour chaque question ainsi que le total de bonnes réponses pour chaque élève; cette première base de données fait partie de l'ensemble de données qui feront l'objet d'un traitement quantitatif au regard de la statistique descriptive et inférentielle. D'autre part, les justifications à chacune des questions ont fait l'objet d'un traitement qualitatif, ces justifications seront confrontées avec les justifications du post-test au regard des mêmes catégories d'analyse pour le cas qui nous intéressent le plus (cf. figure 4.1).

La deuxième étape a consisté à mettre en œuvre l'atelier construit autour de la première situation graphique du pré-test. Comme nous l'avons déjà montré, le corpus de données obtenu dans cette étape a été soumis à une analyse *a posteriori* laquelle nous a permis de repérer en détail ce qui s'est passé in vivo lors du déroulement de l'atelier et d'en tirer de conclusions.

La troisième étape a consisté à faire passer un post-test construit autour des cinq mêmes situations que celles du pré-test. Là nous traitons les données de la même façon qu'au pré-test. En nous servant de la partie quantitative nous menons deux analyses, à savoir : une analyse statistique à l'aide du taux de bonnes réponses et son écart ce qui est expliqué en détail par la suite et une comparaison des performances des élèves au pré et post - tests en repérant quatre cas distincts d'évolution (dans les deux groupes standard et expérimental) que nous dénommons comme suit :

- a) Constante positive, quand il y a une réponse correcte au pré-test et correcte au post-test,
- b) Constante négative, quand il y a une réponse incorrecte au pré-test et incorrecte au post-test,
- c) Dégradation, quand il y a une réponse correcte au pré-test et incorrecte au post-test,
- d) Amélioration, quand il y a une réponse incorrecte au pré-test et correcte au post-test.

Ces trois derniers cas d'évolution sont ceux qui nous intéressent le plus. On remarque déjà, sur le tableau 4.2, ci-dessous, trois cas de constante négative ; aucun cas de dégradation et quatre cas d'amélioration.

Tableau 4.2 Cas d'évolution chez le groupe expérimental : amélioration (en jaune) et constante négative (en gris) ; aucun cas de dégradation.

élève	G.Expérim					
	Pré-répon1a	Pré-répon1b				
1	1	1			1	1
3	1	1			1	1
5	0	0			1	1
8	0	0			0	0
10	0	1			0	0
16	0	0			0	1
18	1	1			1	1
19	0	1			1	1
22	0	1			0	1
24	0	1			0	1
25	1	1			1	1
26	1	1			0	1
28	1	1			1	1
29	0	1			1	1
31	0	1			0	1
32	0	0			1	1
1	1	1			1	1
2	1	1			1	1
6	1	1			1	1
8	1	1			1	1
11	1	0			0	0
1	0	0			0	0
12	0	1			0	1
14	0	0			1	1
15	1	0			1	1
17	1	1			1	1
19	0	0			1	1
20	0	0			0	0
25	1	0			1	1

Par la suite nous présentons le traitement quantitatif de données mettant en jeu des outils statistiques.

II. Analyse et traitement quantitatif de données au regard de la statistique descriptive

Afin d'avoir une idée globale de l'impact du scénario d'enseignement nous faisons la comparaison des performances des élèves aux pré-post/tests (étapes 1 et 3 du protocole expérimental) entre le groupe standard et le groupe expérimental. Pour atteindre ce but, pour chaque groupe nous suivons la méthode suivante :

- 1) Nous qualifions (notons) le pré et post – tests.
- 2) Nous calculons le taux de bonnes réponses à chacune des questions.
- 3) Nous comparons les taux de bonnes réponses au pré et post – test et calculons l'écart entre les deux ; cela nous permet de remarquer une première tendance, soit d'amélioration soit de dégradation.
- 4) Finalement, nous comparons les résultats du groupe standard avec le groupe expérimental.

1. Premier résultat chez le groupe standard

Le groupe standard est constitué de 30 élèves de trois lycées différents ; ci-dessous (Figure 4.2) les résultats du traitement des données recueillies.

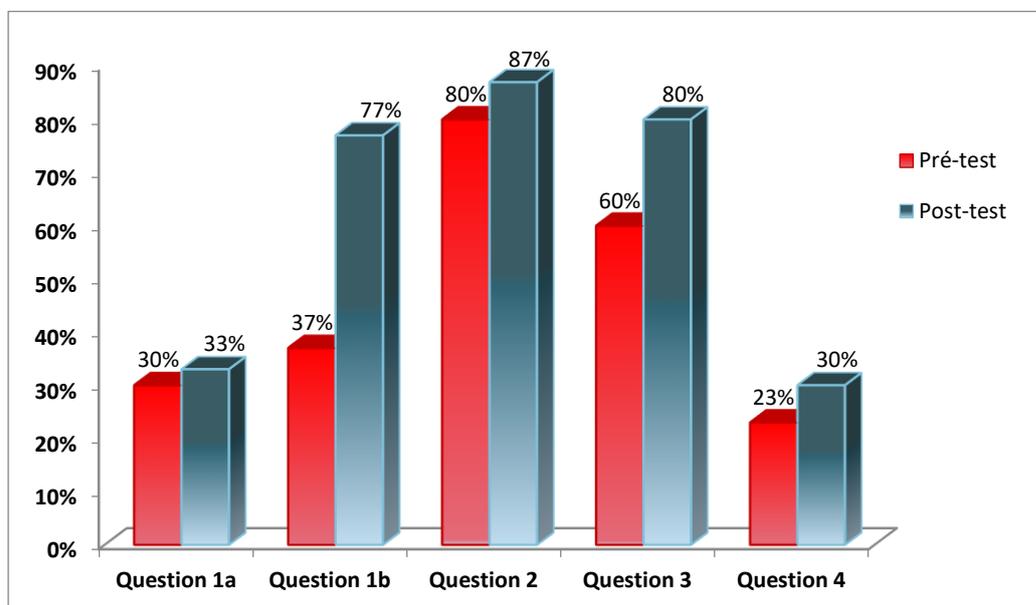


Figure 4.2 Comparaison de résultats aux pré-post/tests chez le groupe standard

On remarque que tous les taux ont augmenté ce qui nous permet de dire qu'il y a eu une tendance à améliorer la performance pour toutes les questions ; lors du traitement de données au regard de la statistique inférentielle, nous examinerons si ces augmentations sont significatives. D'ailleurs, nous constatons que les taux pour la question 1a et la question 4 restent en dessous du 40%. Dans le tableau 4.3, ci-dessous, nous précisons ces augmentations.

Tableau 4.3 Taux de bonnes réponses aux pré-post/tests chez le groupe standard

Taux de bonnes réponses au pré/post- tests pour le groupe standard					
	Question 1a	Question 1b	Question 2	Question 3	Question 4
Pré-test	30%	37%	80%	60%	23%
Post-test	33%	77%	87%	80%	30%
Écart	3	40	7	20	7

2. Premier résultat chez le groupe expérimental

Le groupe expérimental est constitué par 29 élèves de trois lycées français différents ; ci-dessous (Figure 4.3) les résultats du traitement des données recueillis.

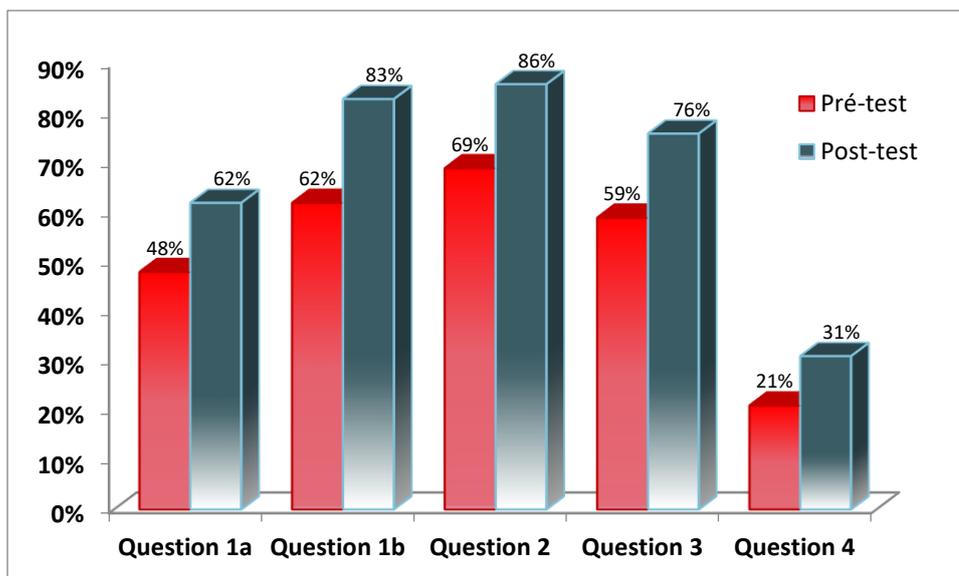


Figure 4.3 Comparaison de résultats aux pré-post/tests chez le groupe expérimental

Nous constatons que les taux ont augmenté à toutes les questions ce qui nous permet de dire qu'il y a aussi une tendance à améliorer la performance mais cette tendance provient de l'ensemble du cours et du scénario donc pour tenter d'établir l'influence du scénario nous faisons la différence entre les écarts des deux groupes. Dans le tableau 4.4, ci-dessous, nous précisons ces augmentations.

Tableau 4.4 Taux de bonnes réponses aux pré-post/tests chez le groupe expérimental

Taux de bonnes réponses au pré/post- tests pour le groupe expérimental					
	Question 1a	Question 1b	Question 2	Question 3	Question 4
Pré-test	48%	62%	69%	59%	21%
Post-test	62%	83%	86%	76%	31%
Écart	14	21	17	17	10

3. Confrontation des résultats entre le groupe expérimental et le groupe standard

Dans le tableau 4.5, ci-dessous, nous comparons les écarts entre le taux de bonnes réponses aux pré-post/tests pour les deux groupes.

Tableau 4.5 Comparaison des écarts entre le taux de bonnes réponses aux pré-post/ tests

Comparaison entre les écarts entre le taux de bonnes réponses aux pré-post/ tests					
	Question 1a	Question 1b	Question 2	Question 3	Question 4
Groupe standard	3	40	7	20	7
Groupe expérimental	14	21	17	17	10

Nous remarquons que pour le groupe expérimental les écarts sont plus élevés pour les questions 1a, 2, et 4 donc on tendra à dire que le scénario a pu avoir une certaine influence pour ces questions ; néanmoins nous examinerons, par la suite si ces augmentations observées sont significatives utilisant des outils de la statistique inférentielle.

III. Analyse et traitement quantitatif de données au regard de la statistique inférentielle

Afin d'exploiter les données au regard de la statistique inférentielle et faire des comparaisons entre les résultats aux pré-post/tests des deux groupes, nous avons choisi de noter les questions fermées de la même manière, à savoir, noter les réponses correctes avec le nombre 1 et les réponses incorrectes avec le nombre 0, ensuite calculer le total de bonnes réponses pour chacun des élèves ; c'est donc cette ensemble des données (cf. annexe 4.1) que nous utiliserons dans les

tests mis en œuvre dans cette section de notre travail ; ces tests seront toujours effectués à l'aide du logiciel R.

1. Quelques généralités sur les tests statistiques

Avant de présenter les traitements des données effectués nous montrerons les concepts statistiques essentiels utilisés dans nos procédures.

1.1 Tests statistiques

D'après Dufour et Chessel (2015), faire un test statistique, c'est choisir une hypothèse nulle (H_0), une statistique et une zone de rejet peu probable (p) quand l'hypothèse nulle est vraie et probable quand une hypothèse alternative (H_1) précisée est vraie ; si la valeur calculée tombe dans la zone de rejet, on rejette l'hypothèse nulle au profit de l'alternative ; néanmoins il y a un risque de rejeter l'hypothèse nulle alors qu'elle est vraie ou de ne pas la rejeter alors qu'elle est fausse.

Dans notre cas, nous testerons des couples d'hypothèses (H_0 ; H_1) dans le but de mesurer la significativité des différences constatées aux pré-post/tests lors du traitement descriptive de données. Les comparaisons sur les observations se feront soit sur un même groupe soit sur deux groupes différents ; une vue d'ensemble des quatre comparaisons effectuées, représentées par des flèches, est illustrée dans la figure 4.4, ci-dessous.

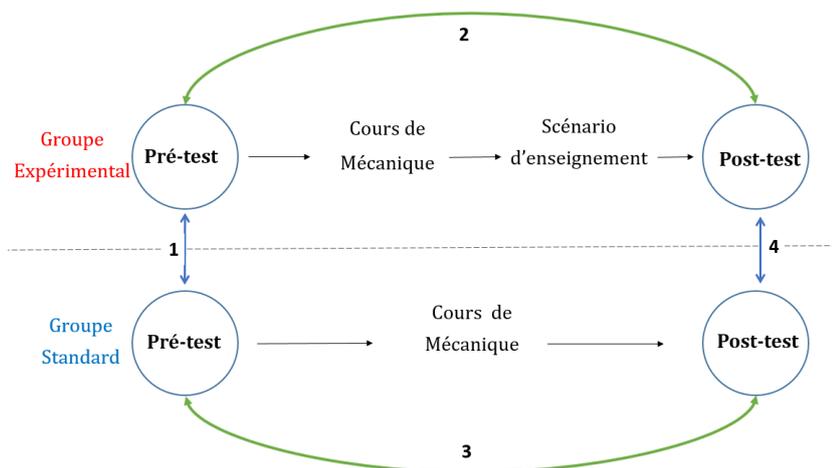


Figure 4.4 Des traitements statistiques menés lors de l'exploitation des données

Par ailleurs, il existe de nombreux tests qui peuvent être classés comme des tests paramétriques et non paramétriques lesquels doivent être utilisés sous certaines conditions liées à l'échantillonnage. Étant donné que les tests non paramétriques ne font aucune hypothèse sur la

distribution des échantillons (Fiers, 2003) et que, dans notre cas, la distribution des données ne suit pas une distribution normale (cf. annexe 4.2) nous nous servirons de ces types de tests non paramétriques soit avec des données appariées soit comme échantillons indépendants. Nous précisons que lors du traitement des données nous prendrons 5% comme seuil de signification et prendrons en compte que nous travaillons sur des petits effectifs (29 élèves chez le groupe expérimental et 30 élèves chez le groupe standard).

2. Traitements statistiques mis en œuvre et résultats.

Traitement 1 : Comparaison des résultats au pré-test entre le groupe expérimental et le groupe standard.

Comme nous l'avons signalé antérieurement, nous avons deux groupes, le groupe expérimental et le groupe standard, mais prenant en compte que les élèves n'ont pas été assignés à des groupes de manière aléatoire, la première question qui se pose, lors du traitement des données, c'est celle de l'homogénéité des groupes, c'est-à-dire si l'on peut considérer que les groupes sont issus d'une même population; par conséquent nous réalisons, tout d'abord, une première comparaison (cf. figure 4.1) entre les résultats au pré-test qui nous permettra d'examiner une telle homogénéité. Prenant en compte que les répondants au pré-test ne sont pas les mêmes sujets, nous faisons le choix de mettre en œuvre le test non-paramétrique de Wilcoxon sur des données non-appariées, nommé aussi test de Mann-Whitney (Dufour et Chessel, 2015), en émettant les hypothèses suivantes :

H_0 : Il n'y a pas de différence entre les échantillons indépendants

H_1 : Il y a une différence entre les échantillons

Nous obtenons le résultat suivant :

```
> wilcox.test(PrePre$PreExp,PrePre$PreCon,paired = FALSE)
      wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  PrePre$PreExp and PrePre$PreCon
W = 496.5, p-value = 0.3434
alternative hypothesis: true location shift is not equal to
0
```

En obtenant une P-valeur de $0,3434 > 0,05$ nous ne rejetons pas H_0 , c'est-à-dire que nous inférons que les deux groupes sont homogènes. Afin de corroborer ce résultat nous mettons en œuvre un autre traitement (cf. annexe 4.3) en obtenant le même résultat.

Traitement 2 : Comparaison des résultats aux pré-post/test chez le groupe expérimental.

Dans le but de vérifier si la différence des résultats entre le post-test et le pré-test chez le groupe expérimental est significative et prenant en compte que les répondants sont les mêmes individus nous mettons en œuvre le test Wilcoxon pour données appariées⁴⁸ ; nos hypothèses sont les suivantes :

H_0 : Il n'y a pas de différence entre les résultats aux pré-post/tests pour le groupe expérimental

H_1 : Il y a une différence entre les résultats aux pré-post/tests pour le groupe expérimental

À l'issue de cette procédure nous obtenons :

```
> wilcox.test(PrePostExp$Pre,PrePostExp$Post,paired = TRUE)

      Wilcoxon signed rank test with continuity
      correction

data:  PrePostExp$Pre and PrePostExp$Post
V = 40, p-value = 0.003691
alternative hypothesis: true location shift is not equal to
0
```

En obtenant une p-valeur de $0,0036 < 0,05$ nous rejetons H_0 ; donc nous inférons que la différence est significative et que cette différence n'est pas due au hasard. Cependant cette différence peut être due au cours de mécanique ou à l'atelier, donc pour identifier si cette différence est due à l'atelier nous allons effectuer le traitement 4 (cf. figure 4.1), c'est-à-dire, comparer les résultats au post-test entre le groupe standard et expérimental.

Traitement 3 : Comparaison des résultats aux pré-post/test chez le groupe standard.

Dans le but de vérifier si la différence des résultats entre le post-test et le pré-test chez le groupe standard est significative et prenant en compte que les répondants aux pré-post test sont les mêmes individus nous mettons en œuvre le test Wilcoxon pour données appariées ; les hypothèses sont les suivantes :

⁴⁸ Le même échantillon est observé à deux instants différents.

H_0 : Il n'y a pas de différence entre les résultats aux pré-post/tests pour le groupe standard

H_1 : Il y a une différence entre les résultats aux pré-post/tests pour le groupe standard

Le résultat est:

```
> wilcox.test(PrePost$TotalPre,PrePost$TotalPost, paired = T
RUE)

      wilcoxon signed rank test with continuity
      correction

data:  PrePost$TotalPre and PrePost$TotalPost
V = 45, p-value = 0.005359
alternative hypothesis: true location shift is not equal to
0
```

En obtenant une p-valeur de $0,0053 < 0,05$ nous rejetons H_0 ; nous inférons donc que la différence est significative et que cette différence n'est pas due au hasard, cependant cette différence est due seulement au cours de mécanique, donc comme nous l'avons mentionné précédemment il est nécessaire d'effectuer la comparaison des résultats au post-test entre le groupe standard et le groupe expérimental.

Traitement 4 : Comparaison des résultats au post-test entre les groupes expérimental et standard.

Cette comparaison c'est la comparaison qui nous intéresse le plus. Prenant en compte que les répondants au post-test ne sont pas les mêmes sujets nous pouvons mettre en œuvre le test de Wilcoxon où les observations sont supposées non-appariées ; nous émettons les hypothèses suivantes :

H_0 : Aucune différence entre les observations au post-test du groupe standard et celles de post-test du groupe expérimental

H_1 : Il y a une différence entre les observations au post-test du groupe standard et celles de post-test du groupe expérimental

En obtenant le résultat ci-dessous :

```
> wilcox.test(PostPost$PostExp,PostPost$PostCon,paired = FALSE)

      Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  PostPost$PostExp and PostPost$PostCon
W = 522, p-value = 0.1765
alternative hypothesis: true location shift is not equal to
0
```

En obtenant une p-value de $0.1765 > 0,05$ nous ne rejetons pas H_0 ; nous inférons donc que les résultats ne sont pas significativement différents, en d'autres termes, on ne détecte pas l'effet du scénario d'enseignement.

IV. Conclusion du chapitre 4

Bien que dans le cadre de l'ingénierie didactique la validation des hypothèses soit interne nous menons une évaluation externe de l'impact possible du scénario en passant un pré-test et un post-test auprès d'un groupe expérimental et un groupe standard. En prenant en compte le taux de bonnes réponses à chaque test, l'écart entre le taux des bonnes réponses aux pré-post/tests et la significativité de cet écart nous concluons que l'effet du scénario d'enseignement n'est pas détectable, chez le groupe expérimental avec le test proposé ; cependant au regard de la comparaison des bonnes réponses aux pré-post/tests nous remarquons quatre cas de changement d'avis aux questions 1a et 1b en passant d'une réponse incorrecte au pré-test à une réponse correcte au post-test ; en prenant en compte que les enseignants manifestent avoir présenté l'étude des représentations liant la position et le temps assez rapidement nous déduisons que c'est le scénario qui a influencé le changement d'avis.

Par ailleurs, au regard, d'une part, des possibilités qui présente le scénario d'enseignement de réinvestir des connaissances de la cinématique et des mathématiques autour de l'étude du mouvement rectiligne uniforme et de sa représentation graphique, d'autre part, des résultats des évaluations externes et internes, nous concluons que le scénario doit être l'objet d'une amélioration possible visant à supprimer les difficultés posées par les traces discrètes, en proposant, peut-être, un atelier préliminaire qui permette de s'approprier le logiciel et en ajoutant des questions au scénario autour de ce qui se passe au point de dépassement des objets concernant vitesse et positions et en exploitant en peu plus les potentialités du logiciel de manière à mobiliser les concepts de durée, distance parcourue, instant, position, vitesse moyenne et vitesse instantanée dans le cadre graphique.

Conclusion

Cette recherche s'intéresse à la conception et à l'évaluation d'un scénario d'enseignement utilisant le logiciel de géométrie dynamique GéoGébra comme possible stratégie pour surmonter certaines des difficultés lors de l'interprétation des graphiques liant la position et le temps en cinématique classique. En postulant que pour comprendre la physique, il est essentiel que les élèves parviennent à mettre en relation les objets et les phénomènes (le monde des objets et des événements), et les modèles et théories (le monde des théories) pour expliquer ou prédire ces phénomènes nous avons conçu un scénario qui entend favoriser à la fois des liens entre ces deux mondes en partant d'un monde intermédiaire (une simulation qui repose sur le logiciel GéoGébra) et des liens entre différents registres sémiotiques. La conception du scénario s'appuie sur une étude préliminaire concernant l'interprétation des graphiques $x(t)$ portant un intérêt particulier sur la grandeur temps et la mobilisation des TICE. Nous avons, d'ailleurs, décidé d'utiliser l'ingénierie didactique comme méthodologie de recherche cependant une évaluation externe de la conception a été menée.

Principaux résultats de la thèse :

Lors de l'analyse préliminaire

Lors de l'analyse préliminaire menée nous avons pris la décision de construire et faire passer un pré-test afin d'apprécier certaines des difficultés dans l'interprétation des graphiques $x(t)$ déjà connues. La passation du pré-test nous a permis de mettre en évidence la persistance des certaines des difficultés dans le contexte français ; en général il est ressorti qu'il est difficile de mobiliser le concept de vitesse moyenne dans le cadre des représentations graphiques qui portent sur l'évolution temporel de la position. Dans le cadre de l'enseignement de la physique, le pré-test s'avère comme une ressource possible pour la classe de physique dans le but de diagnostiquer ou d'évaluer la compréhension du concept de vitesse moyenne et instantanée dans le cadre graphique.

Concernant le scénario d'enseignement qui repose sur un logiciel de géométrie dynamique :

GéoGébra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures géométriques mais dans la conception de notre scénario d'enseignement il est utilisé pour simuler

le mouvement des objets. À notre connaissance, il n'existe pas de travaux portant sur l'utilisation de GéoGébra comme simulateur des situations cinématiques de la physique classique. Notre recherche permet donc d'apporter des connaissances sur ce terrain assez inexploré.

En faisant l'hypothèse que faciliter l'accessibilité à la grandeur temps pourrait promouvoir l'accessibilité au graphique $x(t)$ en termes de compréhension de ce qu'il représente, nous avons fait le choix de concevoir un scénario d'enseignement qui repose sur le logiciel de géométrie dynamique et d'utiliser l'outil « curseur » de ce logiciel pour représenter et manipuler le temps et ainsi accéder d'une certaine façon à la grandeur temps. La situation d'étude qui est au cœur du scénario porte sur le mouvement de deux objets qui se déplacent simultanément où chaque objet suit un MRU et au bout d'un moment l'un dépasse l'autre.

Dans la mesure où l'un des objectifs de cette recherche est de promouvoir le dépassement de certaines difficultés lors de l'interprétation des graphiques, nous nous sommes intéressés à la question globale de recherche suivante : Dans quelle mesure l'usage de GéoGébra permet d'améliorer la compréhension des représentations graphiques $x(t)$ de la cinématique classique ? En constatant, lors du déroulement du scénario d'enseignement toujours à l'aide de la manipulation du curseur temps, que :

- a) Les élèves décrivent et modélisent le phénomène concerné mobilisant et coordonnant plusieurs registres de représentation (langue naturelle, graphiques, équations).
- b) Les élèves résolvent les tâches proposées en relevant de données (instants et positions), en faisant des traitements des données tels que calculs de coefficients directeurs, mettent en lien valeurs de mesures (affichées sur la fenêtre graphique du GéoGébra) avec les grandeurs physiques en jeu (durée, distance parcourue, vitesse moyenne).

Nous pouvons affirmer d'une part, que le scénario promeut l'amélioration de la compréhension des représentations graphiques $x(t)$ dans la mesure où il facilite le passage entre les deux mondes : des objets et des événements (dans notre cas, le mouvement rectiligne uniforme), le monde des théories (le graphique $x(t)$) en s'appuyant sur une simulation (le monde simulé).

En appréciant des bénéfices du scénario d'enseignement nous considérons qu'il peut être une possible ressource d'enseignement pour la classe de physique dans le cadre de la cinématique classique, plus particulièrement, de la caractérisation des mouvements rectilignes.

Concernant la mobilisation de GéoGébra comme TICE pour la classe de physique :

D'après les activités réalisées par les élèves lors du déroulement du scénario d'enseignement tel qu'il est conçu et expérimenté, nous trouvons que l'usage de ce logiciel s'avère pertinent pour la classe de physique dans le contexte de l'étude du mouvement rectiligne uniforme et sa représentation graphique $x(t)$. D'ailleurs, l'expérimentation de ce logiciel, pour la classe de physique en tant que simulateur dans le cadre de notre ingénierie didactique, nous a montré des potentialités ainsi que l'influence de contraintes du logiciel sur la résolution des tâches proposées. Concernant les potentialités du logiciel on constate que la manipulation de l'outil curseur, dans notre cas, permet aux élèves de raccourcir les durées et ainsi de faciliter le rapprochement de la vitesse moyenne de la vitesse instantanée ; d'ailleurs le logiciel offre un environnement contrôlé dans le sens qu'on peut obtenir les mêmes données lors de n'importe quelle manipulation ce qui facilite les comparaisons entre différentes prises de données. Concernant l'influence de contraintes du logiciel sur la résolution des tâches nous avons constaté que lors de l'exécution des simulations en manipulant le curseur avec la souris des traces discrètes sont affichées, ce qui semble perturber la compréhension du phénomène simulé par certains élèves. Là, s'ouvre une perspective de recherche, celle de conduire des travaux qui engagent la question de l'ergonomie de ce logiciel, pour la réflexion didactique et des besoins en la classe de physique.

En analysant d'autres recherches impliquant les TICE en physique nous constatons par exemple l'utilisation du logiciel « interactive physiques » (Jimoyiannis et Komis, 2001) ou le logiciel « modellus » (Araujo, Veit et Moreira, 2008) ; ces logiciels censés étudier des phénomènes physiques simulent le mouvement des objets. Lors de la simulation du mouvement, le graphique liant la position et le temps ($x(t)$) et le graphique liant la vitesse et le temps ($v(t)$) sont construits et affichés sur la fenêtre. Pour le logiciel « modellus » des axes non gradués qui suggèrent la position de l'objet sont affichés et la grandeur temps est représentée par une horloge ; en plus un petit encadré nommé « contrôle » contient la valeur de la grandeur temps ainsi qu'un curseur et des boutons de déplacement. Pour le logiciel « interactive physiques » la grandeur temps n'est pas représenté par une horloge et aucun axe n'est affiché mais les graphiques $x(t)$ et $v(t)$ sont construits en même temps que la simulation du mouvement. Dans la mesure où dans notre conception nous avons fait le choix de représenter les durées et les distances parcourues par des segments de droite nous remarquons donc que notre simulation s'en distingue par la mise en avant de la partie épistémologique concernant la représentation géométrique du déplacement et l'écoulement du temps ainsi que pour la modélisation d'un objet réel par un point géométrique.

Par ailleurs, bien que GéoGébra permette aussi de construire des graphiques et de les afficher lors de la simulation, nous avons fait le choix de : a) laisser à la charge des élèves la construction du graphique liant la position et le temps (cf. annexe 2.1, situation 1b) et b) la mise en lien de ce graphique avec la simulation (cf. annexe 2.1, situation 2). Le premier choix a été fait dans le but d'amener les élèves à réinvestir des connaissances de la cinématique et à réaliser des activités de modélisation en favorisant l'articulation entre le monde des objets et des événements et le monde des théories et des modèles et le deuxième choix dans le but de favoriser la mise en relation du monde simulé avec le monde des théories. Nous constatons, d'ailleurs, que ces situations ont été appréciées par les élèves comme le témoignent certains des leurs avis personnels (cf. annexe 5.1) recueillis après l'activité :

« ... j'ai trouvé intéressant qu'on puisse faire des simulations » (COURN : 2)

« Les trois activités étaient intéressantes. Je pense qu'il n'y avait aucun point négatif. En vrai cela m'a permis de mieux comprendre les graphiques et à utiliser GéoGébra... » (COURN : 4)

« L'activité m'a permis de mieux comprendre un graphique et de déterminer certaine chose grâce à des calculs de vitesse » (COURN : 5)

« La transition entre l'exercice 1 et 2 a été assez intéressant car c'est ce qui nous a vraiment aidé à comprendre. C'est un exo qui travaille beaucoup la réflexion à cause des « pièges » car on confond souvent la position et la vitesse » (COURN : 6)

Bien que notre objectif, ne fût jamais de poser des pièges aux élèves, nous considérons, d'une part, que cette ingénierie se caractérise essentiellement par le fait qu'elle met en avant le développement du raisonnement tant qualitatif que quantitatif des élèves en laissant un peu de côté les aspects techniques de la prise automatisée de données lesquels sont, selon Trudel et Métioui (2011), souvent privilégiés lors de l'expérimentation assisté par ordinateur.

Discussion

Bien que nous ayons choisi de faire travailler les élèves en binôme, lors de l'analyse *a posteriori*, nous n'avons pas choisi d'analyser ce qui, dans les interactions, fait avancer le déroulement des tâches. Nous considérons que, l'étude de ces interactions en repérant des questions, des éclaircissements, des hésitations pourraient nous aider à caractériser le niveau de maîtrise des concepts cinématiques ; cette analyse reste en perspective comme un travail ultérieur à celui-ci. Le résultat issu du traitement statistique qui montre le manque d'effet visible de l'implémentation du scénario d'enseignement peut s'expliquer de différentes façons : a) sa courte durée, b) la

maîtrise du logiciel en tant que simulateur requiert du temps que les élèves n'ont pas pu consacrer et c) le scénario n'aborde que la première situation des pré-post/tests. Au regard de ces possibles raisons nous considérons qu'il serait judicieux de faire un atelier, préalable aux nouvelles expérimentations, visant l'appropriation du logiciel en tant que simulateur pour que les élèves se familiarisent avec les effets de la manipulation de l'outil curseur par différents moyens : avec le bouton play, en utilisant les boutons de déplacement du clavier ou avec la souris. Cet atelier préalable permettrait donc d'économiser du temps lors des nouvelles expérimentations et de tirer un meilleur parti de l'utilisation de GéoGébra en proposant d'autres simulations concernant le mouvement rectiligne accéléré qui a été inclus dans les pré-post/tests.

Par ailleurs, dans la mesure où nous avons constaté que le scénario d'enseignement est porteur des possibilités pour aider à surmonter certaines des difficultés lors de l'interprétation de graphiques nous sommes incités à proposer une nouvelle version du scénario (cf. annexe 4.6). Prenant en compte que Duval (1999) affirme :

« ... ce qui, en définitive, semble important ce n'est pas le changement de registre à effectuer, mais les traitements qui pourront être effectués sur la représentation obtenue après changement de registre »

Cette nouvelle version du scénario fait porter l'attention de l'élève sur l'événement du dépassement et le traitement des registres qui résultent des conversions ; les situations qui comportent cette nouvelle version restent les mêmes par rapport à la version actuelle, seules des questions à la tâche 1b sont ajoutées et la question proposée dans la tâche 3 est changée. Cependant, dans la mesure où la mise en œuvre de la nouvelle version demanderait plus de temps, il s'avère pertinent de la proposer pour la classe de seconde ou de première où les contraintes de temps sont un peu moins serrées.

Liste des Figures

Chapitre 1

Figure 1.1	Graphique de position en fonction du temps pour deux objets A et B qui se déplacent sur une ligne horizontale.....	15
Figure 1.2	(a) Graphique de position en fonction du temps pour un MRU. (b) Les déplacements successifs sont tracés comme des points non connectés. (c) Connexions point à point en formant une courbe non lisse (d) Forme de $x(t)$ ressemblant à la trajectoire du mouvement. Source : McDermott, Rosenquist et Van Zee, (1987).	16
Figure 1.3	Graphiques de distance en fonction du temps pour répondre à la question : Quel graphique peut représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ? Source : Flores, Bello et Millán (2002).	19
Figure 1.4	Représentations graphiques correspondantes aux a) équations correspondantes aux trajectoires, b) équations horaires.....	20
Figure 1.5	Graphique de distance en fonction du temps pour un objet qui suit un MRU. Source Flores, Bello et Millán (2002).	20
Figure 1.6	Graphique de position en fonction du temps pour trois objets qui suivent un MRU. Source : Flores, Bello et Millán (2002).....	21
Figure 1.7	Représentations graphiques qui peuvent correspondre au même type de mouvement. 1) Graphique de distance en fonction du temps, b) Graphique de vitesse en fonction du temps. Source : Flores, Bello et Millán (2002)	22
Figure 1.8	Deux situations graphiques avec de différents contextes. Source : Planinic et al (2012)	23
Figure 1.9	Réponse d'un élève à la quatrième situation-graphique du travail de Flores, Bello et Millán (2002)	25
Figure 1.10	Simulation de poursuit sur GéoGébra. Source Vandebrouck et Cazes (2014)	29
Figure 1.11	Données fournies aux étudiants après visionnage de la vidéo. Source : Soto et al., (2012).	31
Figure 1.12	Productions graphiques des étudiants. Source : Soto et al., (2012).	32
Figure 1.13	Résultats de la tâche « voyage Montréal-Paris ». Source : Janvier (1998).	33
Figure 1.14	Représentation du temps (abscisses ou longitudes) et des vitesses (ordonnées ou latitudes) selon Oresme. Source : Paty (1993).	38
Figure 1.15	Représentation d'une qualité linéaire. Source : Souffrin (1988).	43
Figure 1.16	Représentation d'une qualité uniformément difforme. Source : Souffrin (1988)	44
Figure 1.17	Le théorème du degré moyen pour les qualités. Source : Souffrin (1988).	45

Figure 1.18	Représentation des distances parcourues et des durées à l'aide des segments de droites. Les segments AB ou BC représentent des distances et les segments DE ou EF des durées. Source: Galilei, (1995).	47
Figure 1.19	Espace CD franchi d'un mouvement uniformément accéléré. Source : Galilei, (1995). ..	48
Figure 1.20	Flux de temps = AB en rapport aux distances parcourues = HI. Source : Galilei, (1995).	49
Figure 1.21	Graphique, d'accélération en fonction du temps, attendu pour la situation physique proposée dans les ressources pédagogiques au cycle 4. Source: https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Programmer_en_physique-chimie/12/8/RA18_Lycee_PHCH_mouvement-rectiligne-mecanique-newtonienne_1044128.pdf	51
Figure 1.22	Protocole expérimental : étapes et modalités organisationnelles.....	53
Figure 1.23	Résultats au pré-test pour les questions fermées	60
Figure 1.24	Première situation-graphique au pré-test.....	63
Figure 1.25	Deuxième situation-graphique au pré-test.	74
Figure 1.26	Production écrite concernant la situation 2 du pré-test : « À $t=1/2s$ la particule est à 0m n'a pas bougé à $1s \rightarrow 10m$ puis V est constante puis de 3s à 6s sec on passe de 10m à 20m. Donc la vitesse est plus élevée entre $\frac{1}{2} s$ et 1 sec » (CE : 5).	76
Figure 1.27	Troisième situation-graphique au pré-test	80
Figure 1.28	Répartition des réponses à la question : parmi les courbes suivantes, lesquelles peuvent représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ? de la situation-graphique 4 du pré-test	83
Figure 1.29	Cinquième situation-graphique au pré-test.....	89

Chapitre 2

Figure 2.1	La théorie des deux mondes : double catégorisation de connaissances, ainsi que des possibles relations entre les différents types de connaissances. Source : Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009	100
Figure 2.2	Différentes relations entre le monde des théories et des modèles, et le monde des objets et des événements. Source : Tiberghien, Vince et Gaidioz, 2009.....	101
Figure 2.3	Les trois mondes (MOE, MT, MS) et leurs relations . Source : Buty (2002).....	106
Figure 2.4	Présentation de l'écran GéoGébra pour la situation 1a et 1b du scénario d'enseignement	114
Figure 2.5	Captures d'écran pour (a) le résultat obtenu suite à l'activation de la simulation en cliquant sur le bouton play et en la laissant défiler jusqu'à 30 (dernière valeur	

	programmée pour le curseur temps), b) le résultat suite à l'activation de la simulation en manipulant le curseur jusqu'à 30.	120
Figure 2.6	Graphique attendu pour la situation 1b du scénario d'enseignement.	121
Figure 2.7	Graphique donné dans la situation 2 du scénario d'enseignement.	123
Figure 2.8	L'environnement GéoGébra pour la deuxième situation du scénario d'enseignement.	124
Figure 2.9	L'environnement GéoGébra pendant le déroulement de la simulation pour la deuxième situation du scénario d'enseignement.	124
Figure 2.10	L'environnement GéoGébra pour la troisième situation du scénario d'enseignement	126
Figure 2.11	L'environnement GéoGébra pendant le déroulement de la simulation pour la troisième situation du scénario d'enseignement.	127

Chapitre 3

Figure 3.1	Le résultat obtenu à la suite de la première manipulation complète du curseur (de 0 jusqu'à 30) (0'49''s). On remarque des traces discrètes. Le cercle en jaune signale l'emplacement de la souris.	136
Figure 3.2	Le résultat obtenu à la suite de plusieurs manipulations rapides, en avant et en arrière, du curseur temps. On remarque plus de points sur les traces (0'53''s)	136
Figure 3.3	Le résultat obtenu en manipulant le curseur temps lentement (1'00''s). On remarque qu'il y a plus de points sur les traces.	137
Figure 3.4	Le résultat obtenu à la suite de plusieurs exécutions de la simulation toujours à l'aide de la manipulation du curseur temps. La trace pour l'objet A est discrète mais avec une certaine régularité : 2-2-2-3-2-2-2-3... (1'17''s)	137
Figure 3.5	Le Mobilisation de la fenêtre algébrique (1'39''s).....	138
Figure 3.6	Vérification seconde par seconde. La trace pour l'objet A devient continue (2'26''s)..	138
Figure 3.7	Caractérisation des mouvements comme des mouvements rectilignes uniformes pendant que la souris est déplacée sur la trace de l'objet B (2'37''s).....	139
Figure 3.8	En laissant défiler la simulation les traces deviennent continues (2'54''s).....	139
Figure 3.9	Le résultat obtenu à la suite de l'exécution de la simulation à l'aide du bouton « play » (1'45''s). On remarque des traces continues. Le cercle en jaune signale l'emplacement de la souris (CE : 2-11)	143
Figure 3.10	Le résultat obtenu suite à la manipulation du curseur temps. La trace pour le point A est discrète et continue pour le point B (CE 21-27 ; 2'49'')	148
Figure 3.11	Capture d'écran lors que les élèves manifestent : « ce n'est pas uniforme » (CE 21-27 ; 7'03'').....	151
Figure 3.12	Graphique attendu à la tâche 1b. Point de croisement (4,4). Les fonctions correspondant au mouvement des objets A et B sont : $x_A(t) = t$ et $x_B(t) = 1/2t+2$	159

Figure 3.13	Graphiques réalisés par les élèves. a) Graphiques composés des lignes droites (COURN 11-23). b) Graphique composé d'une suite de points non connectés (ABB 19-29).....	160
Figure 3.14	Graphique réalisé par le binôme CE : 6-7.....	163
Figure 3.15	Mobilisation des registres algébriques (CE :10-13).....	169
Figure 3.16	Graphiques réalisés par les élèves. a) Graphiques composés des lignes droites (COURN 12-20). b) Graphique composé d'une suite de points non connectés (ABB 4-27).....	174
Figure 3.17	Graphique réalisé par le binôme (CE : 21-27)	175
Figure 3.18	Deux graphiques réalisés correspondant au mouvement simulé (ABB : 17).	178
Figure 3.19	Mobilisation d'autres registres (CE : 17-20).....	178
Figure 3.20	Graphique $x(t)$ et l'environnement GéoGébra proposé dans la situation 2 du scénario d'enseignement.....	182
Figure 3.21	Exploration de l'environnement GéoGébra, vérification de l'activation de l'affichage des traces, premier pas dans le monde simulé du déroulement de la situation 2 (CE 10-13 ; 12'32").....	186
Figure 3.22	Vérification de la tâche. (CE 12'32' ; 14'30").....	186
Figure 3.23	Vérification de la tâche en mobilisant la fenêtre algébrique (CE 10-13 ; 14'53")	187
Figure 3.24	Production écrite sur le guide de travail (CE 10-13') ; les réponses notées correspondent aux réponses attendues.	188
Figure 3.25	Effets de la manipulation du curseur "Vitesse a" étant le curseur temps placé à 30 et échanges des élèves (CE 21-27 ; 21'23").....	189
Figure 3.26	Effets de la manipulation du curseur "Vitesse b" et le curseur "Position A" (CE 21-27; 23'12")	190
Figure 3.27	Réglage des curseurs pour l'objet B après l'analyse du graphique (CE 21-27 ; 26'57")	192
Figure 3.28	Rédaction sur le guide de travail (CE 21-27)	195
Figure 3.29	Explicitation de la lecture graphique (COURN 1-25).....	196
Figure 3.30	Mobilisation de représentations algébriques (COURN 14-17).....	196
Figure 3.31	L'environnement GéoGébra pour la troisième situation : deux fenêtres graphiques et une fenêtre algébrique.	199
Figure 3.32	Résultat obtenu à la suite de l'activation de la simulation, pour la troisième situation, en la laissant défiler le curseur temps jusqu'à 10 (dernière valeur programmée)	200
Figure 3.33	Vérification de la conjecture en manipulant le curseur temps et en l'arrêtant à $t=1$ et ensuite à $t=2$ (CE 10-13 ; 21'31").	204
Figure 3.34	Mise en lien des situations 1 et 3 : « Oui c'est l'exercice 1 c'est même que 3 » (CE 10-13 ; 22'29").....	205
Figure 3.35	Retour à l'exercice 1 suite à la finalisation de la situation 3(CE 21-27"; 44'41")	207
Figure 4.1	Évaluation externe du scénario d'enseignement : démarche globale du traitement de données.	215

Figure 4.2	Comparaison de résultats aux pré-post/tests chez le groupe standard	219
Figure 4.3	Comparaison de résultats aux pré-post/tests chez le groupe expérimental	220
Figure 4.4	Des traitements statistiques menés lors de l'exploitation des données	222

Tables des tableaux

Chapitre 1

Tableau 1.1	Informations générales des lycées.....	54
Tableau 1.2	Proportion de réponses correctes pour chaque question au pré-test déterminé en comptant le nombre de bonnes réponses et en divisant ce nombre par le nombre total d'élèves ayant répondu à la question.....	61
Tableau 1.3	Hiérarchisation décroissante des taux de bonnes réponses au pré-test.	61
Tableau 1.4	Catégorisation de justifications associées à la réponse « non » (réponse correcte) de la situation 1 du pré-test.	63
Tableau 1.5	Répartition des réponses à la question « S'il en est ainsi, à quel moment l'ont-ils ? Pour la réponse « oui » (réponse incorrecte) de la situation 1 du pré-test.....	66
Tableau 1.6	Catégorisation de justifications associées à la réponse « oui » (réponse incorrecte) de la situation 1 du pré-test.	66
Tableau 1.7	Catégorisation de justifications associées à la réponse « plus petite » (réponse correcte) de la situation 1 du pré-test.	69
Tableau 1.8	Catégorisation de justifications associées à la réponse « entre $t=0$ et $t=1s$ » (réponse correcte) de la situation 2 du pré-test.....	74
Tableau 1.9	Répartition des réponses incorrectes associées à la question : dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été la plus élevée ? de la situation-graphique 2 du pré-test.....	78
Tableau 1.10	Catégorisation des réponses à la cinquième situation-graphique proposée au pré-test.	90

Chapitre 2

Tableau 2.1	Catégorisation des connaissances selon la théorie des deux mondes et le cadre épistémologique.	105
Tableau 2.2	Des possibles relations entre le monde des théories et des événements et le monde des objets et des événements que le scénario d'enseignement pourrait promouvoir.....	108
Tableau 2.3	Variables visuelles particulières et leurs valeurs pour le cas où le tracé est une droite. Source : Duval (1988).....	110
Tableau 2.4	Variables visuelles particulières et leurs valeurs pour le cas où le tracé est une droite mise en lien avec les unités symboliques de l'écriture algébrique. Source : Duval (1988).....	111
Tableau 2.5	Synthétise l'analyse <i>a priori</i> de la situation 1a.....	118
Tableau 2.6	Synthétise l'analyse <i>a priori</i> de la situation 1b.....	122
Tableau 2.7	Synthétise l'analyse <i>a priori</i> de la situation 2.....	125
Tableau 2.8	Synthétise l'analyse <i>a priori</i> de la situation 3.....	127

Chapitre 3

Tableau 3.1	Nombre des participants par lycée du déroulement du scénario d'enseignement.....	130
Tableau 3.2	Synthèse des différentes catégorisations des mouvements A et B lors de la résolution de la tâche 1a du scénario d'enseignement.	133
Tableau 3.3	Confrontation entre le déroulement attendu et le déroulement effectif pour la situation 1a.....	155
Tableau 3.4	Mise en lien entre le graphique réalisé lors de la situation 1b et la description faite lors de la situation 1a.	161
Tableau 3.5	Confrontation des analyses <i>a priori</i> et <i>a posteriori</i> pour la situation 1b.....	179
Tableau 3.6	Confrontation des analyses <i>a priori</i> et <i>a posteriori</i> pour la situation 2	197
Tableau 3.7	Confrontation de l'analyse <i>a priori</i> et l'analyse <i>a posteriori</i> pour la situation 3.....	209
Tableau 4.1	Nombre des participants par lycée et par modalité organisationnelle	216
Tableau 4.2	Cas d'évolution chez le groupe expérimental : amélioration (en jaune) et constante négative (en gris) ; aucun cas de dégradation.	218
Tableau 4.3	Taux de bonnes réponses aux pré-post/tests chez le groupe standard.....	220
Tableau 4.4	Taux de bonnes réponses aux pré-post/tests chez le groupe expérimental.....	221
Tableau 4.5	Comparaison des écarts entre le taux de bonnes réponses aux pré-post/ tests.....	221

Références

- Araujo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M. A. (2008). Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, 50(4), 1128-1140.
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Artigue, M. (2015). Perspectives on Design Research: The Case of Didactical Engineering. In *Approaches to qualitative research in mathematics education* (pp. 467-496). Springer, Dordrecht.
- Artigue, M., Saltiel, E. et Viennot, L. (1981). Fonctions et représentations graphiques, I.R.E.M. PARIS VII
- Beaufils, D. et Richoux, B. (2003). Un schéma théorique pour situer les activités avec des logiciels de simulation dans l'enseignement de la physique. *Didaskalia* (Paris).
- Becu-Robinault, K. (1997). Activités de modélisation des élèves en situation de travaux pratiques traditionnels : introduction expérimentale du concept de puissance.
- Bécu-Robinault, K. (2015). Un cadre épistémologique-sémiotique pour concevoir des séances et analyser des pratiques d'étude et d'enseignement de la physique—Ancrages théoriques et résultats. Note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches.
- Bednárová, R., Válek, J. et Sládek, P. (2012). Graphs and dynamic modeling as a motivating tool in teaching physics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 69, 1827-1835.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American journal of Physics*, 62(8), 750-762.
- Bell, A. et Janvier, C. (1981). The interpretation of graphs representing situations. *For the learning of mathematics*, 2(1), 34-42.
- Bovet, M., Gréco, P., Papert, S. et Voyat, G. (1967). Perception et notion du temps. Presses universitaires de France.
- Buty, C. (2002). Modelling in geometrical optics using a microcomputer. In *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 231-242). Springer, Dordrecht.
- Clagett, M. (1968). Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions: A Treatise on the Uniformity and Difformity of Intensities Known as *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*. *Publications in medieval science*.

- Clement, J. (1985, July). Misconceptions in graphing. In Proceedings of the ninth international conference for the psychology of mathematics education (Vol. 1, pp. 369-375). Utrecht, The Netherlands: Utrecht University.
- Crombie, A. C. (1974). Historia de la ciencia: De San Agustín a Galileo. Siglos XIII-XVII. Madrid: Alianza Universidad.
- Cruz, J. A. R. (2007). Reflexiones sobre las ideas de Nicolás Oresme. *Asclepio*, 59(1), 23-34.
- Dagher, A. (1992). Apprentissage des relations entre cadre algébrique et cadre graphique dans le traitement des fonctions : rôle de l'outil informatique. *Publications mathématiques et informatique de Rennes*, (3), 1-19.
- Delgado, I., Restrepo, A., De Hosson, C. et Hernández, C. (2015). Conexiones entre matemáticas y física en la interpretación de gráficas de la cinemática realizadas por estudiantes de bachillerato (Doctoral dissertation, 2015). Uniandes.
- Di Fabio, A. (2018). Chute libre: étude du mouvement et des méthodes de résolution, proposition didactique. (Doctoral dissertation, Université Paris 7).
- DiSessa, A. A., Hammer, D., Sherin, B., & Kolpakowski, T. (1991). Inventing graphing: Meta-representational expertise in children. *The Journal of Mathematical Behavior*.
- Driver, R. P. (1974). The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students.
- Dufour, A. et Chessel, D. (2015). *Pratique des tests élémentaires*.
- Duhem, P. (1987). *Medieval cosmology: theories of infinity, place, time, void, and the plurality of worlds*. University of Chicago Press.
- Duval, R. (1988). Graphiques et équations. In *Annales de Didactique et de Sciences cognitives* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-253).
- Duval, R. (1988). Ecart sémantiques et cohérence mathématique. In *Annales de Didactique et de Sciences cognitives* (Vol. 1, No. 1, pp. 7-25).
- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. In *Annales de didactique et de sciences cognitives* (Vol. 5, No. 1, pp. 37-65)
- Duval, R. (Ed.). (1999). *Conversion et articulation des représentations analogiques : séminaire*. IUFM Nord-Pas de Calais.
- Duval, R. (2002). Comment décrire et analyser l'activité mathématique ? Cadres et registres. *Actes de la journée en hommage à Régine Douady*, 7, 83-105.
- Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Universidad del Valle.
- Duval, R. (2006). Transformations de représentations sémiotiques et démarches de pensée en mathématiques. In *Actes du XXXII ème Colloque COPIRELEM* (pp. 67-89).

- Einstein, A., & Solovine, M. (1956). *La relativité*. Payot.
- Eisenberg, T., & Dreyfus, T. (1991). On the reluctance to visualize in mathematics. In *Visualization in teaching and learning mathematics* (pp. 25-37).
- Fiers, V. (2003). *Études scientifiques en espaces naturels : cadre méthodologique pour le recueil et le traitement de données naturalistes*. Atelier technique des espaces naturels (ATEN).
- Flores, R C. D., Bello, G. A. et Millán, D. F. A. (2002). Concepciones alternativas sobre las gráficas Cartesianas del movimiento: el caso de la velocidad y la trayectoria. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 5(3), 225-250.
- GAIDIOZ, P., & TIBERGHIE, A. (2003). Un outil d'enseignement privilégiant la modélisation. *Bull. Un. Phys*, 97(850), 71-83.
- Galilei, G. (1995). *Discours et démonstrations mathématiques concernant deux sciences nouvelles*. Presses Universitaires de France-PUF.
- Hitt, F. (1998). Difficulties in the articulation of different representations linked to the concept of function. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 123-134.
- Janvier, C. (1978). *The interpretation of complex cartesian graphs representing situations : studies and teaching experiments* (Doctoral dissertation, Nottingham University).
- Janvier, C. (1998). The notion of chronicle as an epistemological obstacle to the concept of function. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 79-103.
- Jimoyiannis, A. et Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & education*, 36(2), 183-204.
- Kllogjeri, P. et Kllogjeri, A. (2010, September). Geogebra for Solving Problems of Physics. In *World Summit on Knowledge Society* (pp. 424-428). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kuhn, T. S. (2012). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago press.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. et Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of educational research*, 60(1), 1-64.
- Maier, A. (1948). La doctrine de Nicolas d'Oresme sur les « configurations intensionum ». *Revue des Sciences philosophiques et théologiques*, 32(1/2), 52-67.
- Matthews, M. R. (2000). *Time for science education: How teaching the history and philosophy of pendulum motion can contribute to science literacy* (Vol. 8). Springer Science et Business Media.
- Mesdjian, O. et Bartholomot, A. (2018-2019). Compréhension des notions de vitesse et de durée sur la base d'une chronophotographie et apport d'une animation. Niveaux : quatrième et seconde générale. Mémoire-Master MEEF. URL:

https://www.dropbox.com/s/nn67xa2x24chf5p/Olivier%20Mesdjian%20-%20M%C3%A9moire_Mesdjian_Bartholomot.pdf?dl=0. [Cité : Octobre de 2019]

McDermott, L. C., Rosenquist, M. L. et Van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55(6), pp. 503-513.

Michel Paty. Sur l'histoire du problème du temps. Le temps physique et les phénomènes. Le temps et sa flèche, Dec 1993, Paris, France. p. 21-58. fhalshs-00177358

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE. (2011). Arrêté du 12 juillet 2011. Fixant le programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie en classe terminale de la série « scientifique ». URL: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000024573523&dateTexte=20190725>. [Cité : June de 2019].

Moutet, L. (2016). Diagrammes et théorie de la relativité restreinte : une ingénierie didactique (Doctoral dissertation, Université Paris 7).

Nuñez, R.E. (2015). D'où viennent les mathématiques ? Corps, esprit et imaginaire humaine. Editions Manucius.

Paty, M. (1993, December). Sur l'histoire du problème du temps. Le temps physique et les phénomènes.

Peña, J. A. (2019). Álgebra en todas partes. Fondo de Cultura Económica.

Piaget, J. (1942). Une expérience sur le développement de la notion de temps.

Piaget, J. (2013). *The child's conception of time*. Routledge.

Planinic, M., Milin-Sipus, Z., Katic, H., Susac, A. et Ivanjek, L. (2012). Comparison of student understanding of line graph slope in physics and mathematics. *International journal of science and mathematics education*, 10(6), 1393-1414.

Semay, C. et Silvestre-Brac, B. (2016). *Relativité restreinte-3e éd.* Dunod.

Smetana, L. K. et Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.

Soto, A. M. M., Mena, J., Vera, F. et Vera, R. (2012). El rol del tiempo en un proceso de modelación utilizando videos de experimentos físicos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(3), Págs-237.

Souffrin, P. (Ed.). (1988). *Nicolas Oresme : Tradition et innovation chez un intellectuel du XIVe siècle*. Les Belles Lettres.

Tartas, V. (2010). Le développement de notions temporelles par l'enfant. *Développements*, 4(1), 17-26. doi:10.3917/devel.004.0017.

- Teodoro, V. D. et Neves, R. G. (2011). Mathematical modelling in science and mathematics education. *Computer Physics Communications*, 182(1), 8-10.
- Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and instruction*, 4(1), 71-87.
- Tiberghien, A. (2002). Des connaissances naïves au savoir scientifique.
- Tiberghien, A., Vince, J. et Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.
- Trudel, L., & Métioui, A. (2012). Effect of a video-based laboratory on the high school pupils' understanding of constant speed motion. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, (3), 5.
- Vandebrouck, F., & Cazes, C. (2014). Vil Coyote rattrapera-t-il Bip-Bip?. Repères IREM.
- Véronique Le Ru. « La construction scientifique du temps », *Fabula / Les colloques*, L'art, machine à voyager dans le temps, URL: <http://www.fabula.org/colloques/document4697.php>. [Cité: October de 2019].
- Viennot, L. (1993). Temps et causalité dans les raisonnements des étudiants en physique. *Didaskalia* (Paris).
- Zubov, V. P. (1961). Nicole Oresme et la musique.

Annexes

Chapitre 1

Annexe 1.1 Pré-test Questionnaire par rapport à l'interprétation des graphiques

Présentation du questionnaire :

Le questionnaire se compose de cinq situations, chacune possède un graphique et un court texte qui servent de référence pour une réponse et une justification à la question. Les situations sont indépendantes les unes des autres.

Recommandations :

1. Observez les graphiques et lisez soigneusement les questions avant de répondre.
2. Écrivez vos réponses et justifications aussi détaillées que possible.
3. Si vous avez besoin de faire un calcul ou une opération faites-la à côté du graphique ou au verso de la feuille.

Exercice 1.

La figure 1 montre la position par rapport au temps de deux objets A et B qui se déplacent sur une ligne horizontale.

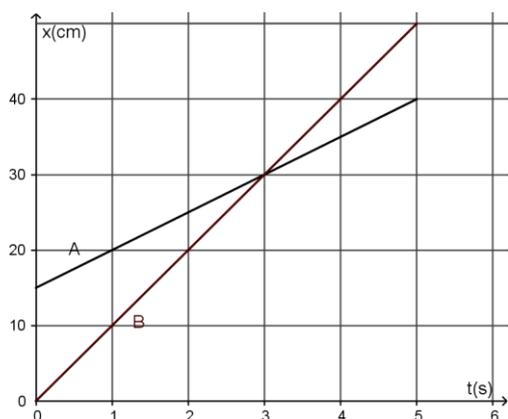


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

a. Les objets A et B ont-ils la **même** vitesse à un moment ? _____

S'il en est ainsi, dans quel moment l'ont-ils ? _____

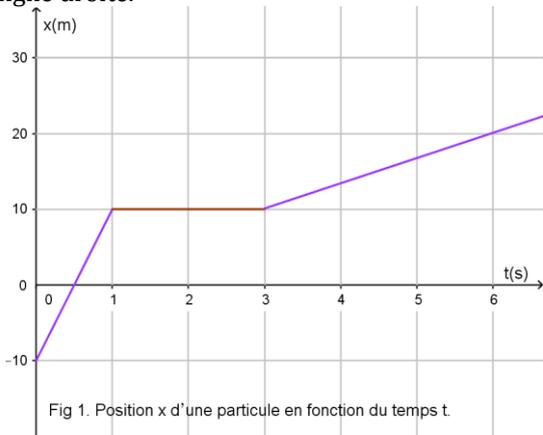
Expliquez votre réponse :

b. Dans l'instant $t=2$ s, la vitesse de l'objet A : est-elle plus grande, plus petite ou égale à la vitesse de l'objet B? _____

Justifiez votre réponse :

Exercice 2.

La figure suivante représente la position par rapport au temps, d'un objet qui se déplace sur une route en ligne droite.



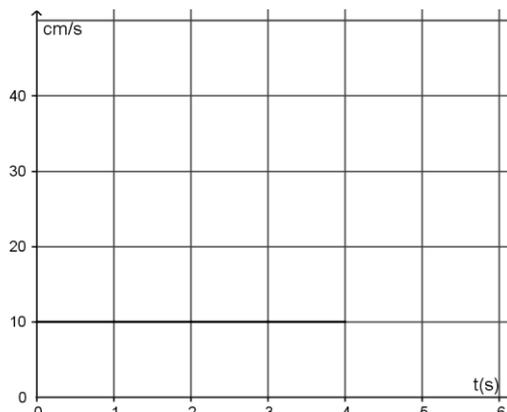
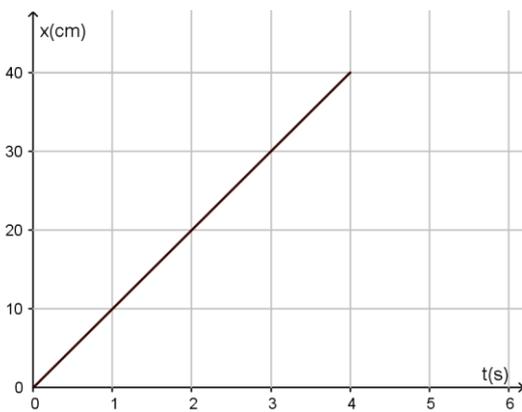
a. Dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été plus élevée ?

- A. Entre $t=0s$ et $t=1s$
- B. Entre $t=1s$ et $t=3s$
- C. Entre $t=3s$ et $t=6s$
- D. Autre : _____

Justifiez votre réponse :

Exercice 3.

Les figures 3 et 4 pourraient-elles correspondre au même type de mouvement ? _____



Justifiez votre réponse :

Exercice 4.

Parmi les courbes suivantes, lesquelles peuvent représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ? _____

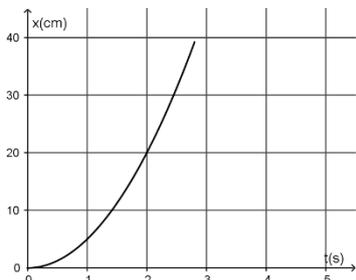


Fig 5. Position en fonction du temps t, exercice 4

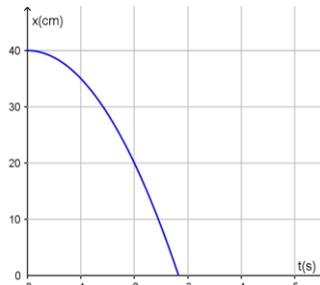


Fig 8. Position en fonction du temps t, exercice 4

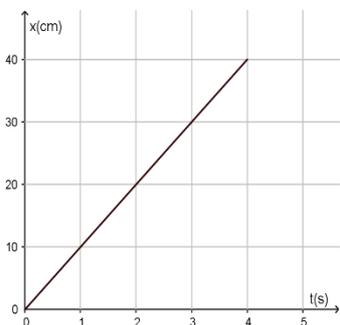


Fig 7. Position en fonction du temps t, exercice 4

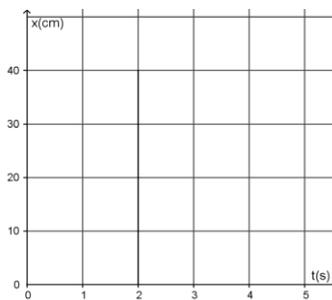


Fig 6. Position en fonction du temps t, exercice 4

Justifiez votre réponse:

Exercice 5

A quelle situation peut correspondre le graphique de la figure 9 ?

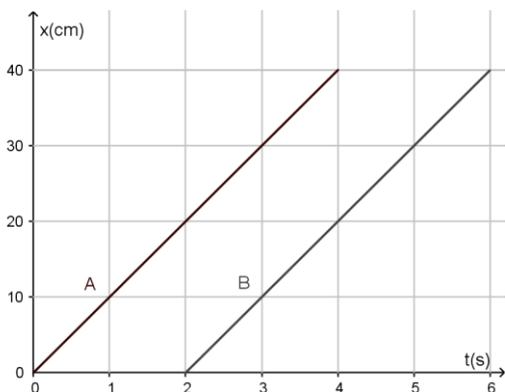


Fig 9. Position en fonction du temps t, exercice 5

Expliquez votre réponse :

Annexe 1.2 Transcription des réponses au pré-test Transcription de tout le pré-test par étudiant

CORBEIL-ESSONNES

Élève 1

Réponse 1a

Non. Je n'y a aucune donné de vitesse sur le graphique, on voit seulement 2 objets se retrouvent à une même position à un moment donné cela ne prouve pas qu'ils ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus petite. La courbe de l'objet A a une inclination qui fait que l'on voit qu'il tend vers $+\infty$ mais qu'il mettra + de temps a y parvenir que l'objet B. Sa pente est - élevée que celle de l'objet B.

Réponse 2

La courbe qui se situe entre 0 et 2s a une pente très élevée donc l'objet met plus de temps à atteindre 10m. C'est la pente la + élevée.

Réponse 3

Oui/ Le 1er graphique montre que la position de l'objet est proportionnelle au temps, il n'y a donc pas de variation de vitesse car sinon la courbe ne serait pas droite, de plus le second graphique nous montre que la vitesse d'un objet est constante donc elles pourraient correspondre au même type de mouvement.

Réponse 4

F6 F7 / Un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ne possède pas de trajectoire qu'une femme pourrait lui donner, il tombe de manière droite.

Réponse 5

2 objets ont la même vitesse mais à un moment différent (car leurs pentes sont identiques) Quand je marche mes pieds se retrouvent au même endroit mais à un moment différent.

Élève 2

Réponse 1a

Non. Chaque courbe est une droite donc la vitesse est constante pour les deux objets et les droites n'ont pas le même coefficient directeur donc la vitesse est différente.

Réponse 1b

Plus petite. Car le A met 2s à parcourir 10 cms et le B met 1 s par faire la même distance.

Réponse 2

A. Entre 0 et 1s, la pente de la courbe est la plus forte donc la vitesse est la plus élevée.

Réponse 3

Oui/ Le graphique 3 montre que la position par rapport au temps est proportionnelle donc la vitesse de l'objet est constante. Le graphique 4 étudie la vitesse en fonction des temps, la progression en fonction du temps stagne, ainsi la vitesse est constante. Donc ces deux mouvements ont une vitesse constante et stable, cela peut-être le même type de mouvement. Cependant, des mouvements de vitesse constante peuvent être différents entre eux, le graph 3 montre un déplacement rectiligne mais avec le groupe 4 seulement la vitesse est étudiée et un mouvement circulaire peut avoir aussi une vitesse uniforme. Donc le mouvement peut-être le même et peut être différent.

Réponse 4

F8 F6 / Si l'objet est lourd (graph 6) comme un stylo, si on le lâche, il tombe directement (j'ai fait le test) mais si l'objet est léger il mettra plus de temps à tomber des 40cm (comme une plume) dans le graphique 8 est bon aussi.

Réponse 5

J'ai prolongé pour voir la différence de position à un temps donné le plus loin du départ. Dans les deux cas, le mouvement est le même, car les deux droites ont le même coefficient directeur donc, la même vitesse. (Il se pose toujours la question

d'être sur que ce sont les mêmes car juste avec la vitesse, je ne le sais pas. Mais je n'ai pas du tout trouvé donc je suppose qu'ils sont les mêmes) la seule différence est que le A est mis en route 2sec avant le B. Si on arrête les deux objets en même temps, il y aura toujours 2sec d'écart entre les objets. Cela peut correspondre à une partie de course entre deux voitures à la même vitesse constante, elles n'accélèrent pas mais l'une reste derrière l'autre et ne la rattrape pas. Cela peut aussi être un vol en formation de V d'oiseaux ou d'avions ou le premier reste devant alors qu'ils volent tous de la même manière.

Élève 6

Réponse 1a

Non. Les deux courbes n'ont jamais un coefficient directeur identique leur vitesse n'est donc pas égal.

Réponse 1b

Plus petite. La vitesse de l'objet A est plus petite car le coefficient directeur de sa longueur est inférieur à celle de l'objet B.

Réponse 2

A. Car la pente de la courbe est la plus abrupte dans cet intervalle la vitesse est de 20 cm/s alors qu'elle est de 0m/s dans l'intervalle B est environ 3m/s dans l'intervalle C.

Réponse 3

Non. Car le coefficient directeur de la... la second est

Réponse 4

F5 F7 / La figure 8 ne peut pas correspondre car un objet ne peut pas parcourir une distance négative et la ligne ne peut -----

Réponse 5

La figure 3 peut correspondre au déplacement de deux objets possèdent d'une vitesse identique mais ayant un départ décalé de 2 secondes.

Élève 8

Réponse 1a

Non. Les deux objets ne parcourent pas le même distance dans le même temps par exemple A parcourt 10 cm toutes les 2 seconde alors que B 10 cm chaque seconde.

Réponse 1b

Plus petite. La vitesse de A est plus petite car 5 cm/s alors que B 10 cm/s et les deux vitesses sont constantes donc A sera toujours plus petite.

Réponse 2

A. Sans calcul on peut voir que la vitesse entre $T=0$ et $T=1$ car la courbe augmente rapidement.

Réponse 3

Oui. Les 2 ont une vitesse de 10cm/s.

Réponse 4

F7 F5 / La figure 5 et 7 car elle partent toutes deux de $x=0$ à $t=0$ et les deux vitesses augmentent au fonction du temps.

Réponse 5

Les deux droites indiquent une même vitesse cela peut ressembler a une situation qui deux objets ne se sont pas lâchés au même temps.

Élève 10

Réponse 1a

Non. On constate que la courbe A évolue plus lentement que le courbe B et il s'agit de droites, donc la vitesse des deux objets est constante.

Réponse 1b

Plus petite. Les courbes sont de droites d'équations A : $y=5x+15$ et B : $y=10$ On constate que la courbe B a un coefficient directeur plus élevé que la courbe A et par conséquent l'objet B a une vitesse supérieure à l'objet A car sa vitesse est plus élevée constamment.

Réponse 2

A. La courbe a entre $t=0s$ et $t=1s$ un coefficient directeur plus élevée (la distance parcourue est plus élevée entre $0s$ et $1s$ qu'à d'autres moments) sur le graphique.

Réponse 3

Oui. On voit que la distance augmente proportionnellement avec le temps, sur la fig 3 (10cm pour 1s) et sur la fig 4 on constate que la vitesse qui est de 10cm/s n'augmente pas en fonction du temps. Donc les fig 3 et 4 pourraient correspondre au même type de mouvement.

Réponse 4

F5 F8 / Car la vitesse d'un objet en chute libre augmente sous l'action de la gravité. Dans la fig 5 on constaterait l'augmentation de plus en plus rapide de la distance entre le point de départ de l'objet lâché et de l'objet en chute. Dans la figure 7 on constaterait la diminution de plus en plus rapide de la distance entre l'objet et le sol

Réponse 5

Deux objets qui ont la même vitesse mais qui partent à 2s d'écart et puis ont $d=20m$ d'écart. On constate que les droites A et B ont le même coefficient directeur. De plus l'objet A part à $t=0s$ alors que l'objet B part à $t=2s$. Les objets A et B ont donc la même vitesse mais le A sera toujours devant l'objet B avec 20cm d'avance.

Élève 11

Réponse 1a

Non. Les courbes représentent des droites n'ayant pas la même origine. La courbe a pour origine 15 et la courbe b commence à 0.

Réponse 1b

Plus grande.

Réponse 2

A. On part de -10 pour atteindre 10 il y a donc 1 augmentent rapide tandis qu'entre 1 et 3 -> Stable et 3 et 6 une légère augmentation.

Réponse 3

Probablement. La figure 3 représente la position en fonction du temps t . tout comme la figure 1, il y a aussi une augmentation de la vitesse très rapide et élevée représentant 1 droite. La figure 4 représente cette fois ci la vitesse en fonction du temps, t , on observe une vitesse uniforme. Le mouvement peut être le représenter la même chose mais être différent.

Réponse 4

F6 / F8. Plus L'objet est lourd, plus il tombe de plus en plus rapidement, plus il est léger et plus la vitesse est réduite et alors les graphiques qui correspondent sont le 6/8.

Réponse 5

La courbe A et B ont un mouvement identique a intervalle de temps différent ($0s$ pour A et 1 pour B) Ils vont à la même vitesse mais ont distinct des valeurs (à 3s 10 pour B et 30 pour A).

Élève 13

Réponse 1a

Non. Les deux courbes sont des droites, les deux objets ont donc des vitesses constantes, on remarque cependant que l'objet B qui part de plus loin arrive plus loin que le A qui part de moins loin. B a une vitesse de $50/6=8,33cm.s^{-1}$ et A a une vitesse de $25/6=4,17cm.s^{-1}$ ils n'auront jamais la même vitesse.

Réponse 1b

Plus petite. J'y ai répondu au dessus.

Réponse 2

A. La « pente de la courbe est plus forte ». On parcouru plus de distance en moins de temps que dans les autres propositions.

Réponse 3

Oui. Oui car le premier graphique représente une droite correspondant à la distance en fonction du temps, soit une vitesse, la vitesse est donc constante tout du long. Le deuxième graphique représente la vitesse en fonction du temps. On voit que celle-ci n'augmente pas ou ne diminue pas elle est constante.

Réponse 4

F8 / Je considère que l'objet attrait le sol lorsque $x=0$ car x correspond à la position de l'objet donc c'est pour moi un quelque sorte la hauteur de l'objet... on pourrait cependant considérer que X correspond à la distance entre l'endroit d'où on lâche l'objet et l'objet. On choisit donc la fig 5 en éliminant la 7 car un objet qui tombe gagne en vitesse, la combe est donc plutôt une pana leste et non une droite. (Les fig 6, 8 sont éliminées car x diminue).

Les 5 et 7 sont à exclues car la position de l'objet augmente. On peut ensuite éliminer la figure 6 car un objet ne se hausse pas instantanément au sol.

Réponse 5

Un mouvement en ligne droite par exemple, d'un objet A qui part à $t=0$ puis d'un objet B qui pars à $t=0$. Les objets ont la même vitesse qui reste constante plus ils se mettent au même « endroit » (même distance) avec deux secondes d'écart toujours.

Les deux droites présentées correspondent à une vitesse qui est la même. La seule différence est le moment auquel le B se met à partir.

Je ne sais pas trop comment plus détailler, je l'ai déjà un peu fait précédemment

Les deux droites on le même coefficient directeur.

Élève 15

Réponse 1a

Non. La pente des courbes ne sont pas les mêmes par conséquent, un objet évolue plus rapidement qu'un autre.

Réponse 1b

Plus grande. Car l'objet A part d'une position d'environ 15 x tandis que l'objet B part de 0x.

Réponse 2

A. Car la pente de la courbe est plus forte entre 0 et 1 seconde.

Réponse 3

Non. L'une correspond à la position à un moment donné fig 3 ce qui n'est pas la même chose que la vitesse d'un objet avec une période donnée.

Réponse 4

F5 F7 / j'ai choisi les courbes 5 et 7 car j'ai pensé à l'accélération de la pesanteur et que les courbes 5 et 7 sont croissantes.

Réponse 5

Les positions des deux objets semblent être les mêmes bien qu'un objet soit lancé après l'autre mais je ne sais pas à quelle situation peut correspondre ce graphique.

Élève 17

Réponse 1a

Oui. À 3 secondes. L'objet A a une vitesse initiale plus élevée que l'objet B mais la vitesse de l'objet B est plus rapide, ils se croisent donc en un point terme de vitesse au bout de 3 seconds.

Réponse 1b

Plus grande. L'objet A au bout de 2s a une vitesse de 20 x alors que l'objet B a une vitesse de 10x.

Réponse 2

C. Entre $t=3s$ et $t=5s$ l'objet est en croissance de vitesse entre 10X et 20X ce qui est supérieur à tous les autres intervalles.

Réponse 3

Oui. Le premier graphique est la position de l'objet en fonction du temps alors que le second est la vitesse de l'objet en fonction du temps ce sont deux choses distinctes.

Réponse 4

Tous. Ils peuvent tous représenter le mouvement d'un corps qui tombe car c'est la position de l'objet qui est décrit en fonction du temps.

Réponse 5

Il peut correspondre à 2 objets qui tombent ou accélère de la même façon à des intervalles

différent. Les 2 courbes sont parallèles, les objets ont donc le même mouvement à un intervalle différent, on ne connaît pas le mouvement des objets.

Élève 18

Réponse 1a

Oui. A $t=3s$ les 2 objets ont atteint la même distance de 30 cm en un même temps (3s), ils ont donc la même vitesse de déplacement. Cet instant t est déterminé par l'abscisse du point d'intersection des 2 droites.

Réponse 1b

Plus grande. A $t=2s$, la position de l'objet A c'est environ 25 cm et celle de l'objet B c'est environ 20 cm. Donc l'objet A a parcouru une plus grande distance que l'objet B au même temps donné, l'objet A avancé donc à une vitesse supérieure à celle de l'objet B.

Réponse 2

A. Entre $t=0s$ et $t=1s$ l'objet a effectué la plus grande distance possible (20m) en 1 seconde, la vitesse a donc été la plus élevée entre $t=0s$ et $t=1s$ (pente la plus importante sur le graphique).

Réponse 3

Oui. La figure 3 nous informe déjà que l'objet arrive à une vitesse constante car on a une droite linéaire qui passe par l'origine de repère. De plus, il parcourt 10 m toutes les 1s, ce qui correspondrait à une vitesse de 10cm/s La figure 7 nous montre bien cela, on a une droite constante qui correspond à une vitesse constante de 10cm/s.

Réponse 4

F5 F8 / Lorsqu'un corps tombe librement, il gagne progressivement de la vitesse pour l'effet de la gravité ou en perd (fréquemment avec l'air) il ne peut avoir une vitesse constante (figure 3) ou nulle (figure 1) l'objet n'est pas en mouvement, aucune distance parcourue au fil du

temps. On a seulement la distance parcourue à un instant $t=2$.

Réponse 5

Cette situation peut correspondre à 2 objets qui se déplacent à ayant une vitesse commune de 10cm/s. Leur vitesse est constante. Cette situation met en avant le déplacement de l'objet A débuté à $t=0s$ et le déplacement de l'objet B débute à $t=2s$ On a suivi leur position en fonction du temps (en s) qui nous permet de dire environ leur vitesse de déplacement.

Élève 23

Réponse 1a

Oui. À 3seconde. Comme A et B ont un point commun lors que les objets alterne 30 cm à 3 secondes, donc à $t=3s$ les objets ont la même vitesse et puis comme les deux droites s'arrêtent à 5s donc l'on déduit que les objets ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande. Car à $t=2s$ l'objet A est à 25 cm alors que l'objet B n'est qu'à 20 cm donc la vitesse de l'objet est plus grande.

Réponse 2

A. Car en 1 seconde l'objet à parcouru 2m, j'en conclus donc que l'objet à en une vitesse plus élevée que celle des deux autres parties du graphique.

Réponse 3

Non. Car la figure 3 est la position en cm en fonction du temps en seconde alors que la figure 4 représente la vitesse en cm/s en fonction du temps en seconde. Et comme pour la figure 3 la droite est croissante et que dans la figure 4 elle est constante donc il n'est pas possible que les deux figures correspondent à un même type de mouvement.

Réponse 4

F8 / Car on cherche la représentation d'une chute donc la courbe doit commencer en hauteur. C'est-à-dire qu'elle ne peut pas commencer à zéro et doit être en mouvement avec le temps en étant décroissante pour montrer qu'il y a un mouvement et vers le sol.

Réponse 5

La figure peut correspondre à deux objets mais le début de chaque objet ne s'effectue pas en même temps c'est-à-dire qu'on lance un premier objet et dès que le temps est arrivé à 2 secondes, le deuxième objet est lancé. Ce qui peut montrer que chacun des deux objets ont la même vitesse en les superposant pour les comparer.

Élève 24

Réponse 1a

à $t=3s$, $v=dt$; $v_a=303=10cm.s^{-1}$; $v_b=303=10cm.s^{-1}$; à $t=3s$.

Réponse 1b

Plus grande. La vitesse est $v=d/t$ ainsi $v_A=25/2=12,5 cm.s^{-1}$; $v_B=20/2=10cm/s^{-1}$.

Réponse 2

A. On peut dire que la vitesse est la plus élevée entre $t=0s$ et $t=1s$ car il s'agit de l'intervalle dans laquelle la pente de la courbe est la plus élevée.

Réponse 3

Oui. Les figures 3 et 4 représentent deux situations avec un déplacement à une vitesse de $10cm s^{-1}$ au cours du temps et la figure 4 témoigne d'une vitesse constante qui s'élève également à $10cm. s^{-1}$ pour valeurs de t comprises entre 1 et 4.

Ainsi on peut dire que ces deux figures représentent un mouvement où la vitesse serait

continue entre 0 et 4s mais on ne peut pas savoir si le mouvement est le même (signe droite, curviligne, rectiligne)

Figure 3

$$v_1=101=10cm.s^{-1}$$

$$v_4=404=10cm.s^{-1}.$$

Réponse 4

F7 / La figure 7 montre une situation de proportionnalité où la vitesse reste constante. On lorsqu'un objet tombe librement par la seule action de la gravité, il a une vitesse constante.

Réponse 5

Le graphique de la figure 9 peut correspondre à une situation dans laquelle deux objets A et B se déplacent à la même vitesse mais l'objet B étant lancé 2 secondes après l'objet A. Ces deux objets ont un mouvement uniforme.

ABBEVILLE

Élève 1

Réponse 1a

Non /// Ils ont la même position (quand l'abscisse est de 3) mais pas la même vitesse, les droites n'ont pas le même coefficient directeur. .

Réponse 1b

Plus petite///Son coefficient directeur est plus faible.

Réponse 2

A /// C'est là que le coefficient directeur est le plus grand, la figure monte de 2 carreaux en ordonnée en seulement un carreau en abscisse.

Réponse 3

Oui /// La vitesse est constante, la figure est donc une droite. De plus la vitesse de $10cm/s$ est commune aux deux figures.

Réponse 4

PAS REPONSE /// Le corps tombe de manière verticale jusqu'au sol, mais cela ne se fait pas instantanément comme dans la figure 6.

Réponse 5

Ces objets A et B pourraient être des objets de même vitesse mais B aurait commencé à se déplacer 2 secondes après A. les objets ne se déplacent que pendant 4 secondes.

Élève 2

Réponse 1a

Non /// Les deux objets ne sont pas à la même vitesse ils ne font que se croiser.

Réponse 1b

Plus petite /// La droite B monte plus en hauteur.

Réponse 2

A /// Entre le temps 0s et temps=1s la droite est plus raide.

Réponse 3

Oui /// Oui c'est juste qu'il n'y a pas la même évolution.

Réponse 4

6 - 8 /// La gravité fait que si un corps tombe, il tombe vers le sol, donc les courbes doivent diminuer.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 3

Réponse 1a

Non /// B avance de 10cm en 1s alors que A a une vitesse d'environ 5cm.s.

Réponse 1b

Plus petite /// A est toujours plus lent que B, sa vitesse est constante. A est plus loin car il a commencé à 15cm et B a commencé à 0cm

Réponse 2

A /// C'est à cet endroit-là que le coefficient directeur est le + grand ce qui indique vitesse la 6 élevée.

Réponse 3

Oui /// Avec la formule $v = \frac{d}{t}$ on peut trouver la vitesse de l'objet de la figure 3 avec la formule $d = tvs^{-1}$ on peut retrouver la distance pour la figure 4 donc oui, dans les 2 cas c'est un objet qui avance à 1cm.

Réponse 4

6 - 8 /// Dans 5 et 7 l'objet montant c'est donc l'inverse de la gravité et un corps extérieur a dû intervenir pour faire bouger l'objet.

Réponse 5

2 objets qui avancent à une même vitesse mais l'objet a démarré avec 2s de retard, ils ont une vitesse de 10cm/s⁻¹. Vitesse constante.

Élève 4

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les objets A et B ont la même vitesse à 3s qui se déplacent sur une ligne horizontale.

Réponse 1b

Plus grande /// lorsque l'on regarde l'objet à l'instant t=2s on voit que l'objet A est plus grand que l'objet B.

Réponse 2

C /// Lorsque l'on regarde dans le graphique la vitesse est plus élevée entre t=3s jusqu'à t=6s.

Réponse 3

Oui /// La position peut être la même chose que la vitesse si la vitesse augmente la figure 3 pourrait correspondre à la figure 4.

Réponse 4

5 – 8 /// Les figures 5 et 8 pouvant correspondre au mouvement d'un corps qui tombe car l'action de gravité faut varier le corps.

Réponse 5

La chute d'un objet léger. On a un objet A et un objet très léger et on les fait tomber en même temps alors le mouvement sera préservé identique.

Élève 5

Réponse 1a

Oui /// à 3min /// Les 2 objets A et B se croisent à 3 secondes donc ils avaient la même vitesse à la 3^{ème} seconde.

Réponse 1b

Plus grande /// L'objet A es à $\approx 25\text{cm}$ à $t=2\text{s}$ et l'objet B à $\approx 20\text{cm}$ donc sa vitesse était plus grande à $t=2\text{s}$.

Réponse 2

C /// L'objet a parcouru plus de mètres entre $t=3\text{s}$ et $t=6\text{s}$ donc la vitesse était plus élevée entre $t=3\text{s}$ et $t=6\text{s}$.

Réponse 3

Oui /// Sur la figure 3 l'objet a une vitesse constante donc il a parcouru 20cm en 4s et sur la fig4 c'est en cm/s donc il y a aussi parcouru 40cm en 4s .

Réponse 4

5 /// Les figures 8 et 7 sont impossible.

Réponse 5

Ce graphique peut correspondre à 2 objets lâchés à intervalle de 2s .

Élève 6

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les deux droites se coupe au même moment en 3s pour 30cm donc à l'intersection.

Réponse 1b

Plus petite /// Car pour l'objet a en 1s parcourt 5cm .

L'objet b en 1s parcourt 10cm . $A \rightarrow 2\text{s} = 10\text{cm}$. $B \rightarrow 2\text{s} 20\text{cm}$

Réponse 2

A /// Pour parcourir 10m $0,5$ pour aller de 3s à 6 il y a 10m

Donc $10 0,5\text{s}$ $10=3\text{s}$

Réponse 3

Je sais pas /// pas compris.

Réponse 4

Je ne sais pas /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 7

Réponse 1a

Oui /// au temps 3 secondes /// Les objets A et B se croise au temps 3s à 30cm donc ils ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// car elle se situe 5cm au-dessus de B qui lui est à 20cm (et l'objet A à 25cm) donc l'objet A à une vitesse de $12,5/\text{s}$ tandis que l'objet B est à $10\text{cm}/\text{s}$.

Réponse 2

Au-dessus de $t=6\text{s}$ /// Car la (courbe) droite continue (à augmenter) à monter au-delà de 6s .

Réponse 3

Non /// Car sur la figure 3 on observe une augmentation jusqu'au $t=4\text{s}$ et $x=40\text{cm}$ or sur la

figure 4 on observe une continuité jusqu'à 4s (cependant 4s) mais stable à 10cm alors que si on fait la moyenne de la montée jusque 40cm on a 20cm donc la figure 4 doit être continue pendant 4s à 20cm/s.

Réponse 4

5 - 7 /// Car quand un corps tombe du point 0 on observe que quand le temps déc----- le temps est de plus en plus en mouvement donc prend de la vitesse (v qu'on est en cm/s).

Réponse 5

Position par rapport au temps de deux objets A et B se déplaçant progressivement à une même mesure à 2 secondes d'intervalle c'est-à-dire que 2 secondes séparent l'objet A de l'objet B.

Élève 8

Réponse 1a

Oui /// 3s /// les deux courbes ont un même point d'intersection à 3s.

Réponse 1b

Plus grande /// La courbe A est au-dessus de la courbe B donc plus grande vitesse.

Réponse 2

C /// Car la courbe augmente et c'est à ce moment quelle est la plus haute.

Réponse 3

Non /// Fig 3 augmente. Fig 4 courbe reste stable.

Réponse 4

5 - 8 /// La courbe n'est pas linéaire, on a plus l'impression de gravité quand la courbe n'est pas linéaire.

Réponse 5

Deux voitures qui roulent à une vitesse qui accélère tout le temps une qui commence à 0s et une à 2s.

Élève 9

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les deux objets vont se croiser à la 3^e seconde.

Réponse 1b

Plus grande /// car la A a commencé plus haut que la B.

Réponse 2

A /// Car l'objet a fait 20m en 2 secondes.

Réponse 3

Non /// Car c'est la position pas la vitesse.

Réponse 4

8 /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 10

Réponse 1a

Oui /// $V = \frac{d}{t} = \frac{30cm}{3s} = 0,10m.s^{-1} =$ Au point d'intersection de A et B où $t=3s$.

Réponse 1b

Plus petite /// Car sur le graphique on s'aperçoit qu'en 1s la droite a plus progressé que la droite A.

Réponse 2

A /// Il parcourt 20m en 1s alors que de 1s à 3s la vitesse est stable donc moins importante que de 0s à 1s.

Réponse 3

Oui.

Réponse 4

5 /// Ce sont c'est 2 là car la chute à point de départ de la hauteur et non à 0m.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 11**Réponse 1a**

Oui /// 3s /// Les objets A et B ont la même vitesse à 3s. on le voit sur le graphique car les deux objets A et B se coupent en (3 ;30).

Réponse 1b

Plus grande /// Car à $t=2s$ on voit que l'objet B est à 20x(cm) alors que l'objet A est à environ 25x(cm).

Réponse 2

C /// La vitesse est plus élevée dans l'intervalle $t=3s$ et $t=6s$ car la l'intervalle $t=0s$ et $t=1s$ la vitesse augmente seulement jusqu'à 10x(m) dans l'intervalle (b) elle est constante à 10x(m) alors que dans l'intervalle (c) elle augmente jusqu'à 20x(m).

Réponse 3

Oui /// Car dans la figure 3 il s'agit de la position et dans la figure 4 il s'agit de la vitesse.

Réponse 4

5 /// Car un corps qui tombe seulement par l'action de gravité ne perdra pas de vitesse comme sur la figure 8, ne prendra pas une grande vitesse d'un coup, figure 7 et n'aura pas la même vitesse du début à la fin : fig 6. Le corps prendra de la vitesse au fur et à mesure de la chute comme sur la fig 5.

Réponse 5

Cette figure peut correspondre à la chute d'un corps mais pas librement seulement par l'action de la gravité. Pour obtenir se graphique il faut ajouter un facteur en plus de la gravité à la chute du corps.

Élève 12**Réponse 1a**

Non /// La distance parcouru par B est plus grande que celle de A donc l'objet B est plus rapide.

Réponse 1b

Plus petite /// L'objet A a parcouru moins de distance à $t=2s$ donc il est moins rapide.

Réponse 2

A /// la vitesse est plus élevée quand la droite est la plus croissante.

Réponse 3

Oui /// Oui car la vitesse est constante donc les 2 graphique corresponde au même mouvement.

Réponse 4

6 - 8 /// La fig 8 l'objet a une vitesse au début. Elle diminue ensuite, représentant la chute de l'objet dû à la gravité. Fig 6 l'objet tombe sans aucune vitesse.

Réponse 5

Les 2 courbes suivent le même processus la figure B commence juste 2 secondes plumard. Ils ont la même vitesse.

Élève 13**Réponse 1a**

Oui /// 3s /// La ligne des objets A et B se croisent en un point à t_3s .

Réponse 1b

Plus grande /// à l'instant $t=2s$, l'objet A est à 25cm alors que l'objet B est à 20cm.

Réponse 2

A /// Entre $t=0s$ et $t=1s$ car l'objet passe de -10m à 1m en 1s.

Réponse 3

Non /// Car elles ne partent pas toutes les deux de 0.

Réponse 4

5 /// La vitesse augmente au fur et à mesure de la chute.

Réponse 5

Le graphique peut correspondre à 2 objets qui se déplacent simultanément et a la même vitesse mais l'objet B est parti 2s après l'objet A.

Élève 14

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les 2 courbes se croisent à 3s, les 2 objets ont la même vitesse à ce point.

Réponse 1b

Plus petite /// l'objet B a parcouru 20cm et l'objet A 10cm seulement.

Réponse 2

A /// L'objet a parcouru 20cm en 1 seconde.

Réponse 3

Non /// Fig = 3 : la courbe est croissante. Fig 4 : la courbe stagne.

Réponse 4

6 - 8 /// Le corps tombe de 40cm en 2 secondes fig 6.

Réponse 5

2 objets qui partent à la même vitesse mais pas en même temps.

Élève 15

Réponse 1a

Oui /// 3 secondes /// Car nous avons une intersection des 2 courbes à 3 secondes et 30cm.

Réponse 1b

Plus grande /// Car la courbe de l'objet A se trouve au-dessus de celle de l'objet B à 2 secondes.

Réponse 2

A /// Car en 1 seconde l'objet parcourt 20 mètres.

Réponse 3

Oui /// Car dans la figure 1, nous avons une évolution donc un mouvement ascendant de 10cm/s, ce qui est représenté dans la figure 2, la vitesse est de 10cm/s.

Réponse 4

8 /// Car la courbe est descendante et que la vitesse augmente selon le temps.

Réponse 5

A 2 voitures qui roulent à la même vitesse et qui partent de 0km/h.

Élève 16

Réponse 1a

Oui /// $x=30$ /// Après 3 secondes de déplacement sur cette ligne horizontale, les deux objets auront parcouru 30cm.

Réponse 1b

Plus grande /// La courbe A quand $t=2s$ est au-dessus de la courbe B.

Réponse 2

A /// On passe de -10m à 10m en 1 seconde.

Réponse 3

Non /// Figure 3 : c'est un mouvement : on parcourt des cm en fonction des secondes. Figure 4, stagnation.

Réponse 4

5 - 8 /// On part de 0 en parcourt 40cm vers le bas, la vitesse augmente avec le temps, Il n'est pas question de proportionnalité.

Réponse 5

Deux objets qui parcourent une distance sur le même chemin, la même droite à la même vitesse mais avec deux secondes de décalage.

Élève 17

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ /// L'objet A et B gagne de la vitesse, l'objet B gagne de la vitesse plus rapidement que le A, l'objet B fini donc par dépassé en $t=3$ la ou les 2 ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// La courbe de vitesse de l'objet A est au-dessus de l'autre donc a l'instant $A = 2$ l'objet A a une plus grande vitesse.

Réponse 2

A /// c'est en A car la courbe augmente le plus vite par rapport au reste du graphique.

Réponse 3

Oui /// Oui car dans la figure 4 la vitesse reste la même et dans la figure 3 la position de l'objet avance toujours a la même vitesse donc on a le même type de mouvement.

Réponse 4

8 /// La figure 5, l'objet monte donc pas de chute, la fig 7 l'objet monte aussi donc pas de chute, la figure 6, l'objet ne peut pas être à la fois en $t=2$ plusieurs positions en même temps donc c'est la figure 8.

Réponse 5

A l'avancement de 2 objets en ligne droite a la même vitesse mais a un départ différent.

Élève 18

Réponse 1a

Non /// L'objet B va toujours plus vite que l'objet A.

Réponse 1b

Plus petite /// l'objet A a parcouru 10cm en 2 secondes. L'objet B a parcouru 20cm en 2 secondes.

Réponse 2

A /// 20cm en 1 seconde.

Réponse 3

Non /// Je ne sais pas l'expliquer.

Réponse 4

8 /// Elle chute en fonction du temps. Un objet met du temps à tomber.

Réponse 5

Deux escargots qui partent à 2 secondes d'intervalle et qui ont tous deux la même vitesse.

Élève 19

Réponse 1a

Oui /// à 3s /// à l'intersection, la distance et la vitesse sont les mêmes pour les 2 objets ($t=es$, $x=30cm$).

Réponse 1b

Plus petite /// car la distance est plus petite pour une même durée ($A=10cm$, $B=20cm$).

Réponse 2

A /// car le coefficient directeur est plus grand.

Réponse 3

Non /// La fig 4 n'effectue aucun mouvement.

Réponse 4

5 – 8 /// Car le mouvement n'est pas linéaire : la vitesse de la chute augmente au fur et à mesure.

Réponse 5

Cette situation peut correspondre à 2 objets qui parcourent une distance égale à la même vitesse, mais avec l'objet B partant 2s plus tard.

Élève 20

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les 3 droites se croisent à 3s.

Réponse 1b

Plus petite /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 2

A /// Entre 0 et 1 la droite est fortement croissante.

Réponse 3

Non /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

5 - 8 /// Avec l'action de gravité la courbe ne peut pas être une droite.

Réponse 5

Même vitesse à une position différente.

Élève 21

Réponse 1a

Non /// La particule A et la particule B ont un point d'intersection cependant ils ne sont pas ni la même distance donc n'ont pas la même vitesse.

Réponse 1b

Plus petite /// La particule B a déjà parcouru 20cm et la particule A n'a parcouru que 10cm.

Réponse 2A /// Vitesse = distance par temps ici la plus grande distance est 10cm en 1 sec.

Réponse 3

Oui /// Car ce sont toutes deux des droites une cm en fonction du temps et l'autre cm/s en fonction du temps.

Réponse 4

5 - 8 /// Il faut que la courbe soit une droite.

Réponse 5

A et B peuvent correspondre à la vitesse de deux objets similaires mais en partant pas en même temps.

Élève 22

Réponse 1a

Oui /// au bout de 3s /// L'objet B se déplace à une vitesse + grande que l'objet A, mais la position de départ n'est pas la même, arrivé à 3 secondes, les 2 objets se rencontrent et ils ont à ce moment précis la même vitesse.

Réponse 1b

+ petite /// L'objet A se déplace + lentement, l'objet B se déplace à 1s → 10m l'objet A se déplace à 1s donc plus petite que B.

Réponse 2

D entre $t=3$ et $t=+\infty$ /// La courbe évolue (bien nettement) entre $t=3$ et $t=6$, cependant la courbe continue de grimper alors l'hypothèse que l'on peut avancer c'est que la vitesse a été le t élevé entre $t=3$ et $+\infty$.

Réponse 3

Non /// La figure 3 représente un mouvement ascendant, alors que la figure 4 représente un mouvement linéaire.

Réponse 4

8 /// La figure 8 représente le mouvement d'un corps lancé qui tombe dû à la poussée de la gravité qui s'établit petit à petit et non d'un corps à dû au frottement de l'air.

Réponse 5

La ligne 2 peut correspondre : A = une valeur ----
-- et le ---- B à un objet ayant ----- des
modifications lancé après d'objet A.

Élève 23

Réponse 1a

Non /// Car s'ils avaient la même vitesse les
droites serait confondu.

Réponse 1b

Plus grande /// Car les courbes se coupent en
 $t=3s$ la A passe sous la B en ce point.

Réponse 2

A /// Car entre $t=0s$ et $t=1s$ elle passe de -10 à
 $10m$ puis reste stable jusque $t=3s$ et de $t=3s$ à $6s$
va jusque $20m$.

Réponse 3

Non /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

6 - 8 /// car une courbe représentant la gravité
n'est pas constante au proportionnelle.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 24

Réponse 1a

Oui /// 30/3 /// Les deux droites se croisent.

Réponse 1b

Plus petite /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 2

C /// la courbe augmente à partir de $t=3s$.

Réponse 3

Non /// La courbe est stable.

Réponse 4

6 - 8 /// sur la fig 5 et 7 la droite monte.

Réponse 5

2 voitures qui se déplacent en fonction du temps
sur une même route pour pouvoir les comparer.

Élève 25

Réponse 1a

Non /// Comme ce n'est pas le même Coeff
directeur.

Réponse 1b

Plus petite /// son coef directeur est faible.

Réponse 2

A /// Car elle monte + vite.

Réponse 3

Oui /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

8 /// Car on ne tombe pas nettement.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 26

Réponse 1a

Non /// Je ne sais pas.

Réponse 1b

Plus petite /// Car la droite est plus horizontale
que la droite B donc elle met plus du temps à
monter.

Réponse 2

A /// Le début de la figure en un mouvement
verticale (à 50%) c'est le mouvement qui monte
le plus vite.

Réponse 3

Oui /// Part à la même vitesse.

Réponse 4

8 /// Car c'est la seule figure qui commence vers le haut et qui ne tombe vers le bas.

Réponse 5

Cette figure peut représenter deux personnes lançant un objet avec 2 secondes d'intervalle.

Élève 27

Réponse 1a

Oui /// au moment où ils se croisent /// Même si l'objet A n'a pas la même position que le B, à 3s ils auront la même vue qu'ils ont le même point en commun.

Réponse 1b

Oui /// Car l'objet A part pas de l'origine comme B mais de $\approx 15\text{cm}$.

Réponse 2

A /// On remarque que la courbe augmente toujours, mais elle gagne presque 10m en 1s, alors qu'à la fin elle gagne 10m en 3s.

Réponse 3

Non /// La figure B part de, mais elle est proportionnelle.

La figure C part de 10, mais elle est constante. Alors elles ne correspondent pas.

Réponse 4

5 - 8 /// Un corps qui tombe n'est pas forcément verticale, au proportionnelle par l'action de la gravité.

Réponse 5

Ce graphique correspond à 2 objets de même vitesse, à chaque moment (à l'inverse de la figure 1).

Élève 28

Réponse 1a

Non /// Le coefficient des 2 droites sont différentes, les droites sont sécantes car l'objet B est plus rapide que le A.

Réponse 1b

Plus petite /// l'objet A a une vitesse d'environ 5cm/s^{-1}

L'objet B a une vitesse de 10cm/s^{-1} .

Réponse 2

A /// Dans l'intervalle A car l'objet s'est déplacé de 20m en 1 seconde.

Réponse 3

Oui /// La figure 3 représente la distance parcourue en une seconde et la figure 8 représente la distance parcourue par seconde.

Réponse 4

5 - 8 /// La figure 5 peut représenter l'accélération pendant la chute. La figure 8 peut représenter l'altitude restante.

Réponse 5

Cette figure peut représenter la distance que parcourt un objet avec un décalage de 2 secondes entre l'objet A parti plus tôt que l'objet B.

Élève 29

Réponse 1a

Oui /// 3s /// ils ont la même vitesse à l'intersection.

Réponse 1b

+ petite /// à 2s l'objet $\rightarrow 20\text{cm}$ (départ 0) alors qu'objet A $\rightarrow 25\text{cm}$ (départ 15cm).

Réponse 2

A /// Car 20m en 1s (B $\rightarrow 0\text{m}$ en 3s et C $\rightarrow 1\text{m}$ en 3s).

Réponse 3

Oui /// Fig 3 40cm en 4s. Fig 4 10cm/s pour 4s
 $4 \times 10 = 40$.

Réponse 4

8 /// Car les autres graphiques ne représentent pas de chute.

Réponse 5

Le déplacement de 2 objets à 2s d'intervalle.

Élève 30

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les 2 droites se coupent donc à cette intersection ils ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// Puisque la droite A est au-dessus de la droite B.

Réponse 2

A /// Puisque la droite augmente rapidement en un temps court.

Réponse 3

Non /// Dans l'un on parle de la position et dans l'autre de la vitesse, en fonction du temps.

Réponse 4

6 - 8 /// Le corps tombe par la gravité donc de haute en bas alors c'est une courbe qui descend.

Réponse 5

Vitesse de 2 objets identiques positionnés en 2 temps différents.

Élève 31

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les deux courbes se croisent en ce point.

Réponse 1b

Plus petite /// Elle est plus petite car la courbe B augmente de 10cm/s alors que la courbe A d'environ 5cm/s.

Réponse 2

A /// Car c'est entre 0s et 1s que la position a varié le plus vite, elle est passé de -10 à 10 en 1s.

Réponse 3

Oui /// La figure 3 représente la position en fait du temps et la figure quatre la vitesse donc ce sont deux choses différentes qui pourraient se compléter.

Réponse 4

6 - 8 /// La courbe 8 est décroissante donc correspond à une chute et la 6 peut l'être également.

Réponse 5

À deux objets qui ont la même vitesse.

Élève 32

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Oui elles ont la même vitesse à un moment car les courbes croisent.

Réponse 1b

Plus grande /// Car à l'instant $t=2$ l'objet va à environ $25\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ alors que l'objet B lui à l'instant s^{-1} à 20cm .

Réponse 2

D $t=6$ $t=1\text{s}$ /// Car c'est là qu'elle est la plus haute : entre 0 et 1s c'est l'accélération qui est plus importante pas la vitesse.

Réponse 3

Non /// Car la courbe de la figure 4 doit passer par 0.

Réponse 4

5 - 7 - 8 - 6 /// Car le 6 et la 7 correspondent à la vitesse durant la chute et la 8 et 6 correspondent

au corps qui tombe. La fig 6 va avec la 7 et la 8 va avec la 5.

Réponse 5

Cela correspond d'un corps qui part à la vitesse t 0 un autre corps part à la même vitesse avec la même accélération mais 2s après.

Élève 33

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les 2 courbes se croisent.

Réponse 1b

Plus petite /// La courbe B va à 10cm/s que la A va à 0,5cm/s.

Réponse 2

A /// La courbe a monté de 20cm, en 1 second.

Réponse 3

Oui /// Car la courbe est toujours droite.

Réponse 4

6 - 8 /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 5

2 objets qui partent à la même vitesse mais pas en même temps.

COURNEUVE

Élève 1

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ /// Le graphique montre leur position par rapport au temps et à $t=3s$ ils se croisent.

Réponse 1b

Plus grande /// $t=2s$, l'objet A est à 25cm et le B à 20cm donc l'objet A a une vitesse plus grande.

Réponse 2

C /// De $t=0s$ et $t=1s$ la vitesse va jusqu'à 10m/s ensuite jusqu'à $t=3s$ elle reste constante et à la fin elle augmente.

Réponse 3

Non /// Car dans la fig 3, la vitesse non est de 40cm/s tandis que dans la fig 4, la vitesse reste constante à 10cm/s.

Réponse 4

6 /// Car il tombe verticalement, sans courbe il est tout droit.

Réponse 5

Je n'ai pas compris la question.

Élève 2

Réponse 1a

Non /// à 3s /// La vitesse de la courbe augmente au fur et à mesure du temps plus rapidement que la courbe A, la courbe A étant.

Réponse 1b

Plus petite /// La vitesse est plus petite car à 2s la voiture est située à 20cm/2s alors que la vitesse de A est de 25cm/s.

Réponse 2

A /// La vitesse en objet parcourt plus d'un en un s qu'en autres temps

Réponse 3

Non /// Le premier mouvement est un mouvement rectiligne accéléré la vitesse augmente au cours du temps alors que la courbe de la vitesse est constante elle ne bouge pas.

Réponse 4

6 et 8 /// Car la vitesse est ralentie la vitesse doit être égale à 0.

Réponse 5

Je n'ai pas compris.

Élève 3

Réponse 1a

Oui /// à 3s et 30cm /// $v = \frac{d}{t}$ et 30s, donc la vitesse est identique à ce moment précis et à cette distance précise.

Réponse 1b

Plus grande /// La vitesse de l'objet A est plus grande car la distance parcourue pour l'objet A est plus grande que la distance parcourue pour l'objet B ($v = \frac{d}{t}$)

Réponse 2

Oui /// Dans les deux cas, le mouvement est rectiligne uniforme.

Réponse 3

Oui /// Dans les deux cas, le mouvement est rectiligne uniforme.

Réponse 4

6 et 8 /// Les figures 8 et tombent librement seulement par l'action de la gravité car sur la figure 8, la fonction est décroissante contrairement aux figures 5 et 7. Dans la figure 6, le corps tombe en ligne droite.

Réponse 5

Le graphique peut décrire le mouvement de deux corps en fonction de la distance et du temps. Ces deux corps sont séparés à des distances égales.

Élève 4

Réponse 1a

Non /// aucun /// les deux objets A et B ne vont jamais à la même vitesse sur ce graphique, bien que leurs direction se croise en t(3) a x(30).

Réponse 1b

Plus grande /// car elle traverse plus de distance en une même seconde que l'objet A.

Réponse 2

C /// Lorsque l'on regarde dans le graphique la vitesse est plus élevé entre t=3s jusqu'à t=6s.

Réponse 3

Oui /// Si les deux sont constantes comme sur les figures ci-dessus, ce sont tous les deux des mouvements rectilignes uniformes.

Réponse 4

La 1 et la 4 (la figure 5 et 8) /// La 3 ne peut pas être une courbe de la chute d'un objet car son accélération ne varie pas. La 2 ne peut pas en être une non plus. Car sa vitesse décroît, ce qui n'est plus valable avec la gravité.

Réponse 5

A la trajectoire rectiligne dans l'espace de deux objets A et B dans l'espace (sans gravité) dû à une force F de départ.

Les objets A et B dans l'espace ne sont pas soumis à la gravité ni à aucune force de frottement, Leurs vitesse est donc constante et leur mouvement rectiligne.

Élève 5

Réponse 1a

Oui /// au croisement /// Les valeurs utilisées lors du calcul de la vitesse sont exactement les mêmes lors du croisement (3s ; 30cm).

Réponse 1b

Plus grande /// Car à l'instant $t=2s$ l'objet A a parcouru une plus grande distance (25cm) que l'objet B (20cm) à $t=2s$.

Réponse 2

A /// Car l'objet atteint les 20m en 1s à l'instant $t=0s$ et $t=1s$ alors que par exemple entre $t=3s$ et $t=6$ l'objet met 3s pour parcourir 10m.

Réponse 3

Oui /// Ces courbes pouvaient correspondre au même type de mouvement (rectiligne uniforme) car la figure 3 représente la position au cours du temps alors que la figure 4 représente la vitesse au cours du temps.

Réponse 4

8 /// Car la position de « l'objet » diminue au cours du temps.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 6

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ /// Oui car ----- $v = \frac{d}{t}$ et à $t=3s$ les objets A et B ont la même d et t .

Réponse 1b

Plus grande /// $v_B = \frac{d}{t} = \frac{20}{2} = 10$ $v_A = \frac{d}{t} = \frac{25}{2} = 12,5$.

Réponse 2

A /// Entre $t=0s$ et $t=1s$ c'est le moment où l'objet se déplace le plus loin en moins de temps.

Réponse 3

Oui /// Je ne sais pas comment le justifier.

Réponse 4

6 /// La figure 6 est la seule qui a une courbe que va seulement vers le bas.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 7

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ /// A $t=3s$, l'objet A et B ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// En effet dans ce graphique nous pouvons remarquer que l'objet A à une plus petite distance que l'objet B à $t=2s$ donc l'objet A à une plus grande vitesse.

Réponse 2

D entre $t=3s$ et plus /// D'après le graphique, nous remarquons qu'après $t=3s$ la droite augmente donc que la vitesse augmente.

Réponse 3

Oui /// En effet, dans les figures 3 et 4 il s'agit d'un mouvement constant, à chaque fois, on trouve $10\text{cm}/s^{-1}$.

Réponse 4

5 et 8 /// Lorsque l'on laisse tomber un objet librement sa vitesse augmente car elle est attirée par la gravité. Ça dépend de la position initiale.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 8

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ /// Les courbes se rejoignent à cet endroit et $v = \frac{d}{t}$ donc pour l'objet A et B c'est $v = \frac{30}{3} s^{-1} = 10\text{cm}$.

Réponse 1b

Plus petite /// En 2sec l'objet B parcourt 20cm alors que l'objet A en parcourt A en parcourt 10cm.

Réponse 2

$s^{-1}A$ /// Il parcourt 20m en 1s soit une vitesse de 20m.

Réponse 3

Non /// La position est rectiligne et la vitesse correspond à une forme constante, soit elle est uniforme, Dans la position on voit un mouvement accéléré à position change de place avec le temps.

Réponse 4

6 /// Parce qu'elle tombe droite sans variation de vitesse elle est attirée par la gravité seulement en négligeant toutes les autres forces qui feraient varier la vitesse.

Réponse 5

. Je n'ai pas compris la question

Élève 9

Réponse 1a

Oui /// lorsque $t=3s$ /// Je ne sais pas comment l'expliquer.

Réponse 1b

$$v_B = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm.s}^{-1} \quad v_A = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm.s}^{-1}$$

Réponse 2

A /// La vitesse est plus élevée entre $t=0s$ et $t=1s$ car la droite qui représente cet instant parcourt plus de distance dans un temps plus court.

Réponse 3

Oui /// Les figures 3 et 4 pourraient correspondre au même type de mouvement étant donné que le mouvement pourrait être rectiligne et uniforme avec une vitesse constante de 10cm/s. De plus, on remarque que la droite représentant la position de l'objet en fonction du temps est affine et passe par l'origine.

Réponse 4

6 et 8 /// Les figures 6 et 8 peuvent représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement

seulement par l'action de la gravité puisqu'elles représentent des mouvements descendants.

Réponse 5

Je ne comprends pas vraiment le sens du mot « situation » utilisé dans la question. J'ai aussi du mal à comprendre le graphique.

Élève 10

Réponse 1a

Non /// On aurait tendance à croire qu'à 30cm, les objets A et B ont la même vitesse car les lignes se croisent, Tandis que même position ne veut pas dire même vitesse. De plus, A et B ont une vitesse constante propre à eux (ligne).

Réponse 1b

Plus petite /// Elle est plus petite car la droite représentant l'objet B est plus « pentue » c'est-à-dire qu'elle se déplace plus rapidement dans un mouvement rectiligne uniforme. De plus on remarque que la droite passe par l'origine.

Réponse 2

A /// Entre $T=0s$ et $T=1s$, l'objet a la plus grande vitesse, elle fait 20m/s. Tandis qu'entre $t=3s$ et $T=6s$, elle fait seulement 10m/3s.

a. Dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été plus élevée?

- A. Entre $t=0s$ et $t=1s$ *position aug[↑]*
- B. Entre $t=1s$ et $t=3s$ *la position n'augmente pas.*
- C. Entre $t=3s$ et $t=6s$ *position aug[↑]*

Réponse 3

Oui /// La figure 3 et 4 ont une différence au niveau des unités dans la figure 3, l'objet se déplace à 10cm/s et constante.

Réponse 4

8 /// La vitesse de la chute de l'objet augmente.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 11

Réponse 1a

Non /// En fait, on observe grâce à la droite A que l'objet à une vitesse de 5cm/s tandis que l'objet B a une vitesse de 10cm/s.

Réponse 1b

+ petite /// Les déplacements des objets A et B sont représentés par des lignes. Ce qui veut dire vitesse constante.

A se déplace à une vitesse de 5cm/s et B a 10cm/s. La vitesse de A ne dépasse jamais celui de B.

Réponse 2

A /// Entre t=0s et t=1s, on observe qu'en 1 seconde la particule parcourt 20m Entre 1 et 3 secondes elle est restée constante.

Réponse 3

Oui /// La figure 3 représente un mouvement constante tandis que la figure 4 aussi.

Réponse 4

8 /// On observe une descente (de 40 à 0cm) durant 3 secondes.

Réponse 5

Deux objets A et B ont une vitesse constante. Égale. L'objet A se déplace dès 0 secondes tandis que l'objet B se déplace en décalage de 2 secondes. C'est pourquoi on observe les secondes parallèles.

Élève 12

Réponse 1a

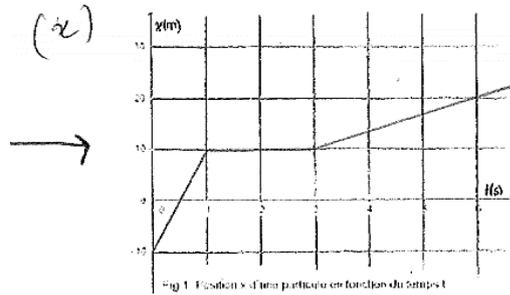
Oui /// (3 ;30) /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 1b

$V_A < V_B$ /// $A = \frac{0,2}{2} = 0,05m.s \quad v$

Réponse 2

A



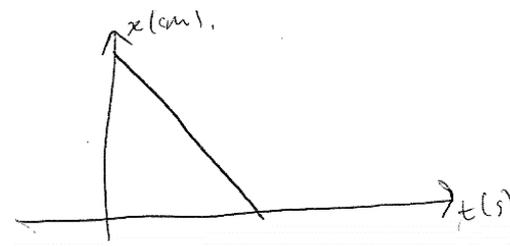
Réponse 3

Oui. MDR.

Réponse 4

Figure 5 et 8. MDR

Réponse 5



Élève 13

Réponse 1a

Oui /// t=3 /// On sait que la vitesse = distance / temps, ainsi par lecture graphique on peut voir qu'au croisement des 2 courbes, les 2 objets ont une même vitesse car ils sont à la même position au même moment. Ainsi :

A.N : d=30cm

T =3s

V =10cm/s

Réponse 1b

1) Plus grande ///

$$V = \frac{d}{t} \quad \text{Objet A : A.N : } d=25\text{cm}$$

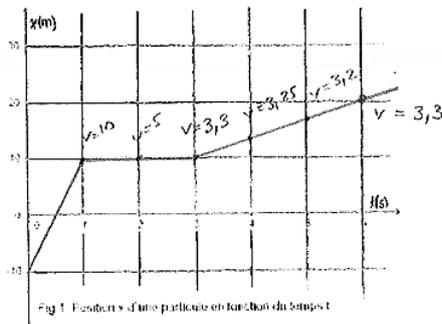
$$\text{Objet B : A.N : } d=20\text{cm}$$

$$t=2\text{s} \qquad t=2\text{s}$$

$$V=1,25x \qquad v=1,0x$$

Réponse 2

B /// J'ai calculé les vitesses aux différentes positions de l'objet (Représentation graphique).



Réponse 3

Oui /// Le 1^{er} graphique correspond à la position en fonction du temps, tandis que la deuxième correspond à la vitesse en fonction du temps.

On peut voir que le 1^{er} graphique correspond au 2^{ème}, et que $V=10\text{cm/s}$ dans les 2 graphiques.

Réponse 4

PAS RÉPONSE.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 14

Réponse 1a

Oui /// Lorsqu'ils se croisent // On peut voir sur le graphique qu'à 3 secondes, ils ont la même vitesse 30cm.

Réponse 1b

Plus petite /// À $t=2\text{s}$, l'objet A est à 25cm alors que l'objet B est à 20cm.

Réponse 2

C /// La vitesse augmente de plus en plus entre $t=3\text{s}$ et $t=6\text{s}$.

Réponse 3

Non /// La figure 4 correspond à une fonction rectiligne uniforme alors que la figure 3 correspond à une fonction rectiligne non uniforme.

Réponse 4

6 /// Lorsque la pomme tombe sur Newton.

Réponse 5

Je ne sais pas, je ne comprends pas le graphique.

Élève 15

Réponse 1a

Non /// nous remarquons qu'en 3 secondes ils (objets A et B) ne parcourent pas la même distance.

Réponse 1b

Égale /// La vitesse de l'objet A est égale à la vitesse de l'objet B en 2 secondes les objets parcourent la même distance.

Réponse 2

A /// Car nous on peut voir qu'en 1 seconde l'objet parcourt 20 mètres.

Réponse 3

Oui /// Le mouvement est droit et uniforme malgré le fait que la vitesse n'est pas la même.

Réponse 4

6 /// Théoriquement le corps qui tombe librement par l'action de la gravité devrait tomber vers le bas.

Réponse 5

La situation peut correspondre au fait les objets A et B ont la même vitesse mais pas partir au même mouvement.

Élève 16**Réponse 1a**

Oui /// 3s /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 1b

Plus petite /// Les deux objets se coupe en 3s et la distance de l'objet A est plus petite que celle de B, donc, l'objet B doit avoir une vitesse plus grande pour faire couper l'objet A en 3s.

Réponse 2

B /// Dans cet intervalle, la distance est courte et la position est constante (pas croissante).

Réponse 3

Oui /// C'est un mouvement rectiligne.

Réponse 4

8 /// Le corps tombe d'une hauteur, donc sa sera la figure 8.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 17**Réponse 1a**

Non /// les 2 courbes ont une fonction différente. Leur vitesse de déplacement ne peut pas être la même. Or, on voit un point d'intersection c'est

trompeur car il correspond au point d'intersection des objets.

Réponse 1b

Plus petite /// En observant seulement la croissance des 2 courbes, on observe que la courbe B croît plus vite que la courbe A. C'est évident que la vitesse de l'objet A est plus petite.

Réponse 2

A /// Entre $t=0s$ et $t=1s$, l'objet a parcouru 20m donc une distance élevée en peu temps. En comparant de la même manière les autres intervalles :

$$v = 0 \quad [3; 6]$$

$$[1; 3] \quad v = \frac{d}{t} = \frac{10}{3} \approx 3 \frac{m}{s}$$

Réponse 3

Oui /// On s'intéresse au ce types de mouvements, c'est à dire s'il est circulaire, rectiligne, courbé ligne, etc. On ne demande pas la vitesse à l'autres, Si on se fil à la question, en effet, il s'agit d'un mouvement rectiligne et uniforme car la forme, la direction et le sens du vecteur vitesse v est la même dans le sens où elle ne varie pas au----- des mouvements...

Réponse 4

4^{ème} /// La question indique qu'il s'agit d'une chute libre, Ainsi, il n'est soumis qu'à une seule force, son poids. On néglige la poussée d'Archimède et les frottements. Si je ne me trompe pas (pas sûr), mais il s'agit de faire le lien avec la deuxième loi de Newton car les conditions nécessaires peuvent utiliser cette loi est celle-ci.

Réponse 5

Je ne pourrais pas inventer une situation car je n'ai pas saisi la globalité des graphiques mais je pense qu'il s'agit d'un mouvement rectiligne et uniforme. De plus le coefficient directeur des deux droites et la même, c'est-à-dire, qu'elles sont parallèles. Le mouvement de deux objets serait parallèle sauf que le temps ($t=0s$ ou $t=2s$) à partir duquel le mouvement commence diffère...

Élève 18

Réponse 1a

Non /// Les deux objets n'ont pas la même vitesse car on voit bien que l'objet B se déplace plus rapidement. Le fait est que le croisement des droites induit en erreur.

Réponse 1b

Plus petite /// L'objet B a une vitesse constante de 10cm/s celle de l'objet A lui est visiblement inférieure.

Réponse 2

A /// On a une vitesse de 20cm/s alors qu'entre t=1s et t=3s, elle est de 0cm/s, et entre t=3s et t=6s, de moins de 1cm/s.

Réponse 3

Oui /// Oui car n'a dans la figure 3 le graphique d'un mouvement à la vitesse constante, or, la figure 4 représente une vitesse constante en fonction du temps. Donc, ces figures peuvent correspondre au même type de mouvement.

Réponse 4

5 et 8 /// Le 5 ne précise pas si l'origine de l'ordonnée des points correspond au point de départ de l'objet dans sa chute = peut être une chute, ou si c'est le point de départ d'une ascension. Idem pour la 8, pour la 7, on a une chute à vitesse constante, or la gravité est une accélération donc pas la 7. La 6 ne montre pas de changement temporel.

Réponse 5

Aux mouvements rectilignes uniformes de deux objets A et B. On a deux objets au mouvement dans une direction à une vitesse constante, objets soumis à cette trajectoire à un intervalle de 2 secondes, donc l'un après l'autre.

Élève 19**Réponse 1a**

Oui /// t=3 /// Etant donné que les objets se sont croisés ils ont eu la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// En cherchant la vitesse des 2 objets ($V = \frac{d}{t}$) on peut en déduire la vitesse des objets.

Réponse 2

A /// La vitesse était plus élevée en t=0s et t=1s car l'objet a parcouru plus de distance entre ces 2 temps.

Réponse 3

Oui /// La figure 4 et 3 montre que la vitesse est de 10cm/s.

Réponse 4

6 et 8 /// à un objet lancé à la même vitesse mais à des temps différents.

Réponse 5

A un objet lancé à la même vitesse mais à des temps différents.

Élève 20**Réponse 1a**

Oui /// Les objets A et B ont la même vitesse à un moment car les courbes se croisent.

Réponse 1b

Égale /// La vitesse de l'objet A est égale à la vitesse de l'objet B car les 2 courbes sont, à ce moment-là, dans la même ligne (20).

Réponse 2

C /// C'est entre t=3s et t=6s car on voit sur le graphique que la courbe est à ce moment-là le plus élevé.

Réponse 3

Non /// Non car dans la figure 4 le mouvement est constant contrairement à la figure 3 où le mouvement bouge.

Réponse 4

6 et 8 /// Comme la gravité elle attire vers le bas. C'est donc logique que ce soit les figures 8 et 6.

Réponse 5

La figure peut correspondre à deux mouvements qui font la même trajectoire mais ne débute pas au même moment. A commencé à $t=0s$ et B à $t=2s$.

Élève 21

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ Car courbe A et courbe B ont un point d'intersection d'après le graphique. Le point d'intersection des deux droites est : $(x=3 ; y=30)$.

Réponse 1b

1) Plus grande//

$$=V_A = \frac{d_A}{t} \approx \frac{25}{2} 1,25 \times 10^1 s^{-1} m.$$

$$=V_B = \frac{d_B}{t} \approx \frac{20}{2} 1 \times 10^1 s^{-1} m.$$

$$\rightarrow V_A > V_B$$

Réponse 2

A /// De manière qualitatif, en regardant l'orientation des droites, on constate que celle de l'intervalle $(0s ; 1s)$ est grande (proche de verticale). D'une manière quantitative, il faut se fier au coefficient directeur « a » des droites.

Réponse 3

Non /// La figure 3 fait référence à un mouvement accéléré car le coefficient directeur « a » est positif ($a = \frac{y(4)-y(0)}{x(4)-x(0)} = \frac{40-0}{4-0} = \frac{40}{0} = 10 > 0$) Tandis que la figure 4 fait référence à un mouvement uniforme -----.

Réponse 4

5 /// Si on néglige les forces de frottement, les travaux etc... D'emblée la fig 6 (sa courbe ne passe pas par $t=0s$) ne marche pas

La Fig 8 ne marche pas ---- car la vitesse ne fait que de diminuer (alors qu'elle devrait augmenter au leur et à mesure qu'elle descend.

Même si on néglige ces forces et les travaux... se faut garder quand même un esprit réaliste... Alors, la fig 7 ne marche pas car elle varie linéairement (même graphique) alors qu'il existe des interactions différentes de la gravité qui s'appliquent sur le système étudié. Donc c'est la figure 5. (La vitesse augmente petit à petit et qu'elle varie non-linéairement)

Réponse 5

Réponse : PAS DE TEMPS.

Élève 22

Réponse 1a

Oui /// À $t=3s$ et $x=30cm$ /// après avoir observé le graphique, je remarque que les deux droites se coupent sur un point précis. Notamment sur les coordonnées $(3 ; 30)$.

Réponse 1b

Plus grande /// On sait que la droite B est linéaire car elle passe par l'origine. Donc elle est aussi proportionnelle.

À l'instant $t=2s$, le rapport de la distance parcourue (ici 25cm) par le temps est égale à 12,5m/s pour la droite A. Alors que pour la B, le rapport de la distance parcourue par le temps est égal à 10m/s.

Réponse 2

A /// J'ai calculé le rapport de la distance par le temps et j'ai noté les résultats sur le graphique.

Réponse 3

Oui /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

PAS RÉPONSE.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 23

Réponse 1a

s^{-1} Oui /// au moment 3 secondes (vitesse de 10cm.

Réponse 1b

Plus grande /// Si l'on applique la relation $V = \frac{d}{t}$ sur les deux objets, nous obtenons

$$(V_A t = 2s) = \frac{d_A}{t_A} \approx \frac{25}{2} 12,5 m.s^{-1}$$

$$(V_B t = 2s) = \frac{d_B}{t_B} \approx \frac{20}{2} 10 m.s^{-1}$$

Réponse 2

(Je n'ai pas compris la question) D à partir de $t=3s$ /// La vitesse sur la figure a continué à être plus élevé au-delà de $t=6s$.

Réponse 3

Oui /// En calculant la vitesse sur la figure 3 de chaque point, nous retrouvons une vitesse de $10 cm.s^{-1}$ la figure 4 reflète la vitesse en fonction du temps. Dans les deux cas la figure, la vitesse est constante sur 10cm.

Réponse 4

5 et 8 /// La gravité est connue sous un autre nom qui est l'accélération de la pesanteur Cet accélération est aux variations de la vitesse. Ce qui explique la figure 8 et 5.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 24**Réponse 1a**

Non /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 1b

Plus petite /// Sur une durée de 2 seconde l'objet A à parcouru environ 10cm ---- de l'objet B en a parcouru 20.

Réponse 2

A /// Une vitesse étant la ----- d'une distance par le temps parcouru pour l'effectuer il faut

regarder la période en on a effectué la plus grande distance en un minimum de temps ----- -- $t=0s$ et $t=1s$ c'est à ce moment que la vitesse est la plus grande.

Réponse 3

Oui /// D'une part l'un des mouvements est mobile et de l'autre l'objet est immobile, ce qui est contradictoire. À moins que l'on- de mouvement de perspective en effet si l'on prend la figure 3 comme une vue du dessus figure 4 comme une vue de côté c'est possible.

Réponse 4

7 et 8 /// Lorsque le corps est en chute libre, soit on considère que la distance qui le ---- du sol diminue (fig 8) soit on ---- que la distance ----- augmente (fig 7).

Réponse 5

Je ne comprends pas la question, quel type de solution on cherche ?

Élève 25**Réponse 1a**

Non /// Ils ont tous les deux un mouvement uniforme et rectiligne.

Réponse 1b

1) Plus grande

$$\text{À } t=2, =V_A 2,5x/10^{-3} 2p=1,3xc10^{-3} s^{-1} m.$$

$$=V_A 2,0x/10^{-3} 2p=1,0xc10^{-3} s^{-1} m.$$

Réponse 2

A /// C'est l'intervalle pour lequel la distance parcourue est la plus grande pour un écart de temps le plus petit.

Réponse 3

$10^{-3} m.s^{-1}$ Non /// L'objet a un mouvement uniforme puisque la représentation graphique de

sa différente position est une fonction affine. On a ainsi une vitesse constante. $X=1,0x$

L'objet n'est pas en mouvement puisqu'il ne parcourt aucune distance en fonction du temps.

Réponse 4

5 et 8 /// Ce sont les seuls graphiques pour lesquels on constate qu'un objet parcourt une

distance décroissante selon le vecteur de l'axe des ordonnées qui a été défini.

Réponse 5

Le graphique correspond à un mouvement rectiligne et uniforme des objets A et B.

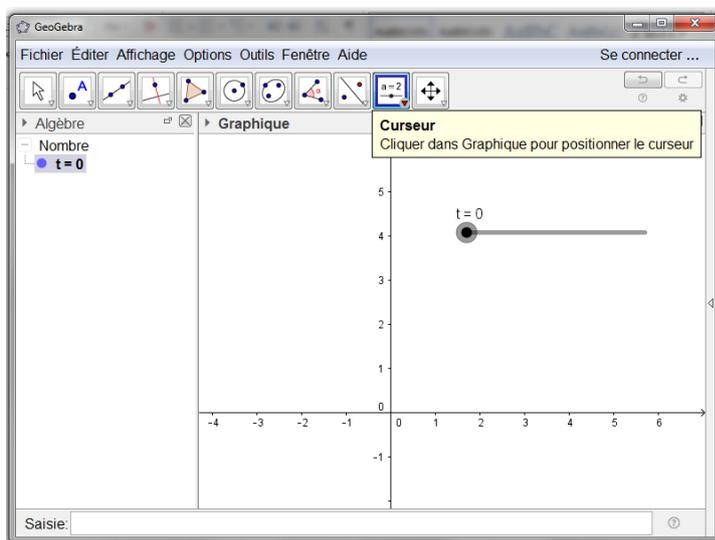
Chapitre 2

Annexe 2.1 Scénario d'enseignement (les simulations et les enregistrements sont partagés voie Dropbox ou google drive)

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation GéoGébra

GéoGébra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre GéoGébra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton play  et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

a. Pour revoir la simulation, arrête-là et emmenez le curseur à zéro.

b. Pour effacer les traces, utilisez control (Ctrl + F)

Espace pour le graphique :

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

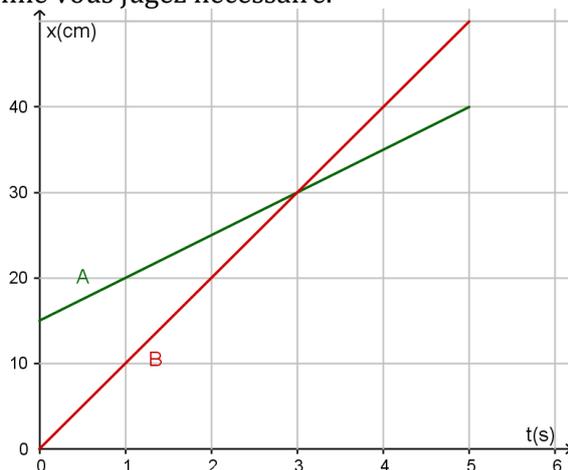


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? _____

Chapitre 3

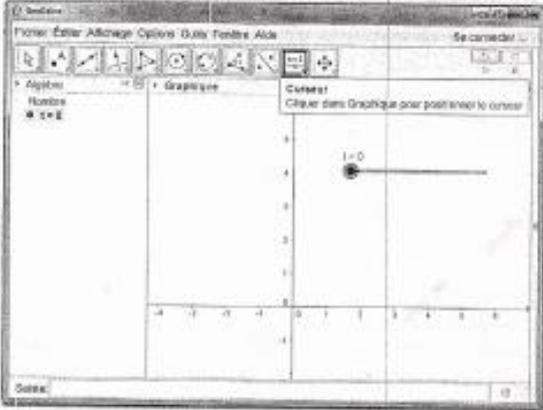
Annexe 3.1. Production écrite des élèves lors du scénario d'enseignement

GÉN BOUAZZA Marjane 11
BIBÈHE NONGA Chiara 1

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton  et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

les mouvements A et B sont des mouvements rectilignes uniformes, ils démarrent en même temps. le mouvement B part 2 mètres plus loin et les deux mouvements ont une vitesse différente, $v_b = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $v_a = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1-19a

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond ^{au} mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite C correspond au mouvement A car sa position au temps $t = 0$ est $d = 0$, de plus la pente de la droite est plus forte et sur le graphique la vitesse de A est plus élevée que celle de B donc on déduit que la droite C représente le mouvement A.

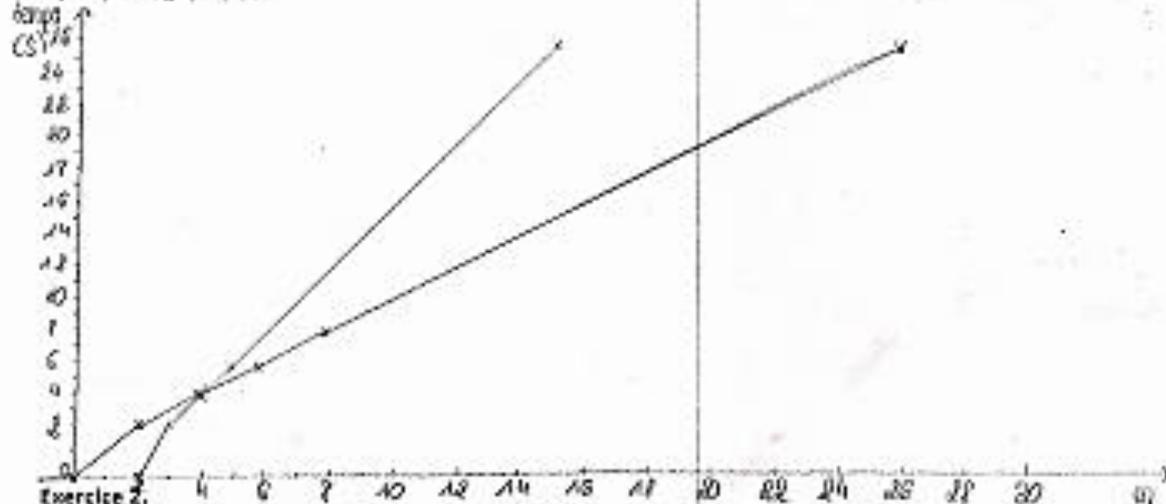
1-19c

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :



Exercice 2. Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

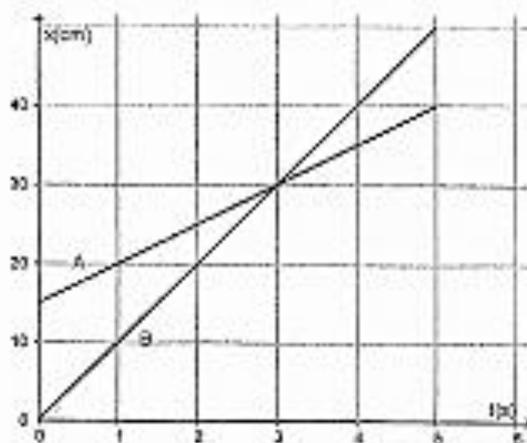


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

$$v_b = \frac{d}{t} = \frac{20}{2} = 10$$

$$v_a = 5$$

$$v_b = 10$$

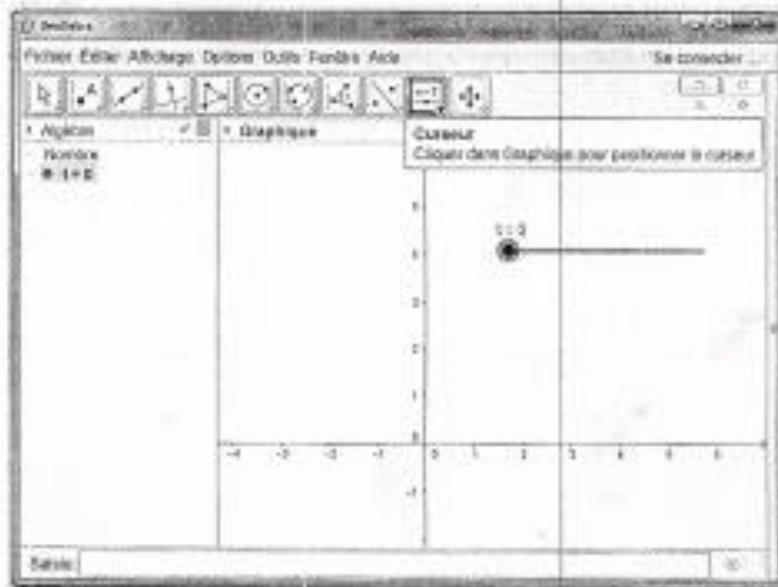
(-196)

GRENE ALISON 11 TS3
BOIS RIVEAU EHA 2

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposées il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton  et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

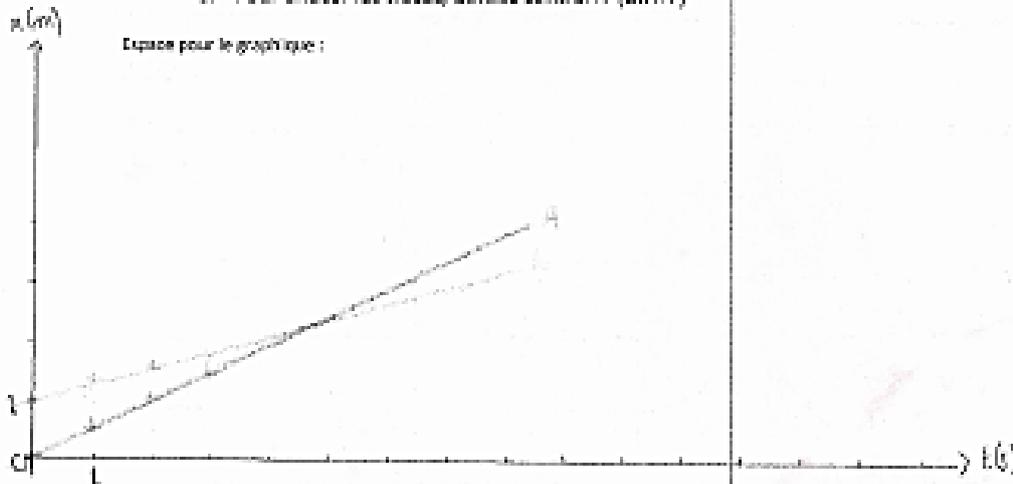
Les 2 objets partent en même temps de part devant A mais
un 2 fois plus vite. Leur vitesse est constante donc c'est un
mouvement rectiligne uniforme.

2-11a

- b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez **control+F** (Ctrl+F)



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

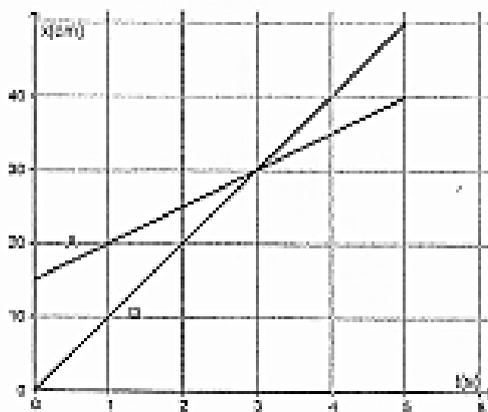


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

$$v = \frac{d}{dt}$$

$$v_A = \frac{50m}{1} = 50m.s^{-1} \rightarrow \text{vitesse de 5}$$

$$v_B = \frac{10m}{1} = 10m.s^{-1} \rightarrow \text{vitesse de 1}$$

position de départ: au t_0 , $x=15$ pour A
donc position A = 15

à t_0 $x=0$ pour B donc position B = 0

2-11b

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? C'est la C. En effet, nous pouvons voir que cette droite part de l'origine comme le point A qui part à 0m. Son coefficient directeur (à C) est plus élevé que celui de la droite D donc recoupe une vitesse plus rapide. Or A fait 10 m (en tout) alors que B fait 5m donc A est plus rapide.

J'en déduis donc bien que la courbe de A est C.

2-11c

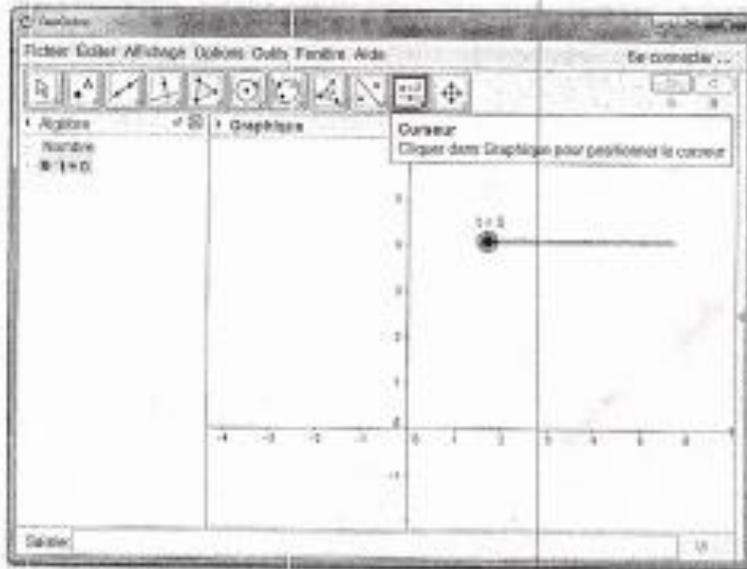
frat STURKE LWS 8
Bouma Ahmad 3

Dans mon
ordinateur.

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton ► et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

1. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

Les mouvements sont artificiellement uniformes
l'objet A parcourt 30 m en 30 s et
l'objet B parcourt 15 m en 15 s soit
la même vitesse que l'objet A

3-8a

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? Au départ les points A et B sont à côté, à $T=0s$ le point A = $0m$ et B = $2m$ et sur le graphique la p $T=0s$ C = ? et D = ? , A ressemble au point C et B au point D et quand on regarde les vitesses on observe que A correspond bien au point C et B au point D

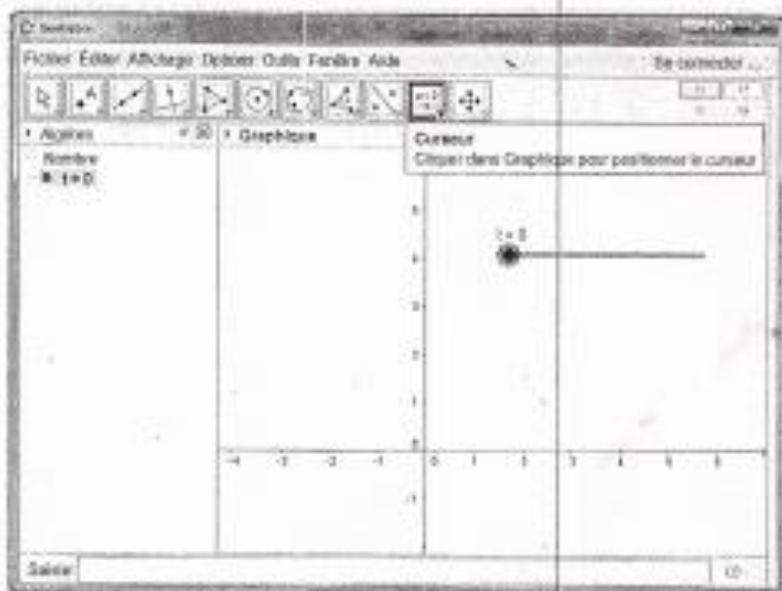
3-8c

EL TTICI Dina 5
DhrouicHA Imrane 4 193

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposées il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton  et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

Objet B: mouvement rectiligne uniforme

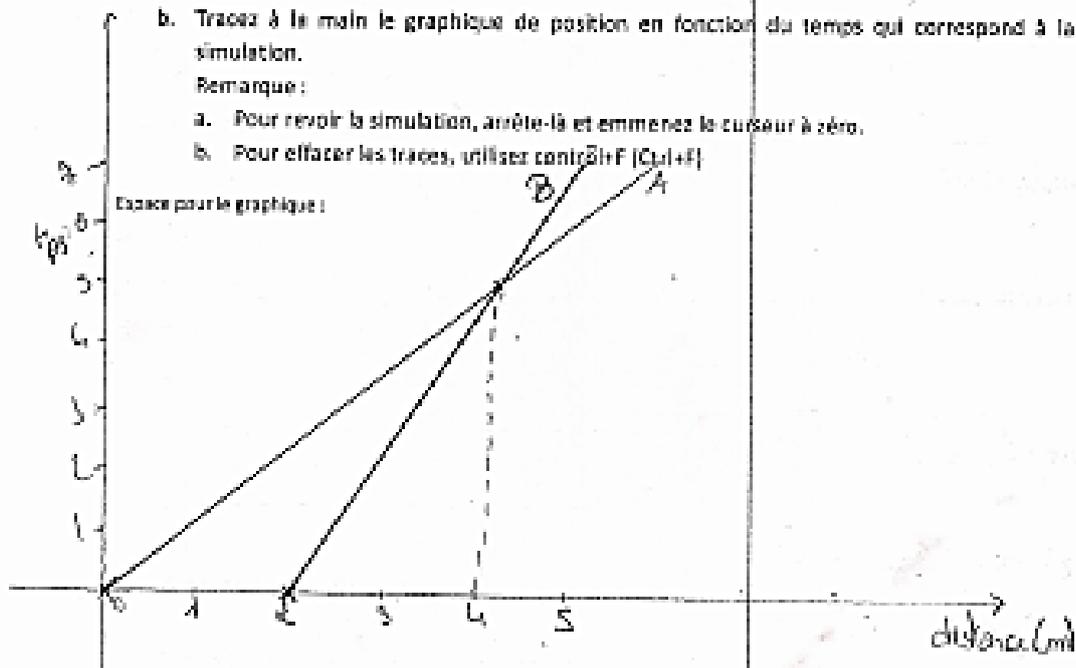
Objet A: mouvement rectiligne uniforme

4-5a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez $\text{ctrl} + \text{F}$ ($\text{Ctrl} + \text{F}$)



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

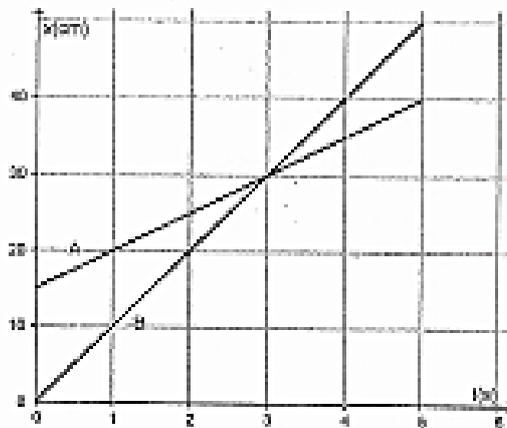


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

$$v = \frac{d}{t}$$

$$\frac{30}{3} \rightarrow 10 \text{ km/s}$$

$$A \rightarrow \frac{15}{3} \rightarrow 5$$

4-5b

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? Le mouvement A correspond à la droite C car le mouvement A démarre son mouvement à $t = 0$ et position = 0m. En plus, le mouvement dépasse le mouvement B à $t = 4s$ ce qui correspond à la position du point d'intersection des courbes de la partie inférieure plus le point A de cette courbe, en fait sur la partie inférieure que la droite C est au dessus de la droite B après $4s$.

4-5c

Exo n° 2 Kinéma TS36

Atelier n° 1

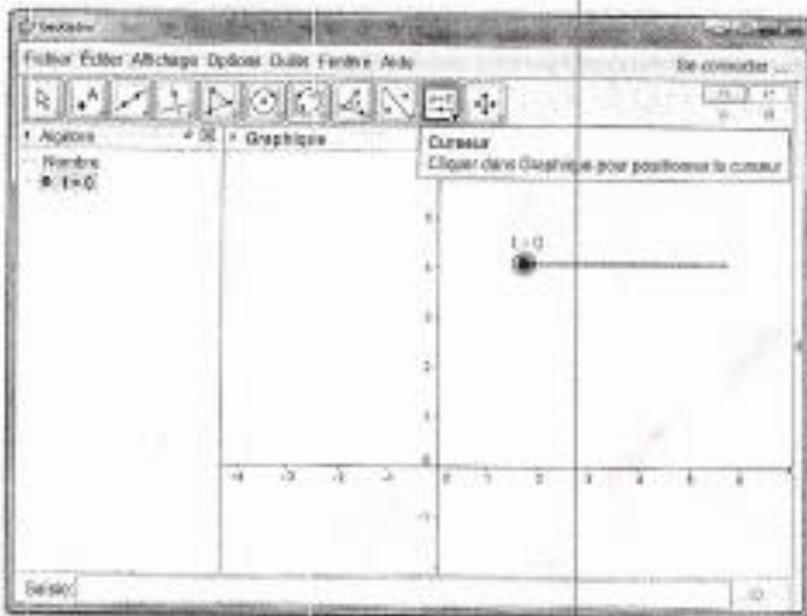
Janvier 2017

Ferréol Vincent TS36

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposées il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton ► et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

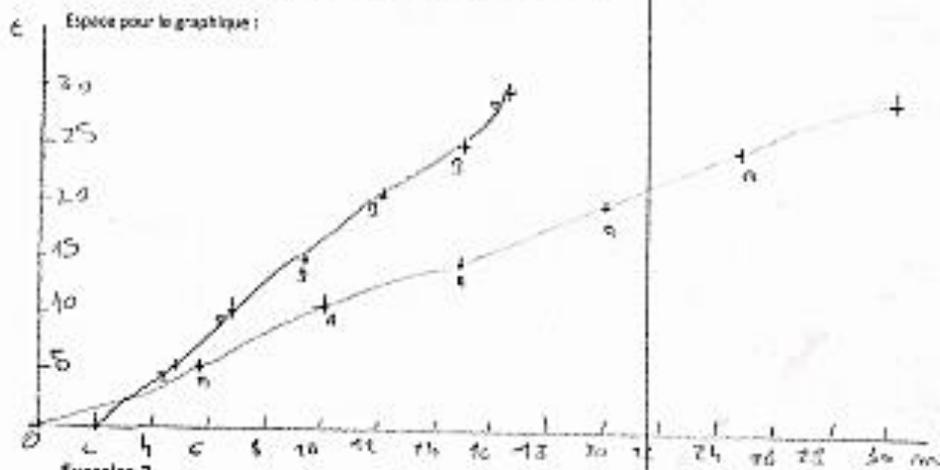
Les deux objets sont lancés simultanément à l'instant $t=0$.
L'objet A est plus rapide que l'objet B. L'objet A a une vitesse constante
positive. L'objet B a une vitesse constante négative.
Les deux objets se croisent à l'instant $t=2$ s. L'objet A est à la position
5 m et l'objet B est à la position 5 m.

6-7m

- b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- a. Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
b. Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

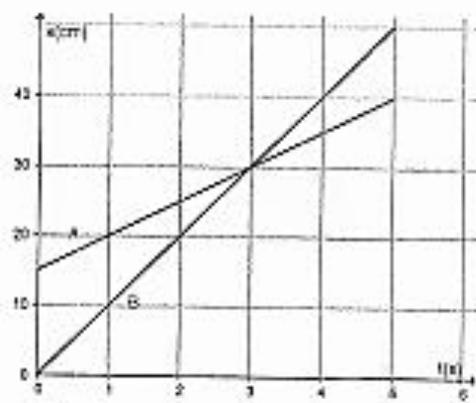


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

Position = 15 cm, il commence à 15
= la y-période
Position = 0 cm, il commence à 0
Vitesse = 10 cm/s, la vitesse linéaire
est égale à 10
Vitesse A = 5 cm/s, la vitesse linéaire
est égale à 5
Temps = 3 s, les courbes se croisent à 3

6-4b

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite A correspond à la droite C.
La droite A correspond à l'objet, comme la droite C.
elles sont parallèles. De même pour la position au temps.
De plus le coefficient directeur de la droite A est supérieur à
celui de la droite C. L'objet A se déplace plus vite que l'objet
C.

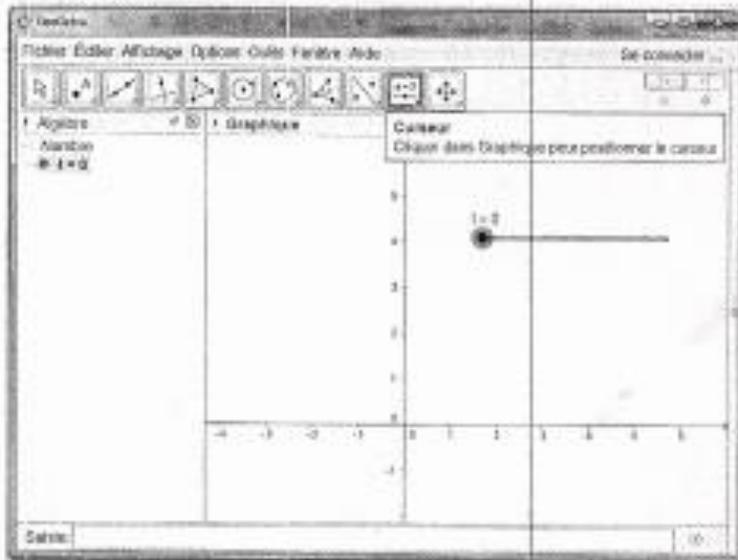
6-7c

Caen Killyan 28/5/2017
 Fugues Chloé
 Binôme 4
 Janvier 24/17

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposées il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton  et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

représentent une accélération de deux objets. L'un des deux objets est plus rapide (A) que l'autre et parcourt une plus grande distance. Le départ est différent entre les deux objets. Le objet A par sa position et l'objet B par sa vitesse. La vitesse des deux objets est différente. On nous une répartition plus importante entre les points de l'objet A par rapport à l'objet B.

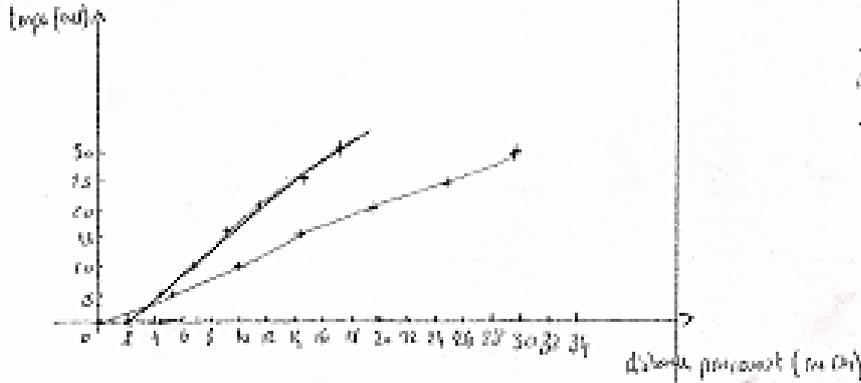
9-28a

- b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

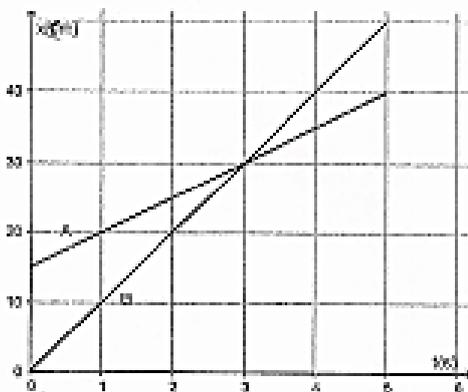


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

L'objet A part en position $15m$
On remarque qu'il parcourt en $15m$
Soit $15m$ et que sa vitesse est constante
 $15m$ $5s$
L'objet B part en position $0m$
On remarque qu'il parcourt en $30m$
Soit $30m$ et que sa vitesse est
constante.

9.28a

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? C'est la droite C car elle part de l'origine
du repère et on remarque que l'objet A a pour particularité de partir
de l'origine

9.28m

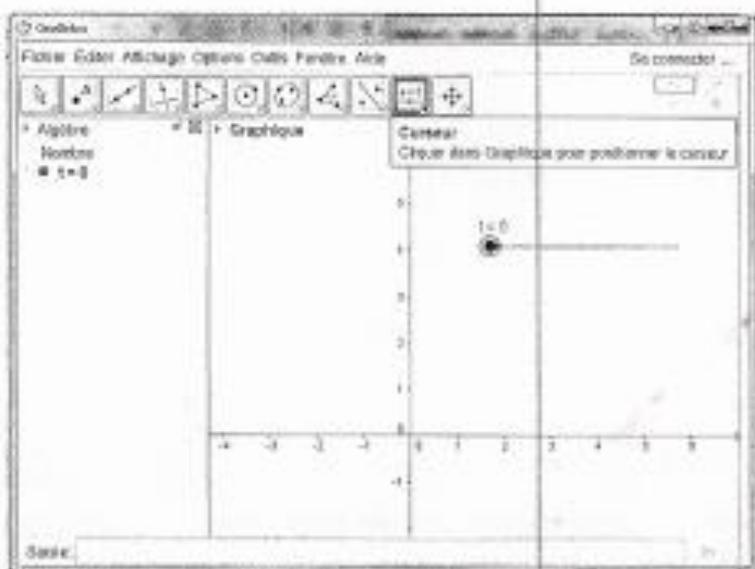
phone
111x

NYROUIT SE MIERRE FELICIA31
CARMEAT LOU15
Tenreiro DANIELA23

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposées il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton  et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

objet A : départ à 0 m, au bout de 30 secondes, l'objet A est à 30,2 mètres.
l'objet A a un mouvement rectiligne uniforme.
objet B : départ à 2 m et au bout de 30 secondes, l'objet B est à 17,6 m.
l'objet B a un mouvement rectiligne uniforme.

15-23-21a

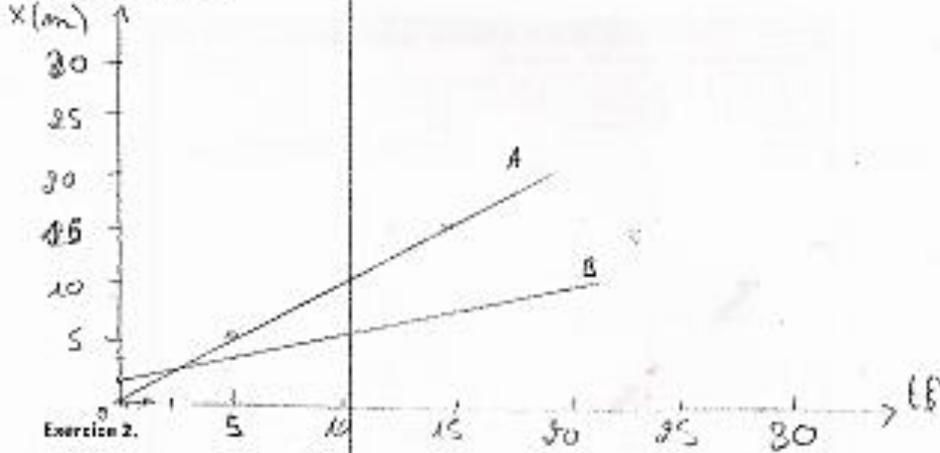
b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

a. Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.

b. Pour effacer les traces, utilisez $\text{control}+\text{F}$ ($\text{Ctrl}+\text{F}$)

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

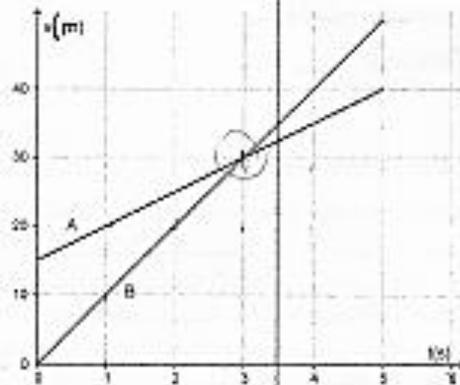


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

15-23-31b

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

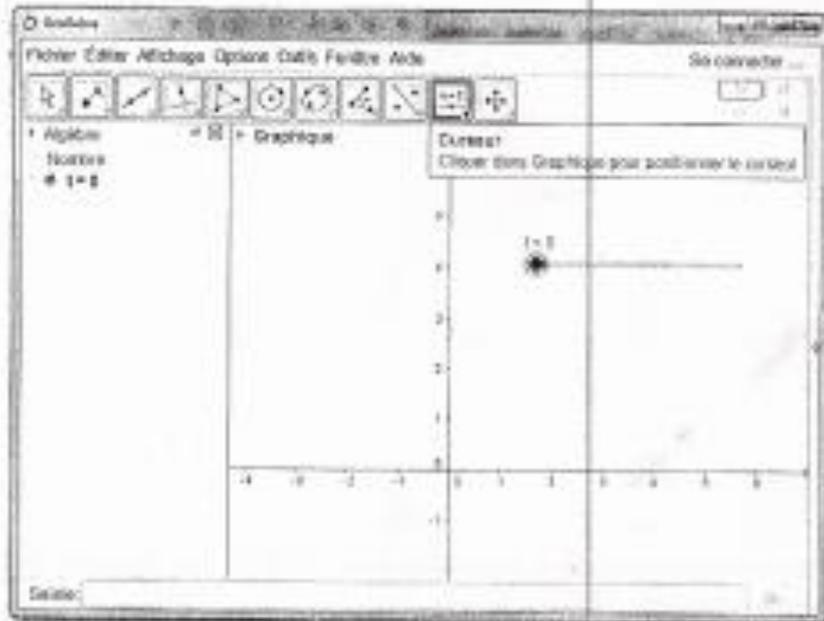
Pourquoi ? Il s'agit de la droite C car le mouvement commence à C tandis que le mouvement de l'objet B commence à B ce qui correspond à la droite D. De plus, le coefficient directeur de la droite C est supérieur à celle de la droite D. Cela correspond au mouvement de l'objet A qui va plus vite que le B. Le point A s'arrête à 10 comme la droite C.

Antoine

SCÉNARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposées il est juste nécessaire d'activer l'animation et de manipuler le curseur.

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

Les deux mouvements sont rectilignes uniformes.
On observe que le vecteur A va plus vite que le vecteur B.
Or le temps est de 30s, donc la distance parcourue n'est pas la même pour les deux vecteurs.

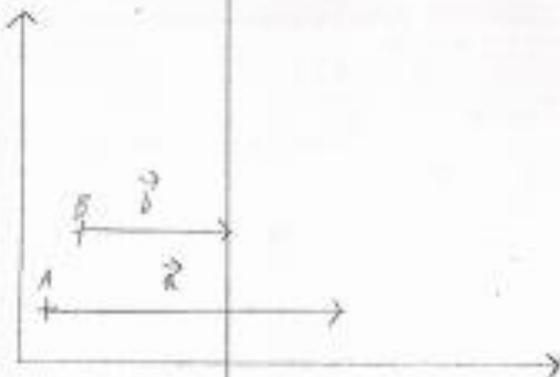
17-20m

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- a. Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- b. Pour effacer les traces, utilisez **ctrl+F** (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simuler le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire.

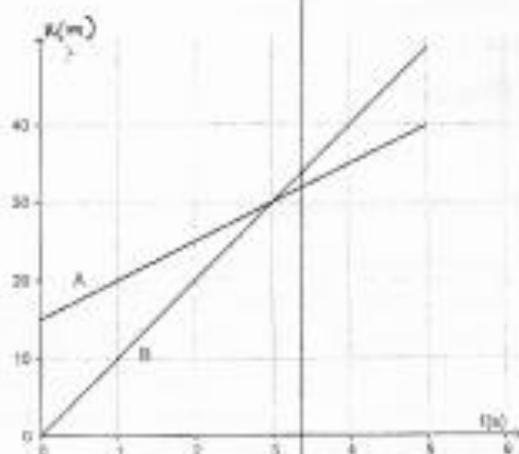


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

L'objet B doit aller plus vite que l'objet A pour le dépasser sur le graphique

17-206

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? C'est la droite BC. Cette droite a un coefficient directeur plus important que la droite D. Or l'objet A est plus rapide que l'objet B donc sa représentation graphique est une droite ayant un coefficient directeur élevé. Donc la droite C correspond à l'objet A

17-2011

Lefebvre Guillaume 12
Mariette Edouard 18
Bocquet Romain 1

1 - Irem

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Étude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

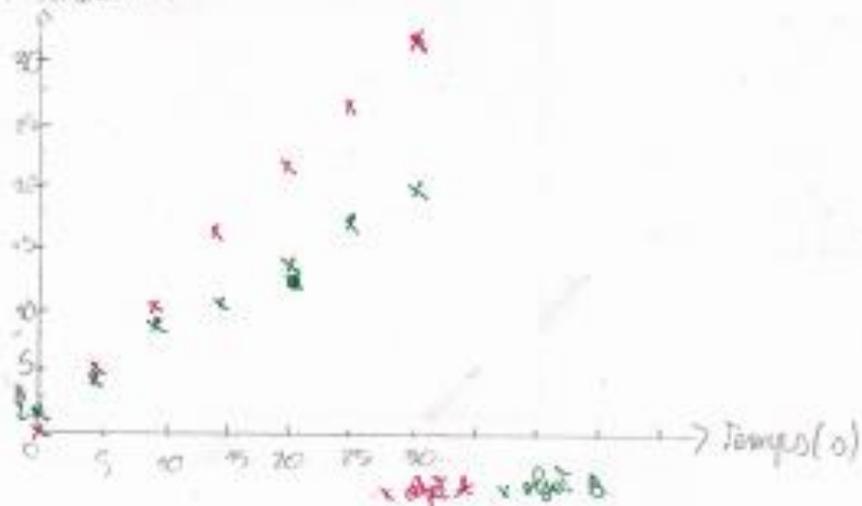
- Pour revoir la simulation, arrête-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant le souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. En 2 objets ont un mouvement uniforme rectiligne.
Leur mouvement a pour de même sens et de même
direction. La vitesse de l'objet A est 2 fois
supérieure à l'objet B.

t-18a
av-post

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique : $Position(m)$



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

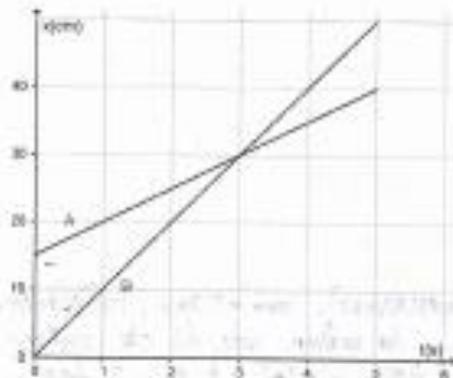


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

1-186
av-post

Valeurs de chaque curseur :

$$\begin{array}{l} V_A = 5 \quad V_B = 10 \\ P_A = 15 \quad P_B = 0 \end{array}$$

Justification de votre choix :

Par rapport au coefficient directeur, on détermine la vitesse.
Leur position correspond à leurs ordonnées.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ? La droite C

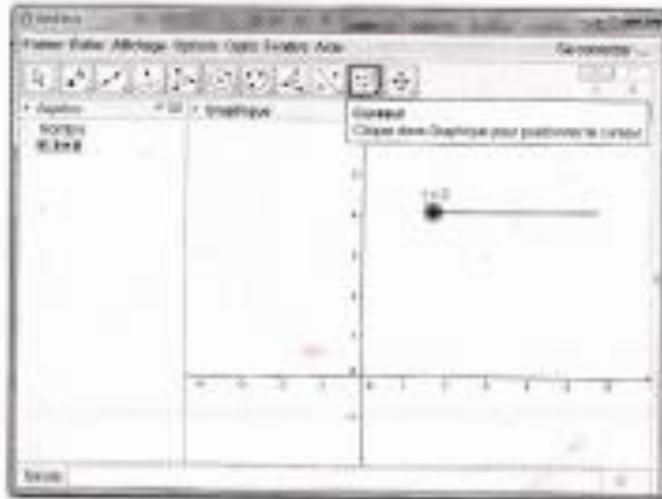
Pourquoi ? Sa position est égale à 0 pour $t = 0$ donc l'ordonnée à l'origine de la droite C est égale à 0. Sa vitesse de A est plus élevée que celle de B, la droite C a donc un coeff directeur plus élevé que celui de la droite B.

1-18C
av-post

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie, il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

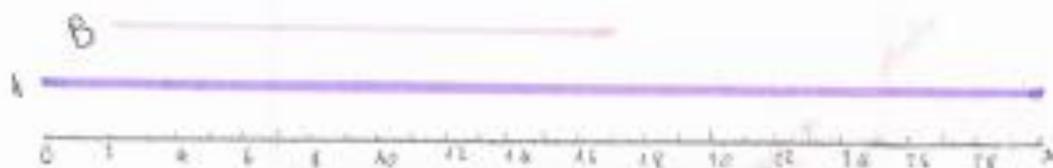
- Pour revoir la simulation, arrête-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez $\text{control}+\text{F}$ (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

- a. Les deux objets ont une vitesse qui est constante, la vitesse de l'objet A est plus rapide que l'objet B donc l'objet A réalise une plus grande distance que l'objet B. La vitesse de A est égale à 2 et la vitesse de B est égale à 1.

2-23a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

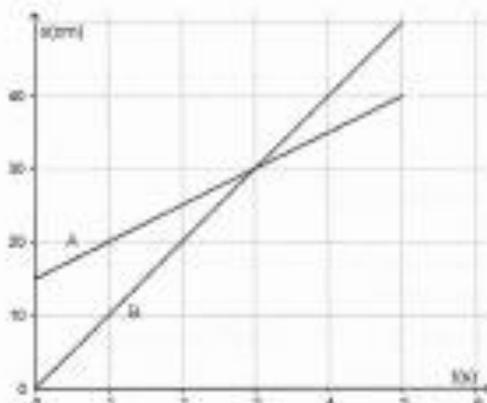


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

2-36

Valeurs de chaque curseur :

Vitesse A = 5 Position A = 15

Vitesse B = 10 Position B = 10

Justification de votre choix :

Sur le graphique le point A avance de 5 m par seconde et le point B avance de 10 m par seconde. Le point A se trouve déjà à 15 m et le point B se trouve déjà à 10 m.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite C correspond à l'objet A car la droite commence à 0 comme l'objet A. On remarque que la droite C avance de 2 m par seconde alors que la droite D avance de 0,5 m par seconde. La vitesse C est supérieure à la vitesse D comme la vitesse A qui est supérieure à la vitesse B.

2-23c

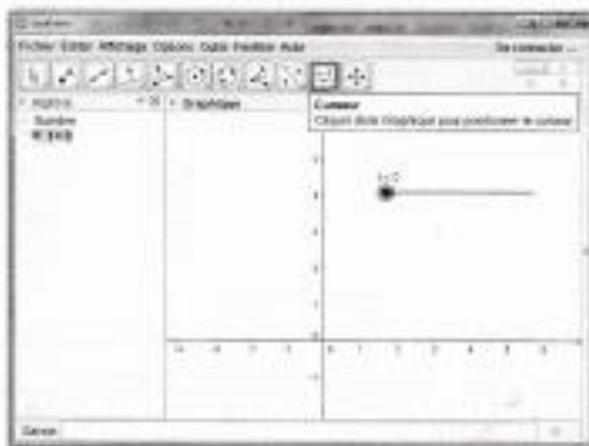
Thomas Caron 8
Bingoy Martin 3
Entréation!

diplomona (2)

SCENARIOS SUR GÉOGBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Étude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez **control+F (Ctrl+F)**
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. On observe que les 2 objets ont un mouvement rectiligne, ils se déplacent tous les 2 sur une droite de gauche à droite. On dirait que le point A avance environ 2 fois plus vite que le point B.

3-8 a
av-post

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :

A se déplace 2 fois plus vite que B



Dans la même durée, A avance d'environ 32 alors que B n'avance que de 16

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

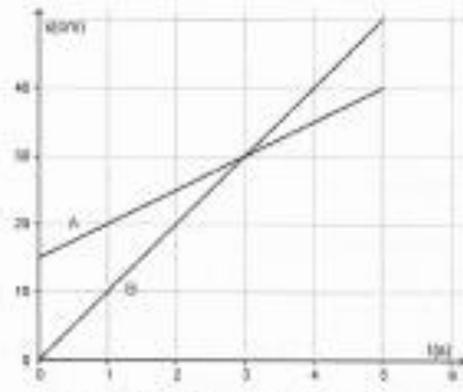


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

3-8b
av-post

Valeurs de chaque curseur :

$$vitesse_a = 5 \text{ cm/s}$$

$$vitesse_b = 10 \text{ cm/s}$$

Temps en animation

$$position_a = 15 \text{ cm}$$

$$position_b = 0$$

Justification de votre choix :

On observe que a se déplace à 10 cm par 2 s soit 5 cm par seconde. Au départ, A est à 15 cm, donc position a = 15 cm. Nous faisons les mêmes pour le point B. Au bout de 2, B et A ont au même instant car B va plus vite que A.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi? On observe que A rattrape B au cours du temps, on la droite C a un plus grand coefficient directeur que la droite D. A se déplace à une plus grande vitesse que B donc la droite qui lui correspond soit aussi un plus grand coefficient directeur. \square

La droite C correspond donc au point A et la droite D correspond au point B.

3-8c
ar-post

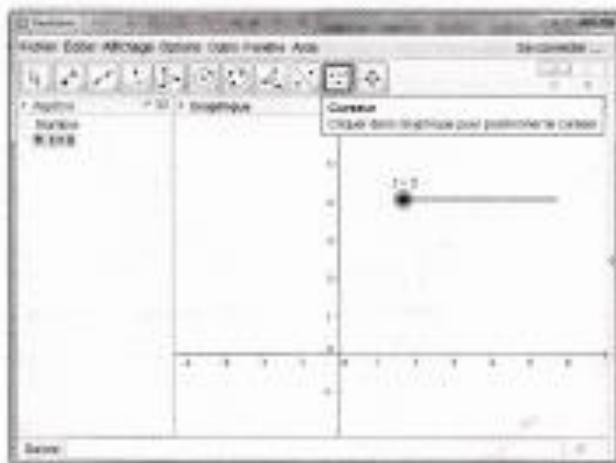
Cailly
Charlotte
4

Thierson - Céron
Louise-Marie
27

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Étude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

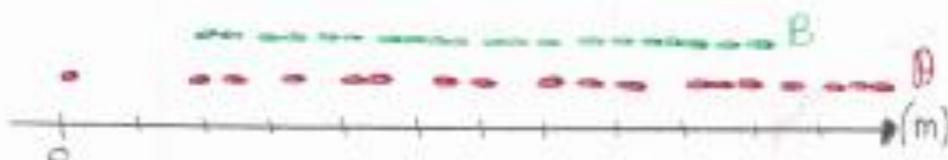
- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez $\text{control}+\text{F}$ ($\text{Ctrl}+\text{F}$)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. Lorsque l'on augmente le temps (à l'aide du curseur), on voit les deux mouvements qui se représentent. A a une plus grande distance que B. Si on déplace rapidement le curseur à l'équidistance, on voit à l'instant de points donnés et mouvement. Vous devez les différencier car, le mouvement A a une plus grande distance de points donnés que B à différents intervalles.

4-27a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Écrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

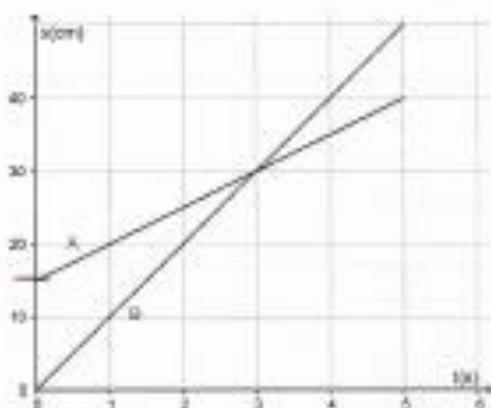


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

4-276

Valeurs de chaque curseur :

$$\text{Vitesse } a = 19,99 \quad \text{Vitesse } b = 5,89$$
$$\text{Corps} = 6,47$$

Justification de votre choix :

Casque l'on bouge le curseur vitesse a , les points se forment de manière rapide (donc points avec une grande intervalle) composent ici vitesse B .
Ce qui permet de former une droite qui se rapproche du modèle.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? Casque l'on bouge le curseur temps (vers + grand) on voit que A est toujours supérieur à B. En même temps se forme 2 droites C et D.
On remarque que C est supérieur à D.
Donc la droite C correspond au mouvement de l'objet A.

↑-27C

TRANCAAT
Victoria³⁴

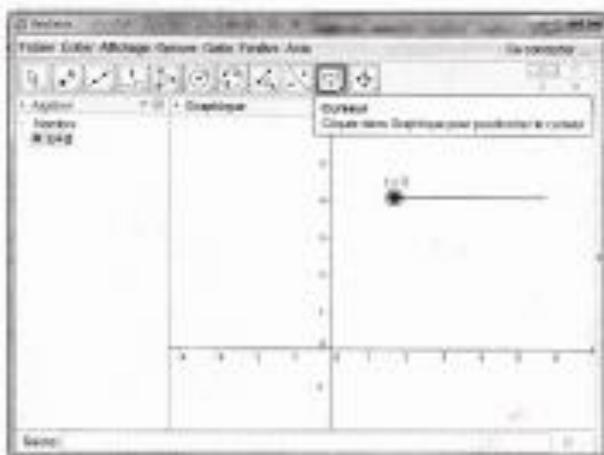
TSS Sony

CAILLYS
LGA

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Étude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

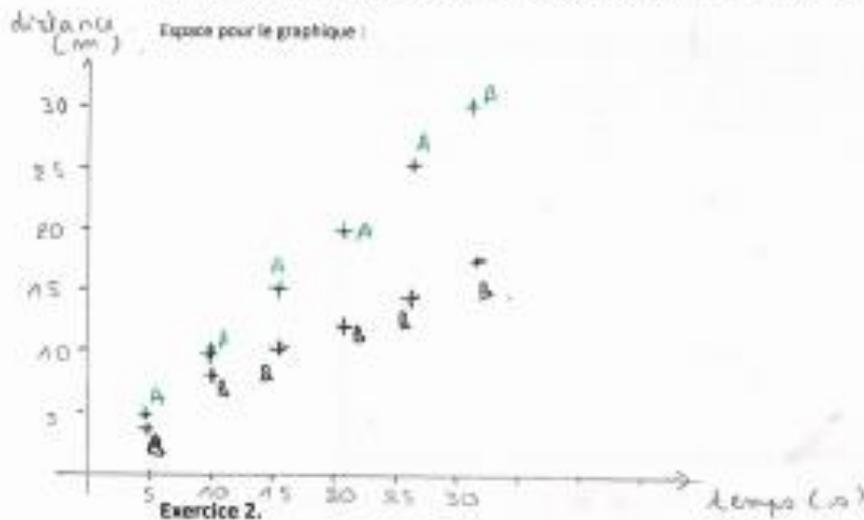
Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez **Ctrl+F**
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

3. Nous avons 2 points dont A est placé à 0 m et B à 8 m. En remarque que la vitesse de A est plus élevée que celle de B au cours du temps. Au bout de 30 s, A parcourt une distance de 30 m et B de 15 m.

5-34a
av-post

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Écrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

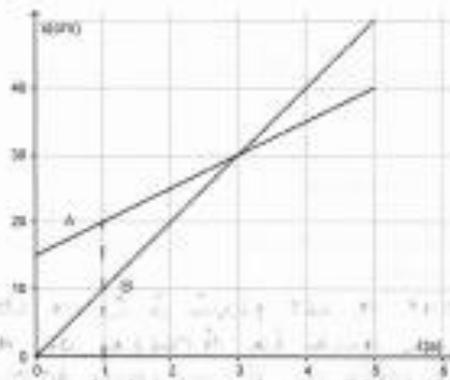


Fig. 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

$$v = \frac{d}{t} \quad t = 5$$

$$v_A = \frac{20}{1} = 20$$

$$v_B = \frac{10}{1} = 10$$

5-10
av-post

Valeurs de chaque curseur :

$$\begin{array}{l} V_A = 20 \\ r_A = 15 \end{array} \quad \begin{array}{l} V_B = 10 \\ r_B = 0 \end{array} \quad \text{temps : } 5 \text{ s}$$

Justification de votre choix :

Par rapport au graphique que l'on doit obtenir, on a choisi les mêmes positions de A et B à l'origine. Sur le graphique l'étude est de 5s. Pour les vitesses de A et B, on a calculé à l'aide de la formule $v = \frac{d}{t}$.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? En se basant sur la simulation, on voit que le point A correspond à la droite C car le point A parcourt une distance plus élevée que le point B pour un même temps. Sur le graphique la droite parcourt une plus grande distance en moins de temps que la droite D.

5-39C
av-post

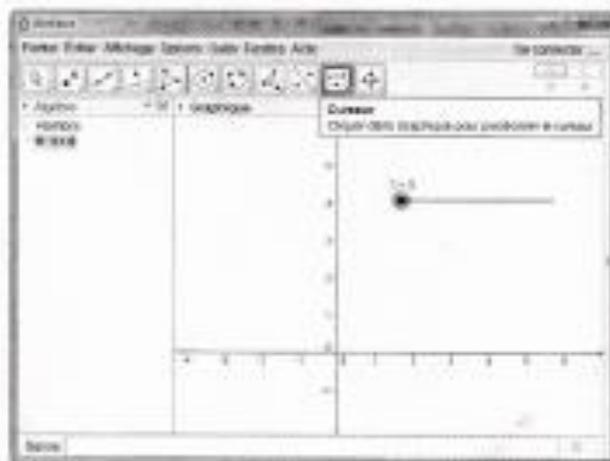
CHIAROLINI
AMANDINE
7

THIEBAULT
ESTELLE
11

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

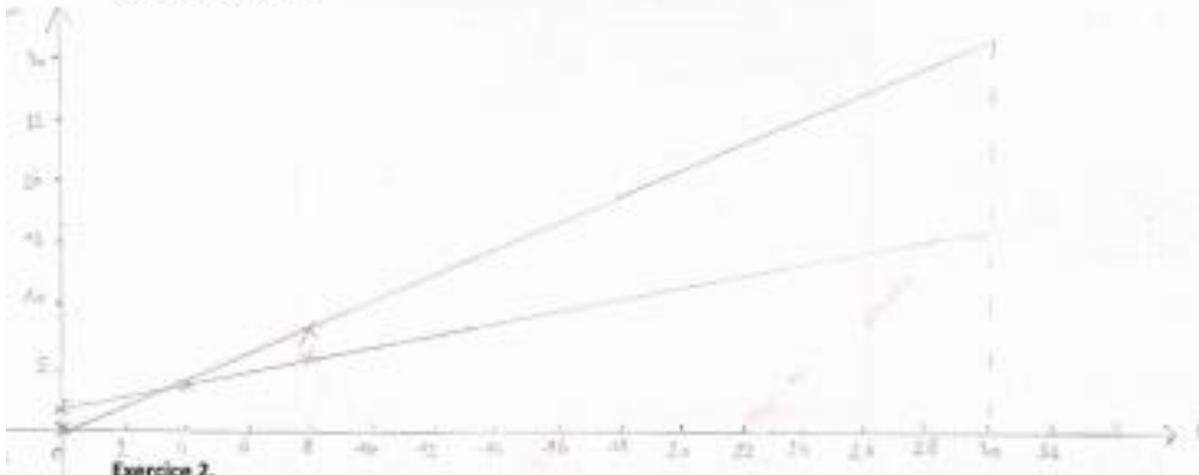
- Pour revoir la simulation, arrête-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le click droit et en sélectionnant « animer ».

a. L'objet A est plus rapide que l'objet B
L'objet démarre à 0^m tandis que l'objet B démarre à 2m
À 6m les objets sont alignés
Par rapport à l'objet B, est plus rapide donc s'éloigne

7/12

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

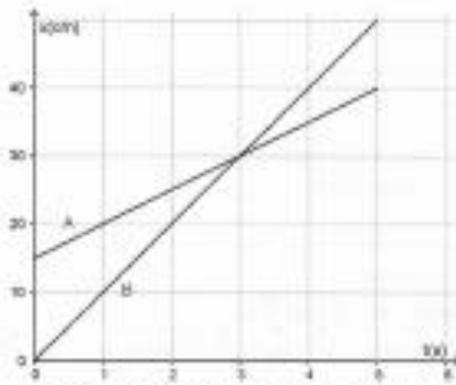


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

7-116

Valeurs de chaque curseur :

Justification de votre choix :

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ?

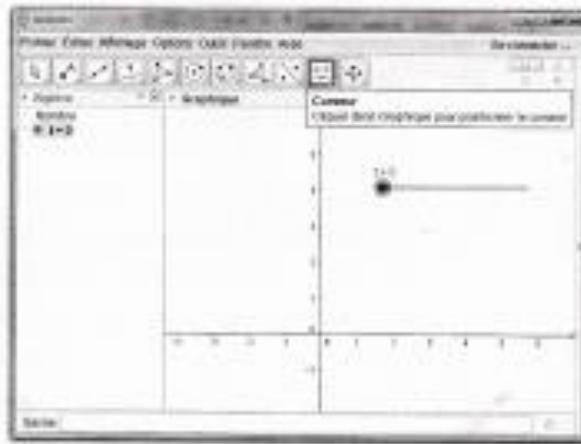
7-11c

7 Debsse Melissa
6 Compain Pauline

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

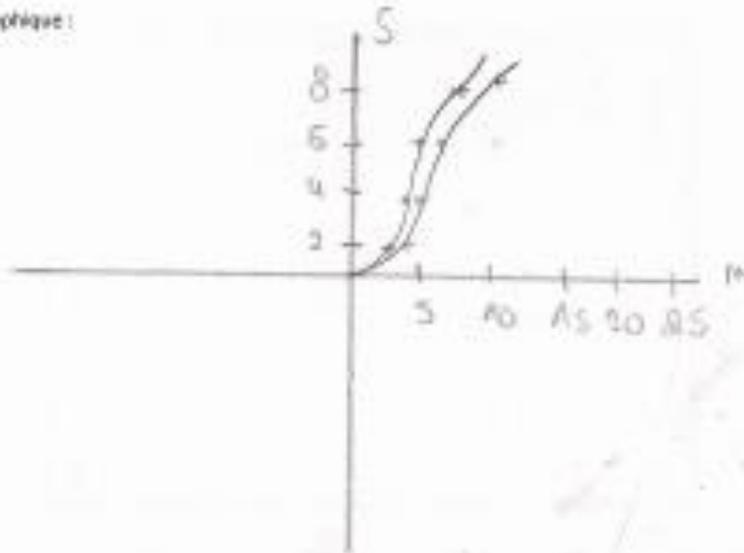
- Pour revoir la simulation, amène-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. le point B parcourt moins de mètres que
le point A sur la même période

6-9a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

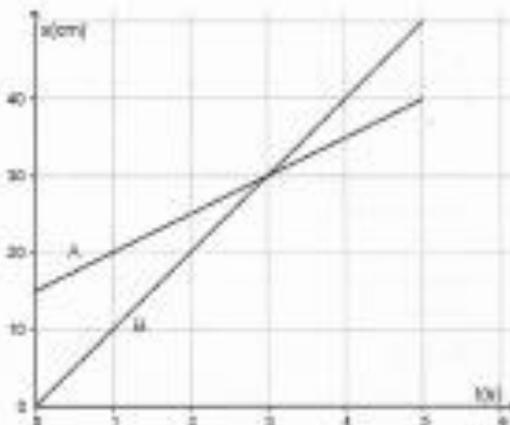


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

A : 1 seconde pour 5 cm
Initial 0 s = 15 cm
final 5 s = 40 cm

B : 1 seconde 10 cm
Initial 0 s = 0 cm

$$v_A = \frac{5 \text{ cm}}{1 \text{ s}} = 5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

6-96

Valeurs de chaque curseur :

position a = 15 position b = 0
vitesse b = 10

Justification de votre choix :



Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ? C

Pourquoi ? L'objet A correspond au mouvement de la droite C car la position initial est 0 pour A et pour B on voit bien sur les courbes que la courbe C commence au point 0.

6-9c

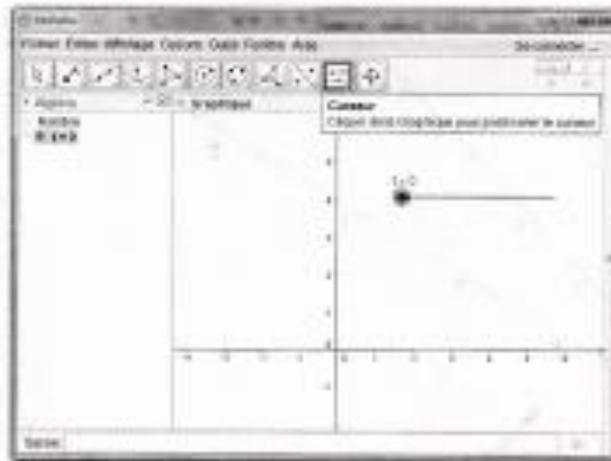
Ollivault
 Reberge 22
 level 16
 Alexis

9
 dictaphone

SCENARIOS SUR GEDGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

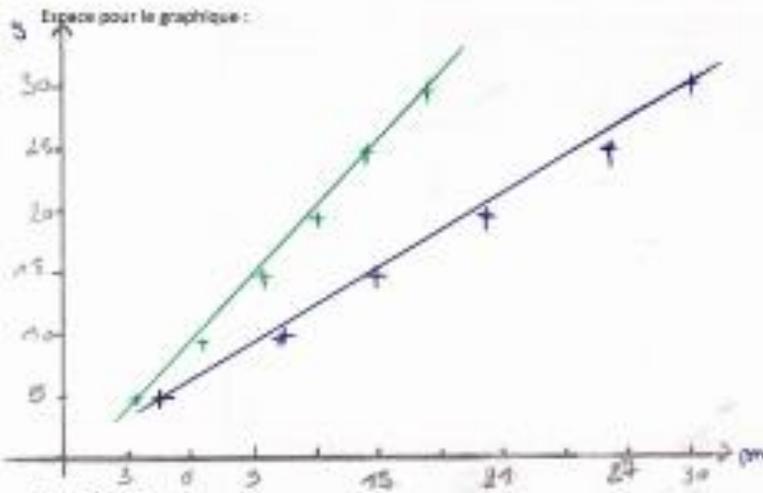
- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez écouter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le click droit et en sélectionnant « animer ».

a. A et B ont tous deux un mouvement rectiligne
 sans influence des forces extérieures.
 En comparant avec le curseur du temps
 on observe que le pont A se déplace plus
 rapidement que le pont B
 probablement dû à une accélération plus importante.

16-22a
 +

Les deux vitesses s'expriment en mètres par seconde.

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.



B
A

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Écrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

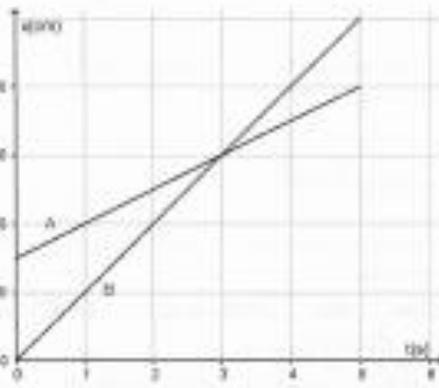


Fig 1. Position d'une particule en fonction du temps t.

16-22b
av-post

Valeurs de chaque curseur :

la vitesse est en m/s , la position en mètres
et le temps en secondes

Justification de votre choix :

La position est estimée en mètres car c'est l'axe des
abscisses ; le temps est estimé en secondes par le
coursier car peut ainsi estimer la valeur de la
vitesse qui est égale à $\frac{\text{distance}}{\text{temps}}$ soit mètres/seconde

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B ; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite C correspond au point A car
on voit que le point A part d'une distance inférieure
à B soit 0 et 2 pour B ainsi comme
il a une vitesse supérieure à B et part d'une
distance inférieure les deux droites associées au point
voit se croiser. Donc on en
déduit que C est la droite de A et
D est la droite de B.

16-226
ar-post

Dégardin Pierrick 10
TEin Dylan 26

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Étude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

2. On observe avec le curseur du temps que l'objet A se déplace plus rapidement que l'objet B, leur trajectoire est une droite et les 2 points ont le même sens c'est à dire vers la droite.
Mais si on change la valeur de A et B leur vitesse respectif baisse ou augmente.

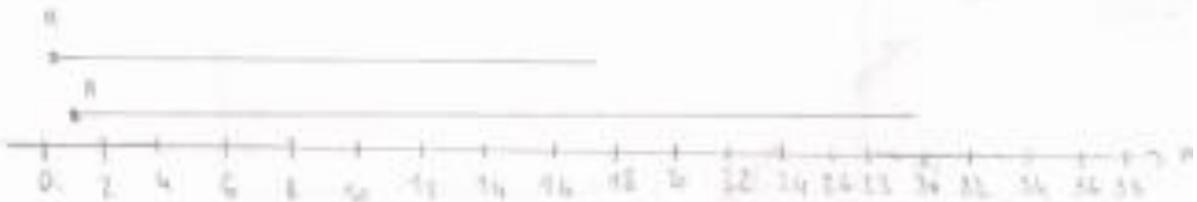
10-26a
av-post

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :

temps

A se déplace 2 fois plus vite que B.



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

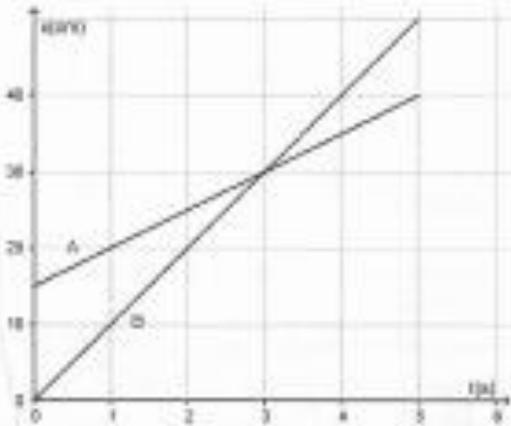


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

*10-266
av-post*

Valeurs de chaque curseur :

Valeur A = 15 cm Vitesse de A = 5 cm/s

Valeur B = 0 cm Vitesse de B = 10 cm/s

Justification de votre choix :

Après Analyse du graphique on connaît la position initial et la vitesse des deux objets, tel que les 2 points se rejoignent à $t(s) = 3$ et B deux fois plus rapide que A.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi? A car correspond à l'objet A, car la vitesse de A est équivalente à celle de D ainsi que la position.

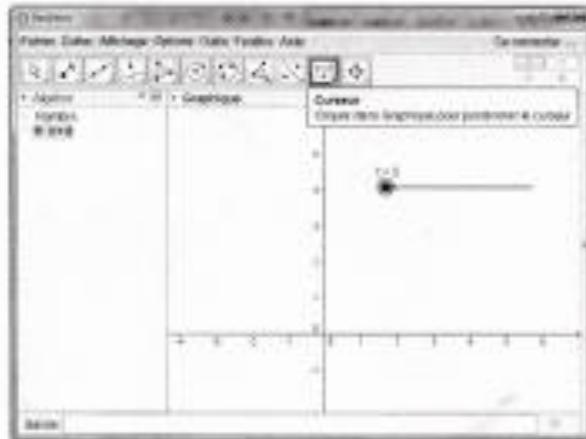
10-26C
av-post

13 LEMERCIER HOURET
20 DOMVILLE MATHILDE
Retraction
27min

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. le point A est plus rapide et parcourt une plus longue distance que le point B en 30 secondes.

13-20 a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

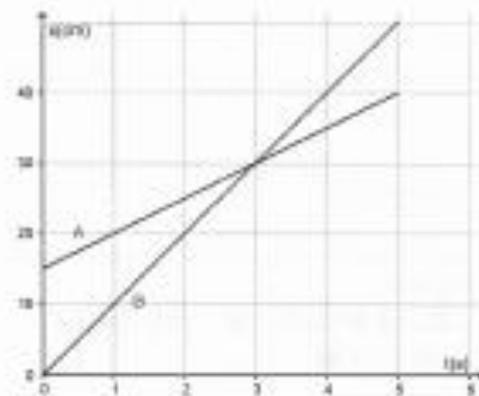


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

A position initiale : 15 cm
 t _____ : 0 cm
 B fait 40 cm en 1 sec
 A fait 5 cm en 1 sec

13-206

Valeurs de chaque curseur :

Justification de votre choix :

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? C car la vitesse de A est plus grande que la vitesse de B car C va plus vite que D.

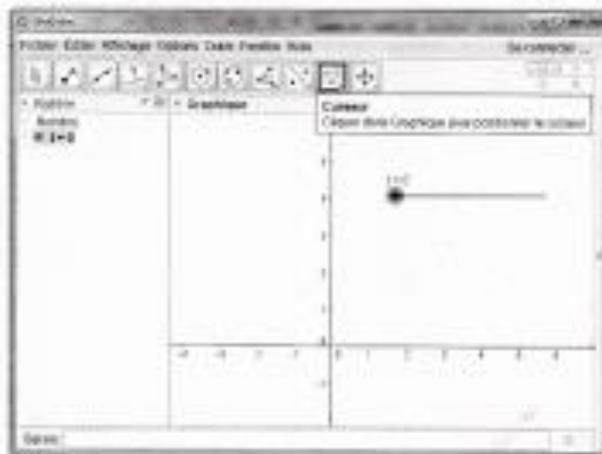
13-206

Wytowski Natalia 33
leey conalere 11

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Étude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

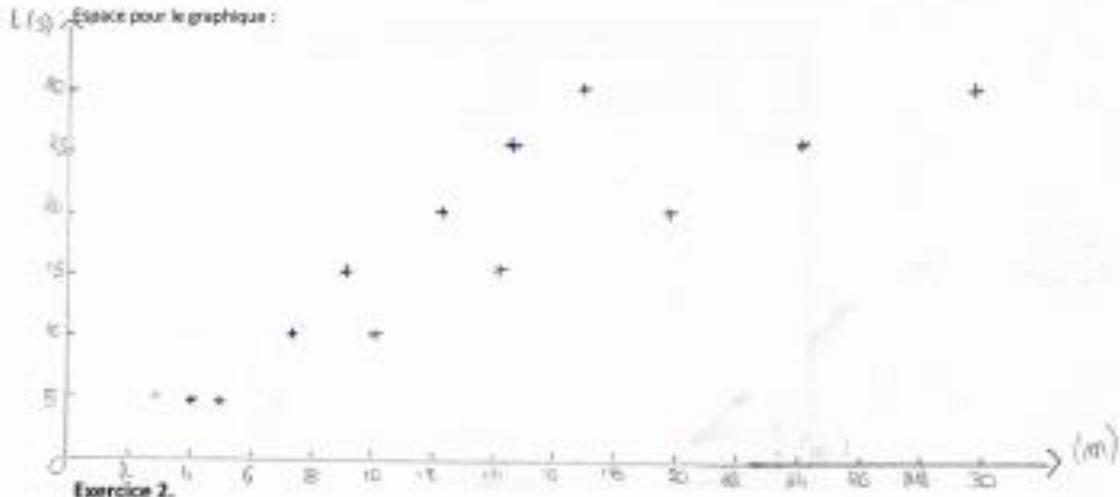
Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez **control+F (Ctrl+F)**
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

- - il l'objet A débute à 0m et l'objet B débute à 2m.
- l'objet A est plus rapide que l'objet B.
- les 2 mouvements sont uniformes
- Ils vont dans le même sens.
- le point B s'arrête à 17 mètres et le point A s'arrête à 30 mètres

14-33a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

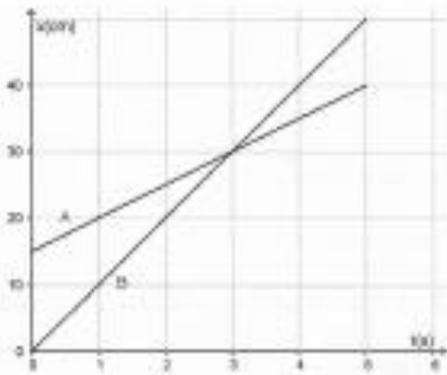


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

14-336

Valeurs de chaque curseur :

curseur A : vitesse : 4,7
curseur B : vitesse : 7,59

Justification de votre choix :

On a regardé à quelle vitesse les curseurs A et B atteignent 40 cm en 5 sec

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? L'objet A correspond à la droite D car elle parcourt plus de distance car l'objet A est plus rapide que l'objet B

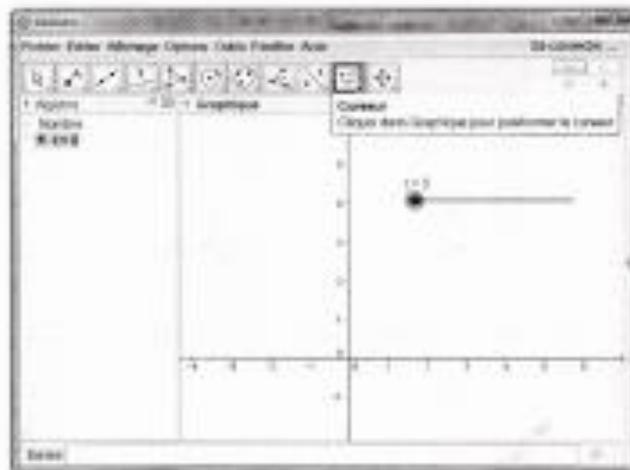
11-33c

Vandekerckhove Julie 30
Leçon Math 15

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

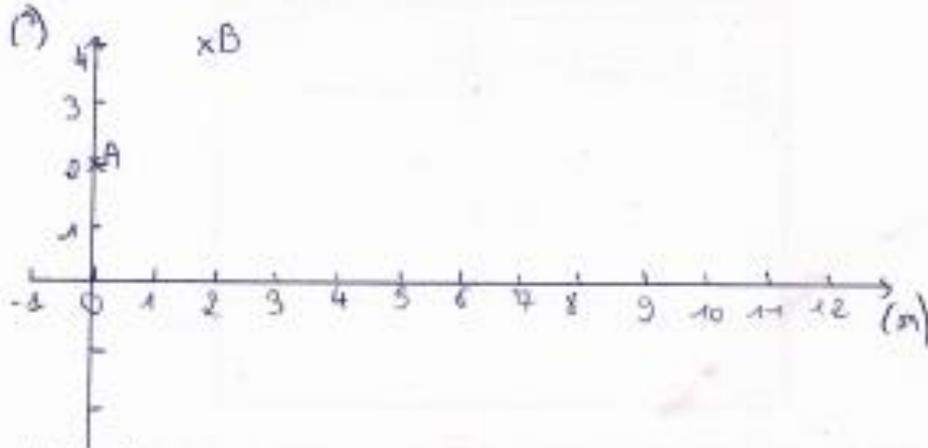
- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez $\text{control}+\text{F}$ ($\text{Ctrl}+\text{F}$)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

- a. Plus rapidement que le point A a une vitesse supérieure au point B car pour le même temps il se retrouve plus loin. Ils se déplacent dans la même sens et la même direction parallèlement. Le point A a une accélération supérieure au point B.

15-30a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

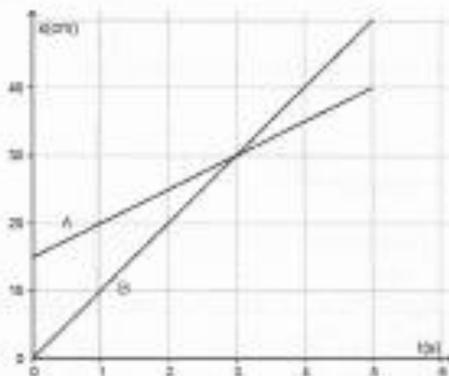


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

position A > position B
 vitesse A < vitesse B
 pour $t = 1$
 $A(1, 20)$
 $B(1, 10)$
 $\therefore t = 3 \text{ s}$
 position A = position B
 vitesse A < vitesse B
 coefficient directeur B = 1 (= vitesse)
 " " A = 0,5 (= ")

15-306

Valeurs de chaque curseur :

vitesse a = 0,5 vitesse b = 1 temps 2,04
position a = 2,2 position b = 1

Justification de votre choix :

à $t = 1$ A est à 20 centimètres, B = 10 cm.
coefficient directeur = la vitesse donc A = 0,5 et B = 1.
On voulait trouver A = B à $t = 3$ mais nous avons
trouvé à 2,04 s donc il y a un problème dans mes
valeurs.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite C représente l'objet A car à l'instant
C se trouve en dessous D comme A en dessous de B.
Quand $A = B$, $C = D$ mais ensuite A passe devant B
et $C > D$ donc $C = A$.

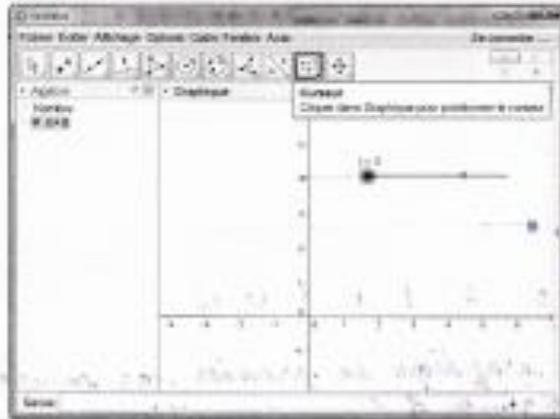
15-30c

Dany Mabire 17

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Étude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

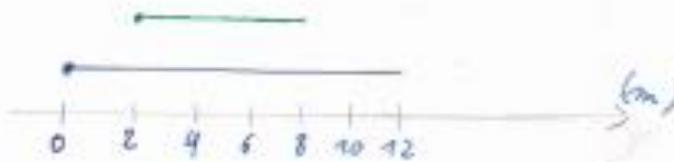
- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez $\text{control}+\text{F}$ ($\text{Ctrl}+\text{F}$)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. Les 2 objets ont des mouvements rectilignes uniformes avec A qui a une plus grande vitesse que B. A dépasse B à $t = 4$.

17a

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



J'ai fait ce graphique en premier car en voyant position j'ai représenté juste l'axe des position comme sur la simulation en oubliant le temps (second graphique page 4)

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

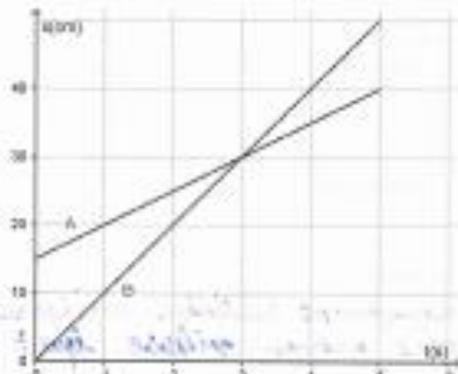


Fig 1. Position x d'une petite balle en fonction du temps t

*un peu de temps à voir
pour la ligne B
2.1 et 2.2*

176

Valeurs de chaque curseur :

$$v_a = 5$$

$$v_b = 10$$

$$pos_x = 15$$

$$pos_y = 0$$

Justification de votre choix :

A à $t=0$ est déjà à $x=15$ donc $pos_x=15$
pour que A soit à 20 à $t=2$ le curseur devrait
être placé à $v_a=5$
B à $t=0$ est déjà à $x=0$ donc $pos_y=0$
pour que B soit à 20 à $t=2$ le curseur devrait être
placé à $v_b=10$

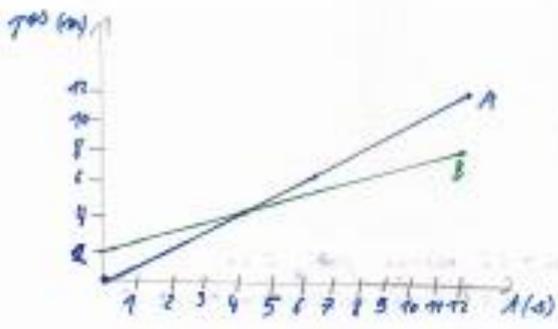
Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite C correspond au mouvement
de l'objet A car la vitesse de A est plus
importante que la vitesse de B, le coefficient directeur de C étant
plus important que D, C dépasse D comme A dépasse B.
De plus A commence à la position 0 comme pour
C et B commence à la position 2 comme pour
D.
C correspond donc au mouvement de l'objet A

17c



$g_A = 1t + 2$
 $g_B = -\frac{1}{3}t + 3$

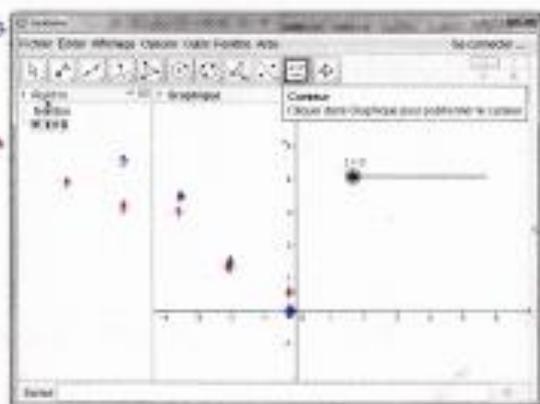
17d

MOFTY Faustine 19
VERGNE Jade 31
VAN ASSCHE Jade 29

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

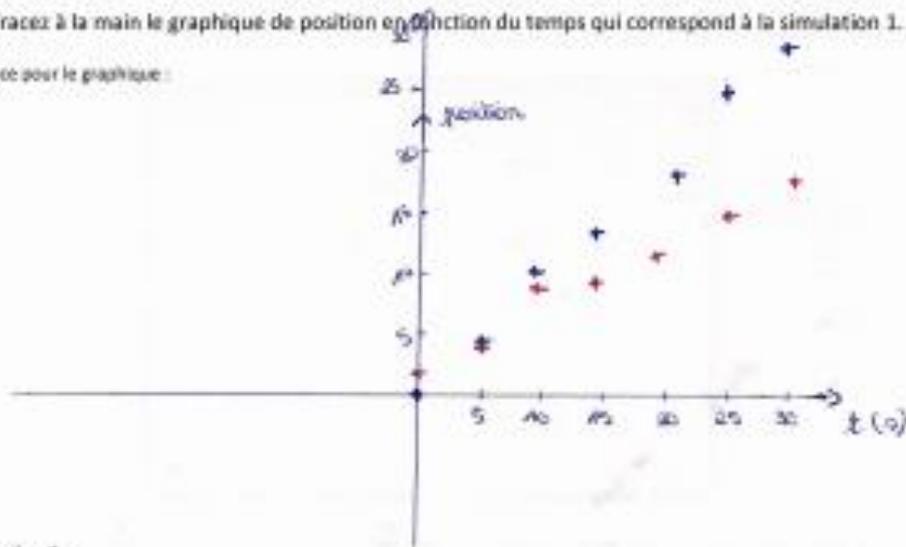
Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez $\text{Ctrl}+\text{F}$
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

- *19-27-31a*
av-post

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

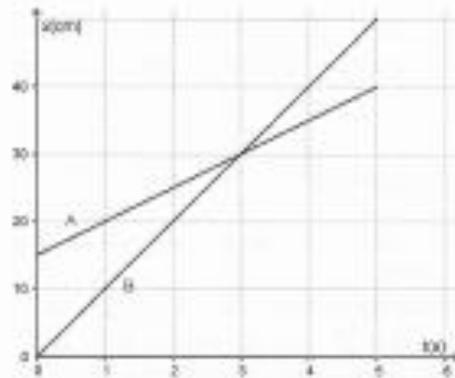


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

19-29-316
av-post

Valeurs de chaque curseur :

Valeur $\left\{ \begin{array}{l} A = 10 \text{ cm} \\ B = 0 \text{ cm} \end{array} \right.$ Vitesse de A = 5 cm/s
 Vitesse de B = 10 cm/s

Justification de votre choix :

Après l'analyse des graphiques on connaît la position initiale et la vitesse des 2 objets, tel que les 2 points se rejoignent à $t/s = 3$ et B deux fois plus rapide que A

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite qui correspond au mouvement de l'objet A est la droite C

24-25C
 94-post

Valeurs de chaque curseur :

Vitesse a : 5 Vitesse b : 3.3 temps : 5
Position a : 15 Position b : 0

Justification de votre choix :

Nous avons regardé par rapport au graphique et nous avons repris les valeurs.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond ^{au} mouvement de l'objet A ? C

Pourquoi ? Car cela commence à 0 et étant plus rapide son ~~est~~ coefficient directeur est plus élevé.

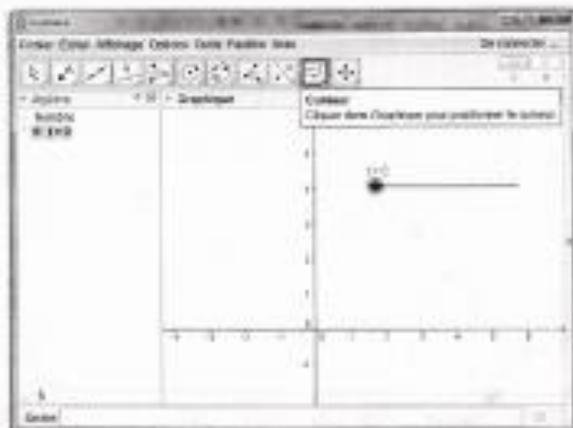
19-29-31c
at-post

Chloé Servant²⁵ terminale S3 Lycée Bouchar de Paris
ainsi que
Séverin TRÉO²⁴ Dictaphone n°8 Irma (Philippe)
Voix Tracer

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

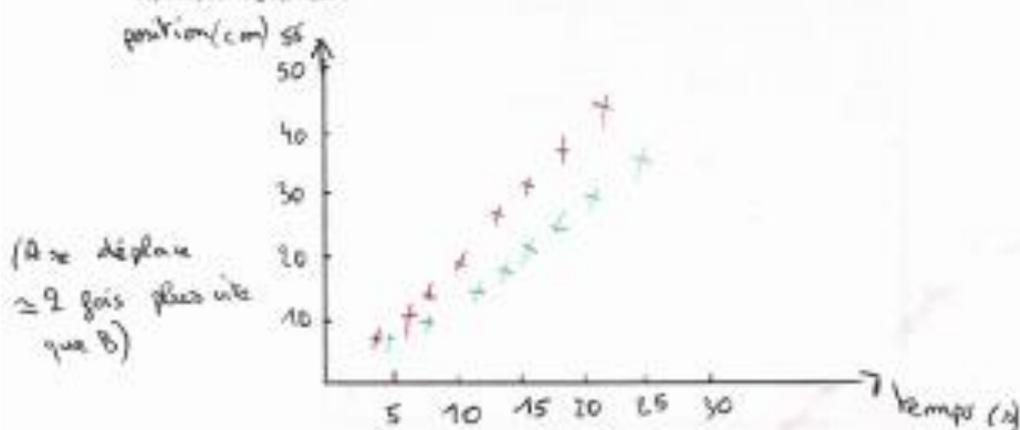
- Pour revoir la simulation, arrête-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez $\text{control}+\text{F}$ ($\text{Ctrl}+\text{F}$)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. Mouvement A plus rapide que le mouvement B.
Les deux points ont tous deux une vitesse
constante

24-25 av
av-post

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.

Espace pour le graphique :



objet A: x objet B: x

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Écrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre choix.

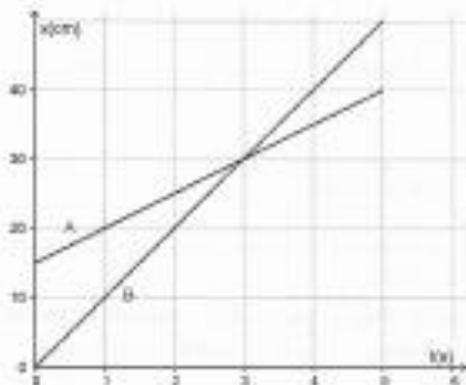


Fig 1 Position x d'une particule en fonction du temps t

24-256
av-post

Whitcomb Jossie
Entretien / 28

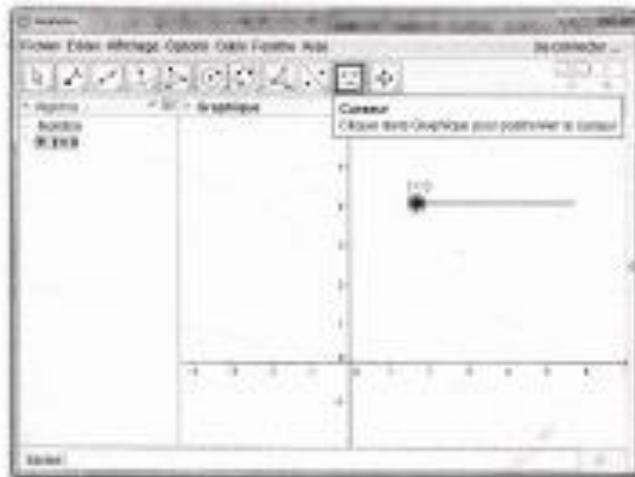
Viguelle Thomas TS3

dictaphone
5 - 2em

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps.

EXERCICES

Exercice 1. Etude du mouvement de deux objets. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

a. Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez et analysez le mouvement pour chaque objet.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)
- Si vous voulez, vous pouvez exécuter l'animation en positionnant la souris sur le curseur du temps, puis en appuyant sur le clic droit et en sélectionnant « animer ».

a. Le point A commence le trajet O, tandis que le point B commence avec 2 mètres d'avance, au bout de 30 (secondes) le point A arrive à 30 mètres et le point B arrive à 17 mètres.
On peut en conclure que B parcourt 15 mètres. L'objet A a une vitesse de 1 m/s

28-32a

Valeurs de chaque curseur :

position $a = 15$ vitesse $a = 5$ 0 < temps < 5
 position $b = 0$ vitesse $b = 10$

Justification de votre choix :

On voit que la particule b se situe en $(0;0)$
 au démarrage et au bout de 5 seconde la particule
 atteint 50 cm, il y a donc une vitesse 10 cm/s
 la particule A commence à environ 15 cm et fini
 à 40 cm il a donc une vitesse 5 cm/s

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B;
 dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces
 deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En
 se basant sur la simulation, répondez :

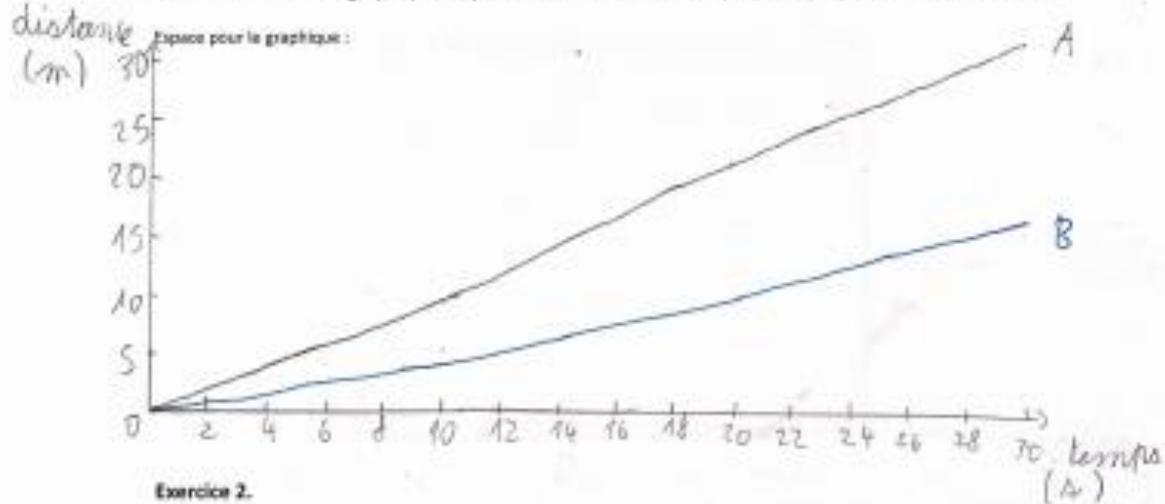
Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite C correspond à l'objet A car
 pour la même durée l'objet parcourt
 une plus grande distance que l'objet B

28-326
 av-post

L'objet B a une vitesse de 0,5 m/s
 L'objet A est deux fois plus rapide que
 l'objet B
 Il n'y a pas d'accélération

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation 1.



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs
 comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnés et expliquez votre
 choix.

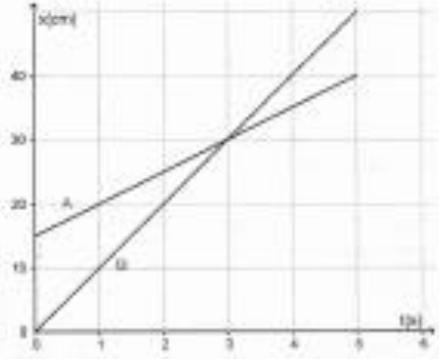


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

28-326
av-post

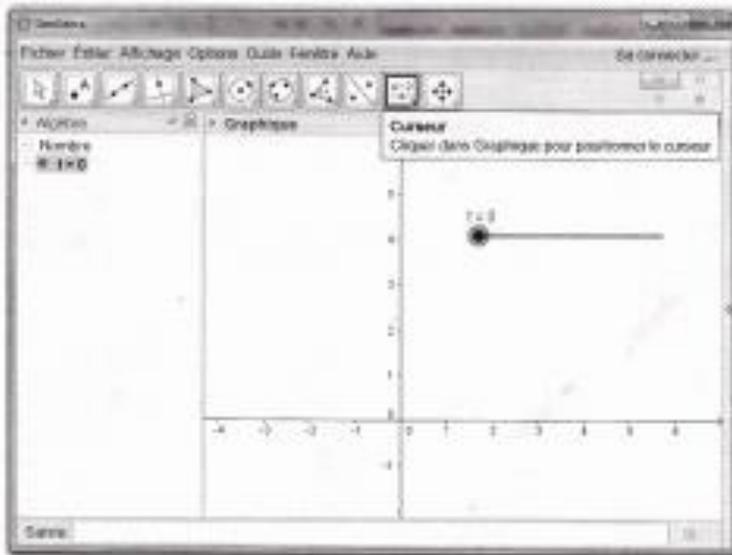
Li Hao 10 avant
SAKARAN ANOYA 3 avant TSA

1^{er} group

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ►

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

$$v_A > v_B$$

La vitesse A (v_A) est plus grande que celle de B (v_B).

À $t = 0$, la distance B est supérieur à A.

Cependant, à $t = 3s$, la distance A est supérieur à B.

Le changement de position est dû à leur différence de vitesse.

On remarque aussi que le mouvement est rectiligne.

À savoir $t = 4$, A dépasse B.

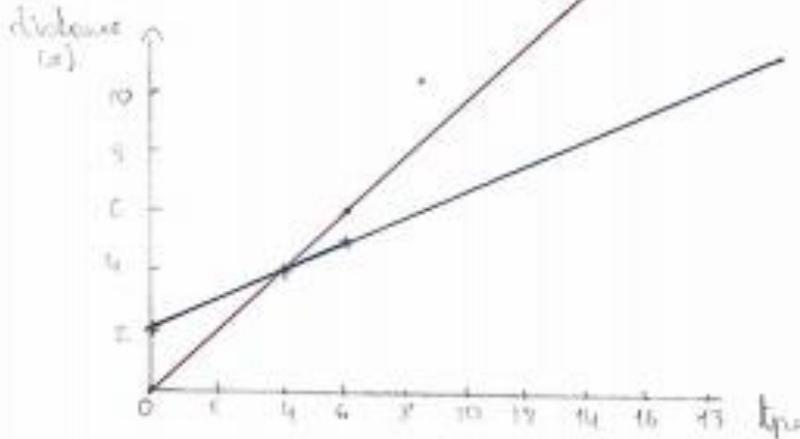
3-10 avd'

- b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :

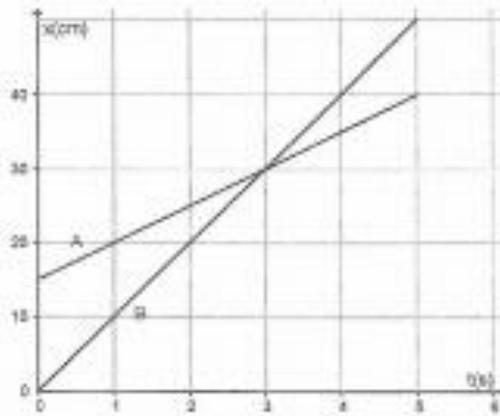


Graphique représentant la position des différents objets en fonction du temps

• A
• B

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. *Ecrivez la valeur de chaque curseur et justifiez.*



$$v_B = 10 \quad v_A = 5$$

$$x_{iB} = 0 \quad x_{iA} = 15$$

On a remarqué grâce à l'exercice 1, que v correspondait au coefficient directeur de la droite et x_i correspondait à l'ordonnée à l'origine.

Donc en reportant les valeurs du graphique, à $t = 0$ s, B commence à 0 et A commence à 15.

Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

En se déplaçant d'une unité de temps: on regarde combien de cm l'objet à avancer.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? C'est la droite C qui correspond à l'objet A
parce que à $t=0s$, $x_i A = 0$ et $x_i B = 2$ donc
c'est la droite C qui correspond à l'objet A.
La droite C a plus une vitesse plus grande que
celle de la droite D.

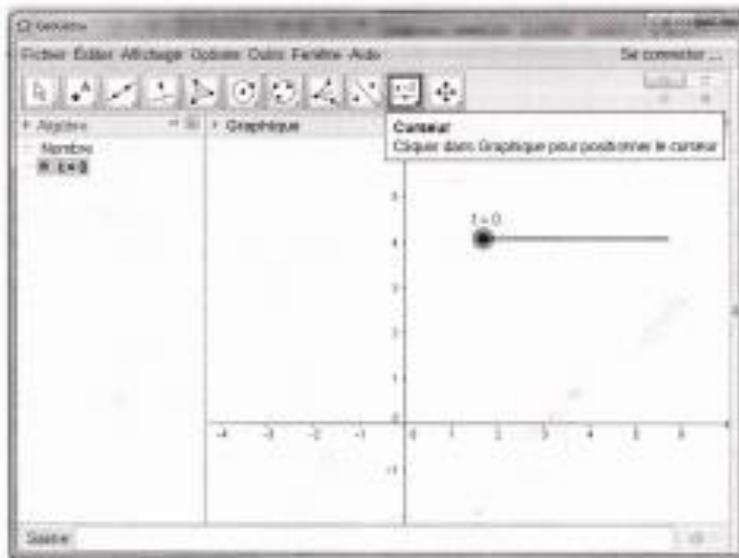
Bouteleja avant 5
Inès
Philo 2H
Schelloni

1^{er} group
avant

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ►

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

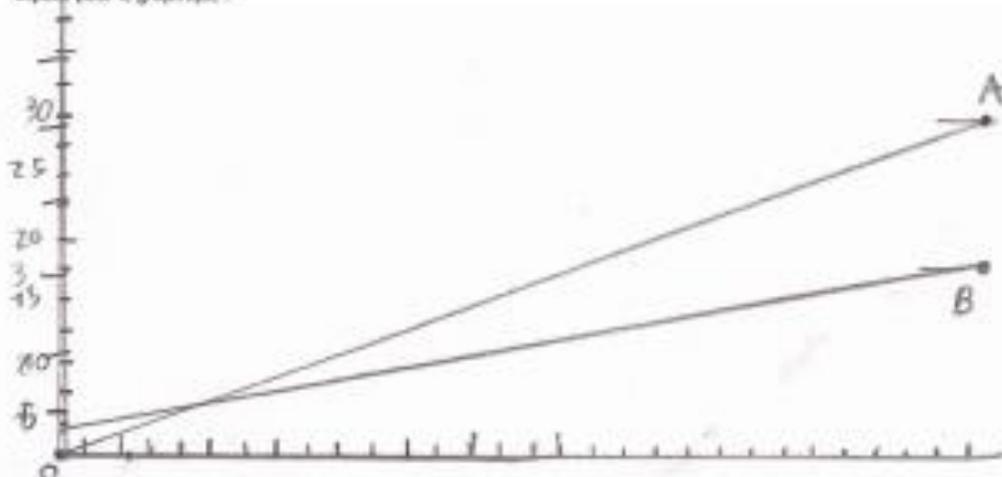
Objet A rectiligne uniforme, 1 m/s
Objet B rectiligne uniforme, 0,57 m/s

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrête-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. *Ecrivez la valeur de chaque curseur et justifiez.*

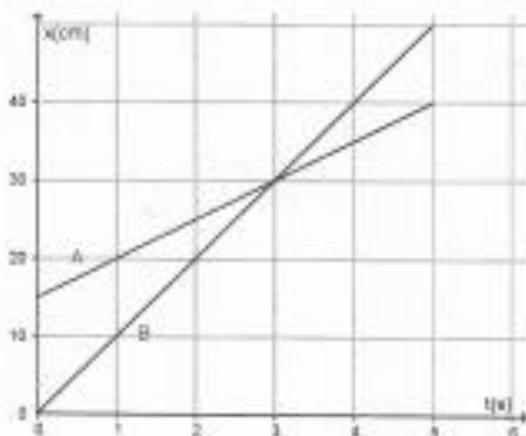


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

$$a = 0 \text{ m/s}^2$$

$$x_{0A} = 15 \text{ cm}$$

$$x_{0B} = 0 \text{ cm}$$

$$v_A = 5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_B = 10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite qui correspond au mouvement de l'objet A est la C car à $t=0$ B commence plus tôt que A comme D qui commence plus tôt que C

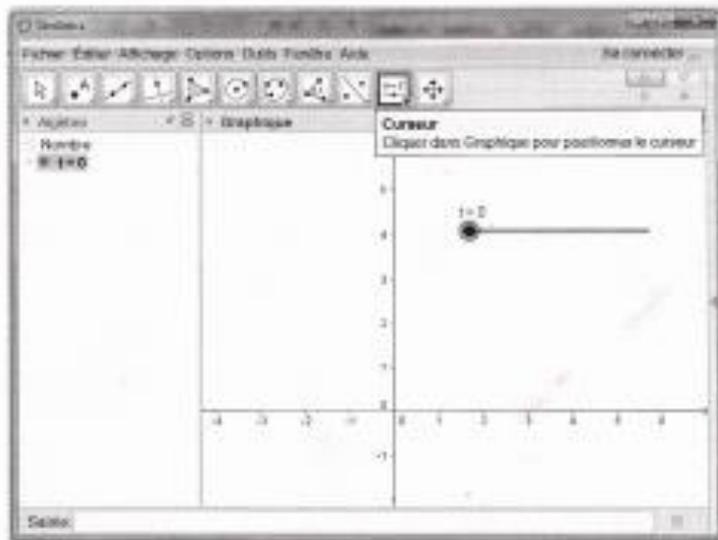
RAKOTOMALALA Zoha 18 avant
 DIARITE DIOLA G Avant
 TSA

1^{er} group

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ►

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

À $t = 0s$, l'objet A a pour coordonnées $(0; 0)$ et l'objet B $(2; 1)$.

À $t = 30s$, l'objet A a pour coordonnées $(30; 0)$ et l'objet B $(27,29; 1)$

Les objets A et B changent uniquement d'abscisse, donc c'est seulement la distance x qui change.

On a un mouvement rectiligne :

$$v_A = 1 \text{ UA} \cdot s^{-1}$$

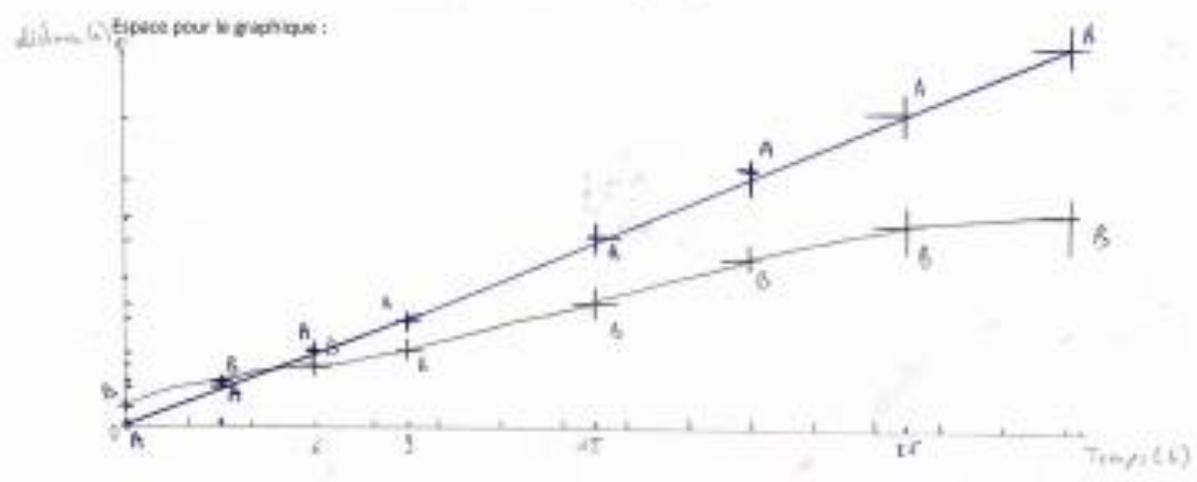
$$v_B = \frac{25,29}{30} \approx 0,8 \text{ UA} \cdot s^{-1}$$

} En moyenne, car nous n'avons pas de vitesse uniforme
 6-1801 ±

$$10 \text{ cm} = 1 \text{ s}$$

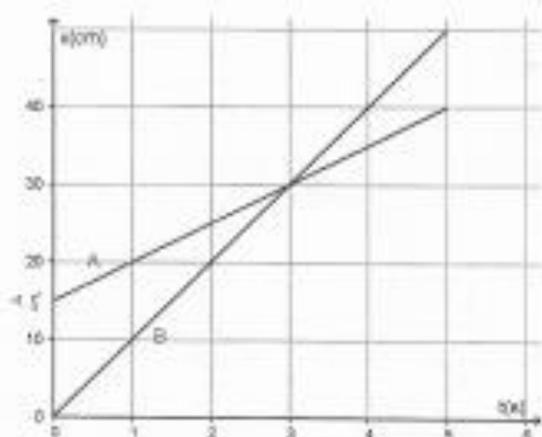
$$\frac{30}{6} = 5 \text{ cm/s}$$

- b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.
- Remarque :
- a. Pour revoir la simulation, arrête-la et emmenez le curseur à zéro.
 - b. Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. *Ecrivez les valeurs de chaque curseur et Justifiez.*



$$V_B = 10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V_A = 5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

avec à $t=0$, $x_A = 15$ et $x_B = 0$

Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t.

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

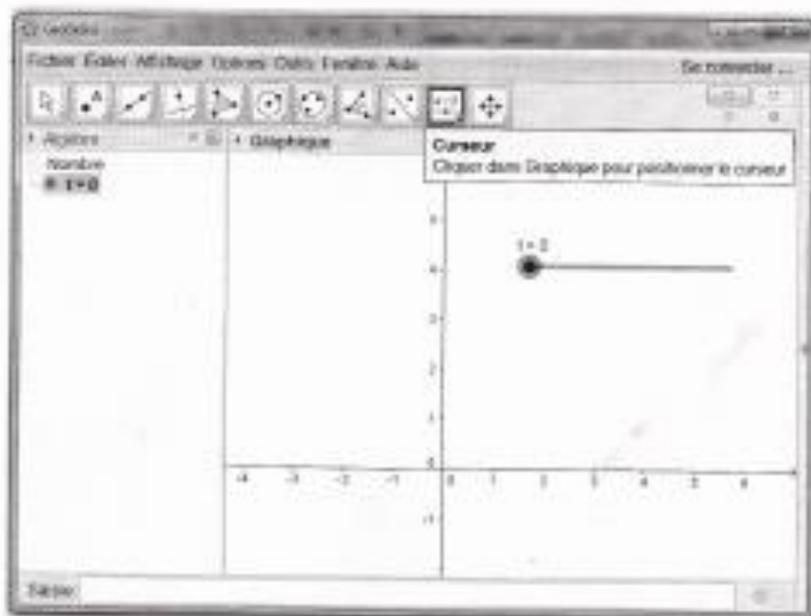
Pourquoi ? Selon nos observations, la droite C correspond à l'objet A. En effet, nous pouvons voir que l'objet a un mouvement plus rapide que l'objet B, et que la courbe C a un coefficient directeur, qui a une pente plus élevée que la D traduisant une rapidité de mouvement de l'objet lui correspondant.

De plus, le point de départ de ces deux droites correspond au placement de base des objets A et B.

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ▶

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

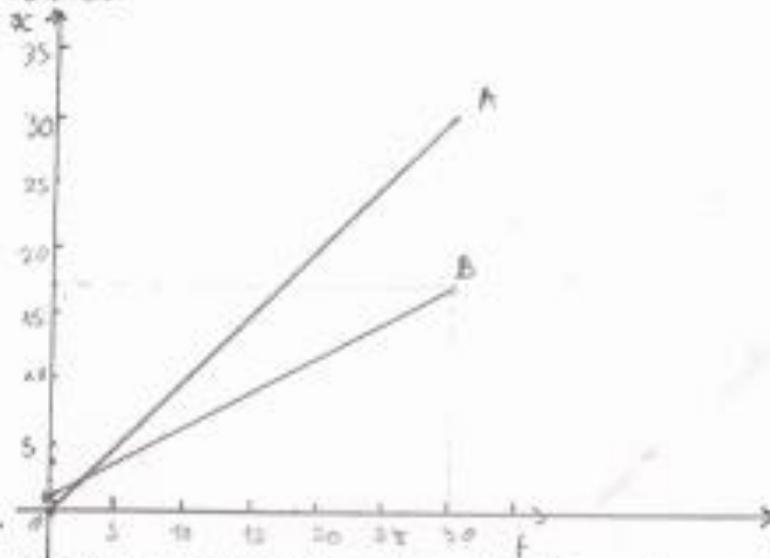
L'objet A et B ont leurs vitesses constantes.
Puis la vitesse de point A est plus grande que la vitesse de
point B. Multiplie le point de point A, à $t = 1/5$ rencontre
le point B.

- b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. *Ecrivez la valeur de chaque curseur et justifiez*

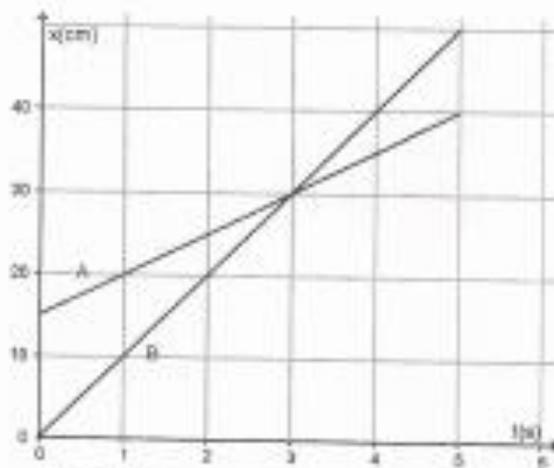


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

La vitesse de l'objet A est de 5 cm/s car sa position est représentée par une droite et qu'en 2 secondes elle fait 10 cm . $V_A = 5$
 Elle commence à 15 cm - $X_A = 15$
 La vitesse de l'objet B est de 10 cm/s car sa position est aussi représentée par une droite et qu'en 2 secondes elle fait 20 cm . $V_B = 10$.
 L'objet B est parti de l'origine. $X_B = 0$

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite qui correspond au mouvement de l'objet A est la droite C car le point A part de l'origine de $t = 0$; R mais aussi que la longueur de la droite C est plus longue que la droite D. Ce qui est parfaitement cohérent avec le mouvement de l'objet A.

Aland²⁵
Samuel

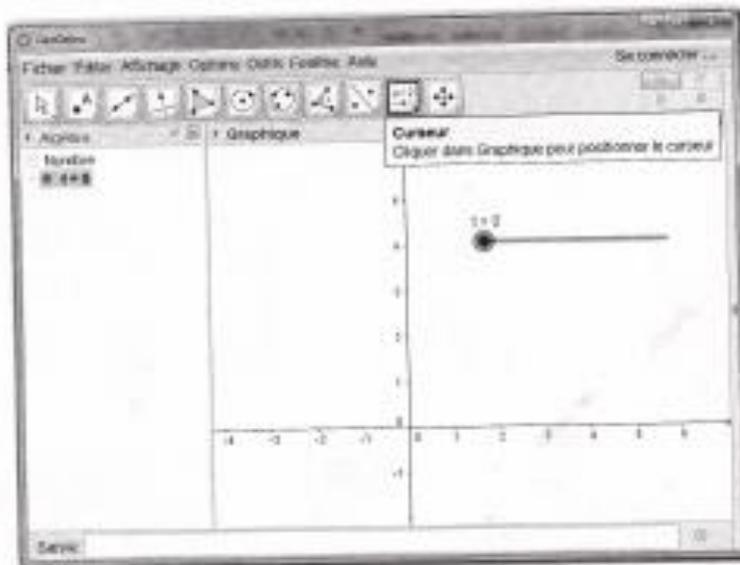
Akwane
Fatima¹

après
sur mon
ordinateur

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ►

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

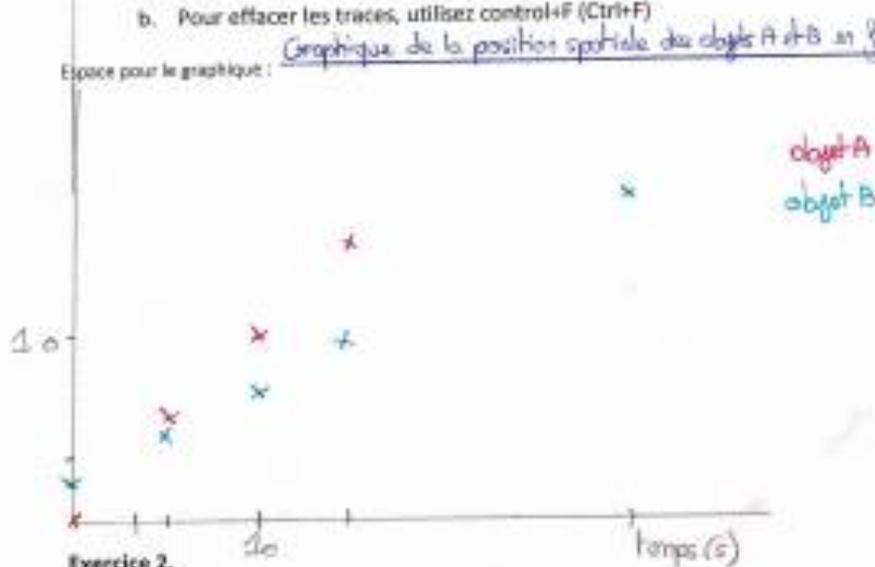
On observe que l'objet B a une plus petite distance à parcourir que l'objet A. De plus, l'objet A a une vitesse plus grande que l'objet B. Ils ont tous deux un mouvement rectiligne horizontal.

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

distance (m)



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Écrivez la valeur de chaque curseur et justifiez.

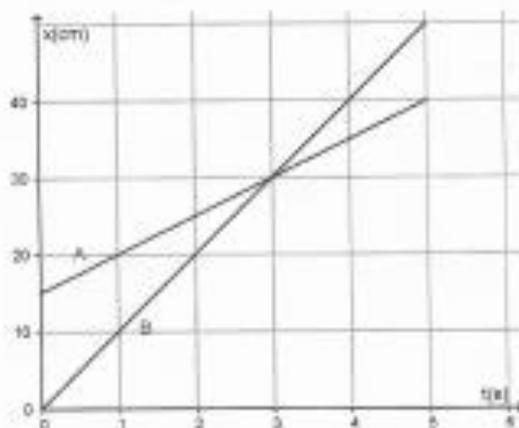


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t

$$\frac{1,2}{0,6} \mid \frac{10}{5}$$

$$x_{B3} = 30 \text{ cm (lecture graphique)}$$

$$v_A = 5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$x_{A3} = 0 \text{ cm (lecture graphique)}$$

$$v_B = 10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\Delta t = 3 \text{ s}, x_{B3} = 30 \text{ cm} \text{ donc } v_B = 10 \text{ cm}$$

$$\Delta t = 3 \text{ s}, A \text{ a parcouru } 15 \text{ cm} \text{ donc } v_A = 5 \text{ cm}$$

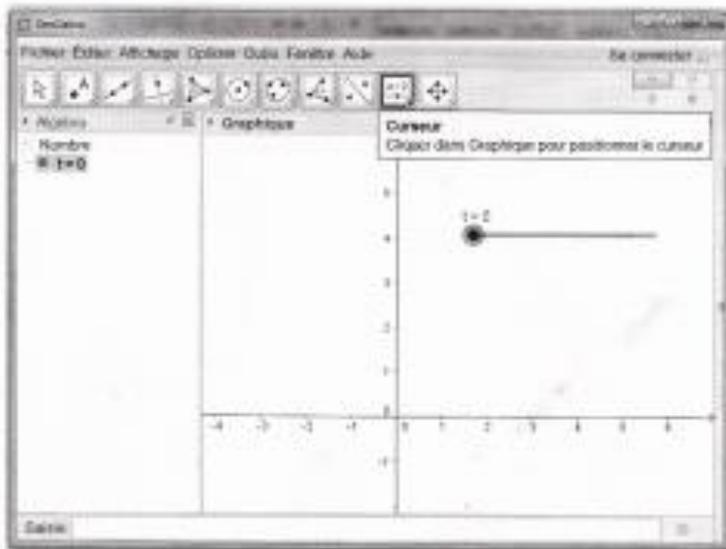
kesan Hamza. TSI 12
FEDAK Saadia TSI 20

après
enregistrement sur
téléph

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ▶

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

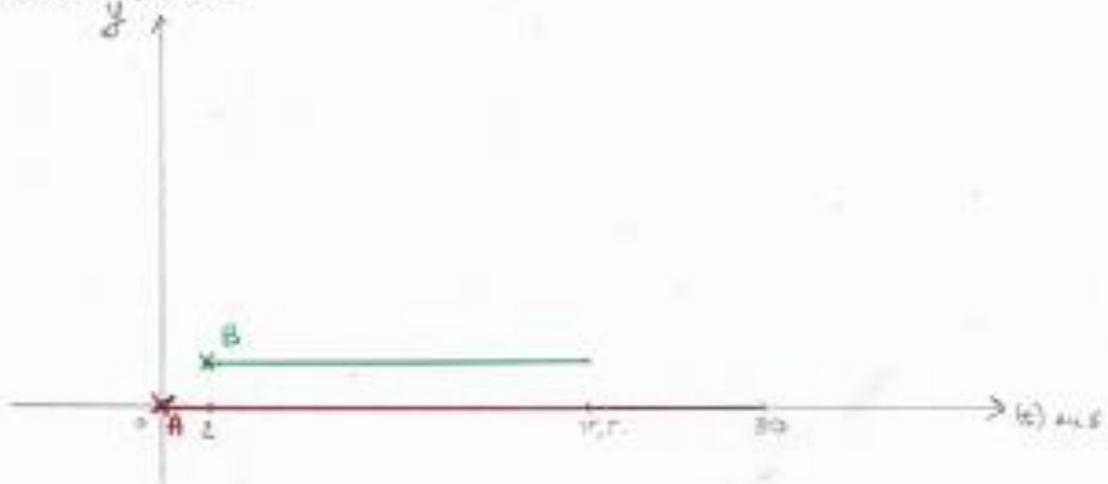
Nous pouvons avoir 2 points A et B. A se situe à une distance x initiale 0 et B à une distance x initiale 2. à $t=0$ A a une distance plus grande que B ($A=30$ et $B=15$), à $t=3,94$ A et B ont une position $x=4$. donc que $t > 3,94$ A $>$ B. Pour une distance A $>$ B. $4 > 0,8$.

- b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. *Écrivez la valeur de chaque curseur et justifiez*

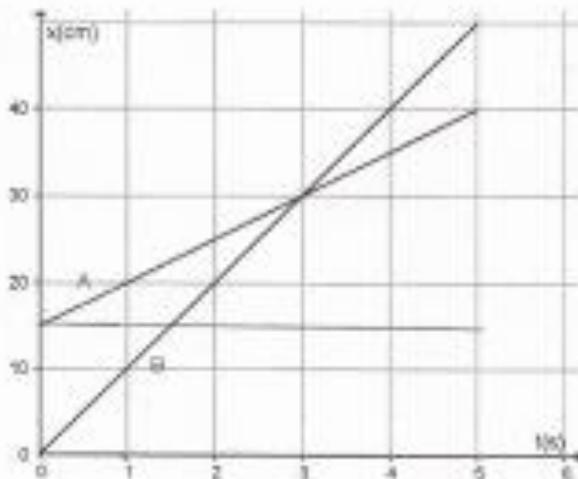


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

$$V_A = \frac{dx}{dt} = \frac{25}{5} = 5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V_B = \frac{dx}{dt} = \frac{50}{5} = 10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$x_A = 15 \text{ cm}$$

$$x_B = 0 \text{ cm}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? On voit que $v_A = \frac{DA}{TA}$, $v_B = \frac{DB}{TB}$. Nous pouvons voir que $AT=0$ sur le graphique C, c'est une distance initiale 0 et D a une distance initiale 2,5 lorsque t atteint un certain chiffre, A/B et sur le graphique C ou dessous de D donc nous pouvons dire que la distance $DA = D_0$ et $TA = T_0$; $D_B = D_0$ et $T_B = T_0$. Comme $v_A > v_B$ alors $v_C > v_D$ donc nous pouvons dire que A=C et B=D.

Paul
David
TS1

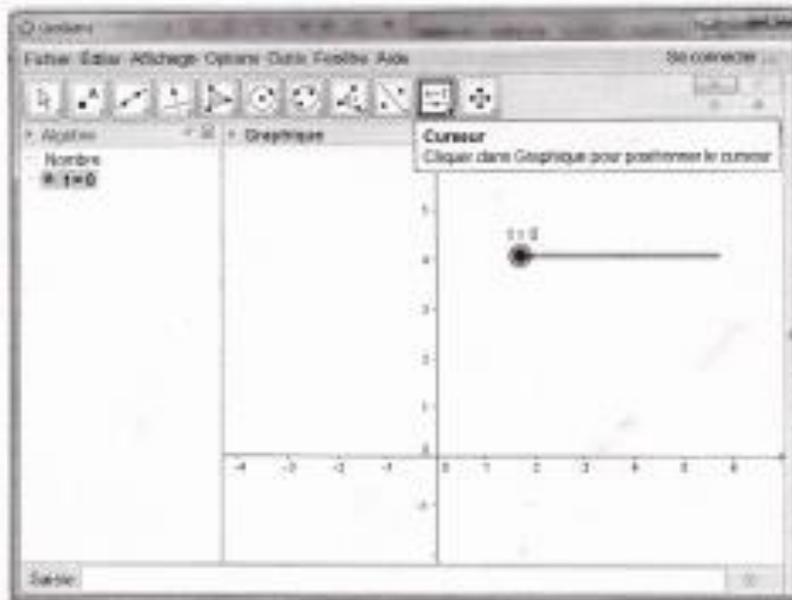
W
David
TS1

après
enreg. sur
téléphone

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ►

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

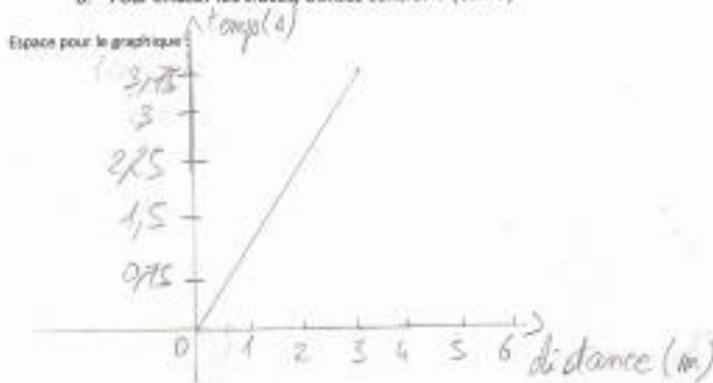
- Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

On observe que l'objet B ne bouge pas, c'est soit car il ne subit aucune force soit la somme des forces est nul alors que l'objet A subit une force rectiligne uniforme.

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)



$$t = 0,2 \text{ ms}$$

$$2,51 \text{ ms}$$

$$3$$

$$29,1$$

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Écrivez la valeur de chaque curseur et justifiez.

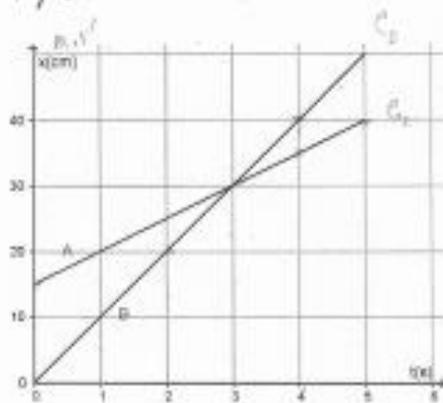


Fig. 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

$$A(1, 20) \quad C_2 \quad \frac{40-15}{5-0} = \frac{25}{5} = 5$$

$$B(0, 15)$$

$$A(5, 40) \quad C_1 \quad \frac{40-0}{5-0} = \frac{40}{5} = 8$$

$$B(0, 15)$$

$$y = 8x + b$$

$$y = 10x$$

$$y = 5x + 15$$

$$y = 8x + b$$

$$40 = 5(5) + b$$

$$40 = 25 + b$$

$$b = 40 - 25$$

$$= 15$$

14.17 ap 2.

$$\ddot{a} = \frac{dv}{dt} = \frac{d(10t)}{dt} = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\ddot{a} = \frac{dv}{dt} = \frac{d(5t)}{dt} = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? C'est la droite C car on observe que la droite C a une
plus vite que la droite D.

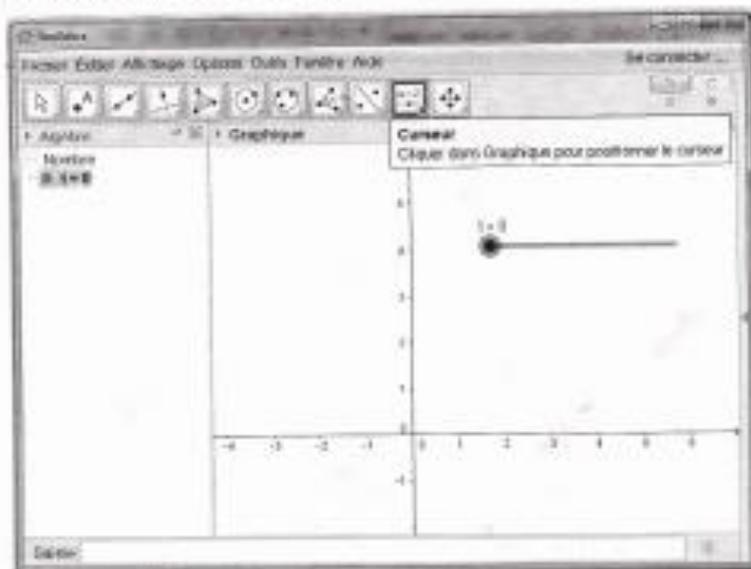
Luc Ren 19 après
Myaiam ELorji après

après

SCENARIOS SUR GEOGEBRA

Présentation Géogebra

Géogebra est un logiciel de mathématiques dynamiques qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre Géogebra.



Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur ou d'activer l'animation avec le bouton ▶

EXERCICES

Exercice 1.

Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

$$A = 30,01$$
$$B = 17,29$$

- a. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

Il y a une remarque à noter que le
parcours B est plus petit que le parcours A
En effet, le point B a une vitesse plus
petite que le point A
À $t = 4,05$ et à $t = 4,05$ le point A
et B sont à la même distance

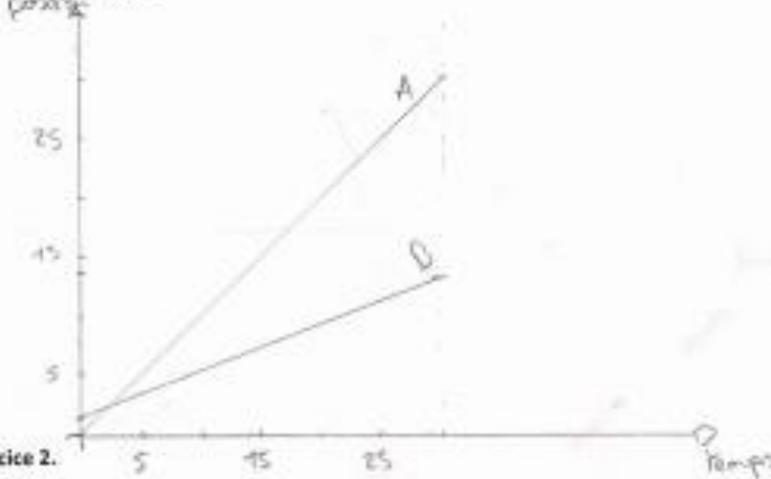
(4,05).
En 30 (secondes) : le point A parcourt 30,01
le point B parcourt 17,29

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et amenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :



Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Écrivez la valeur de chaque curseur et justifiez.

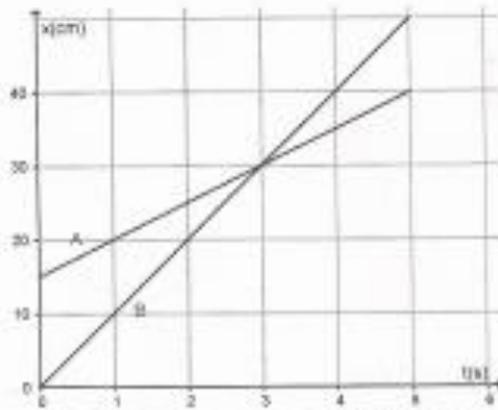


Fig 1. Position x d'une perle en fonction du temps t .

B
 $d = 50$
 $t = 5$
 $v = 10$

A
 $d = 25$
 $v = 5$
 $t = 5$

Grâce à la simulation on a établi les vitesses de chaque point

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Quelle droite correspond mouvement de l'objet A ?

Pourquoi ? La droite D correspond à l'objet A car à $t=0$ le point A n'est pas au point B et la droite C passe par l'origine du repère ce qui justifie le choix de cette droite

Annexe 3.2. Transcription de la production écrite des élèves sur le guide de travail Exercice

1a

Corbeil-Essonnes

1-19

Les mouvements A et B sont des mouvements rectilignes uniformes, ils démarrent en même temps. Le mouvement B par 2 mètres plus loin et les deux mouvements ont une vitesse différente, $V_b=0,5m.s^{-1}$ et $V_a=1m.s^{-1}$

2-11

Les 2 objets partent en même temps A part devant B mais va 2 fois plus vite. Leur vitesse est constante donc c'est un mouvement rectiligne uniforme

3-8

Les mouvements sont rectilignes uniformes l'objet A parcourt 30cm en 30sec et l'objet B parcourt 15m en 15sec soit la moitié de la distance de l'objet A

4-5

Objet B : mouvement rectiligne uniforme

Objet A : mouvement rectiligne uniforme

6-7 a

Les deux objets sont rectilignes uniformes.

L'objet A est plus rapide que l'objet B. L'objet A commencé à la position 0m finit à la position 30cm, sa vitesse est de 1m par seconde, l'objet B commence à la position 2 m et finit à la position 17--- et sa vitesse est de 0,5cm par seconde

9-28

Le mouvement des deux objets est rectiligne uniforme, représentant une accélération des deux objets, l'un des deux objets est plus rapide (A) que l'autre et parcourt une plus grande distance. Le départ est différé entre les deux objets. L'objet A par à 0 mètre et l'objet B par à 2 mètres.

La vitesse des deux objets est différente car nous une séparation plus importante entre les points de trace de l'objet A par rapport à l'objet B

10-13 Gaspard et Pierre

Les deux mouvements sont rectilignes uniformes L'objet A commencé à 0 mètre et termine à 30m au bout de 30s

Il a donc une vitesse de 1m/s

L'objet B commence à 2 mètres et termine à 17m au bout de 30s

Il a donc une vitesse de 0,5m/s

Donc A plus rapide que B

15-23-31

Objet A : départ à 0m, au bout de 30 secondes l'objet A est à 30,2 mètres l'objet A a un mouvement rectiligne uniforme.

Objet B départ à 2m et au bout de 30 secondes l'objet B est à 17,4m

L'objet B a un mouvement rectiligne uniforme

17-20

Les deux mouvements sont rectiligne uniforme.

On observe que le vecteur A va plus vite que le vecteur B

Le temps est de 30s, donc la distance parcourue n'est pas la même pour les deux vecteurs

18- 24

L'objet A a un mouvement uniforme car il a une vitesse constante (il est environ à $1\text{mS}^{-1} V = \frac{d}{t}$)

L'objet B a aussi un mouvement uniforme car il a une vitesse constante mais sa vitesse est moins que celle de l'objet A car il parcourt moins de distance en un même temps.

On ne peut pas déterminer la trajectoire

$\frac{4,4}{4,8} \quad \frac{7}{10} \quad \frac{10,3}{16,7} \quad \frac{14,25}{25,5}$

4,8 10 16,7 25,5

21-27

Moov rectiligne pour les 2 objets

L'objet A à une vitesse supérieure à celle de l'objet B

Objet A : accéléré

Objet B : uniforme

Vitesse de l'objet B est constante

26-29

Dans cette simulation, il y a 2 points : A et B placé dans un repère orthonormé

$(\vec{o}, \vec{i}, \vec{j})$

L'axe des abscisses représente la distance parcourue en mètre par les deux points. Le point A commencé à 0m tandis que le B commence à 2m à $t=0$. Au cours du mouvement, les deux points avancent horizontalement donc en gardant la même ordonnée. Le mouvement observé est uniforme.

À $t=10$, le point B se trouve à 7 met A se trouve à 10m. Le point A a devancé le point B de 3m en 10seconde sachant qu'il a commencé avec 2m de retard. Donc, on peut en déduire que le point A a une vitesse supérieure à celle du point B

Ceci est valable tout au long de l'expérience jusqu'à sa fin à $t=30s$.

32- 33

On a le A qui part de 0m et B en 2m. A va plus vite que B, mais ils arrivent en même temps

Abbeville

1 Romain - 12 Guillaume - 18 Mariette

Les 2 objets ont un mouvement uniforme, rectiligne. Leurs mouvements sont de même sens et de même direction. La vitesse de l'objet t est 2 fois supérieure à l'objet B

2 Billitys - 23 Valentine

Les deux objets ont une vitesse qui est constante, la vitesse de l'objet A est plus rapide que l'objet B donc l'objet A réalisé une plus grande distance que l'objet B. La vitesse de A est égale à 2 et la vitesse de B est égale à B

3 Martin - 8 Thomas

On observe que les 2 objets ont un mouvement rectiligne, ils se déplacent tous les 2 sur une droite de gauche à droite. On dirait que le point A avancé environ 2 fois plus vite que le point B

4 Charlotte - 27 Louise-Marie

Lorsque l'on augmente le temps (t avec le curseur) on voit les deux mouvements qui se représentent A a une plus grande distance que B. Si on déplace rapidement le curseur t rapidement moins il y aura de points donnés et inversement. Mais dans les différents cas, le mouvement A contient toujours plus de point donné que B à différents intervalles.

5 Léa - 34 Victoria

Nous avons 2 points dont A est placé à 0m et B à 2m. On remarque que la vitesse de A est plus élevée que celle de B au cours du temps. Au bout de 30s ; A parcourue une distance de 30m et B de 15m

6 Pauline - 9 Melissa

Le point B parcourt moins de mètre que le point A sur une même période

7 Amandine - 11 Estelle

L'objet A est plus rapide que l'objet B

L'objet démarre à 0m tandis que l'objet B démarre à 2m

À 4m les objets sont alignés

Par rapport à l'objet B, est plus rapide donc s'éloigne

10 Pierrick - 26 Dylan

On observe avec le curseur du temps que l'objet A se déplace plus rapidement que l'objet B, leur trajectoire est une droite et les 2 points ont le même sens c'est-à-dire vers la droite

Mais si on change la valeur de A et B leur vitesse respectif baisse on augmente

13 Mouret - 20 Mathilde

Le point A est plus rapide et parcourt une plus longue distance que le point B en 30 secondes

14 Coraline - 33 Melinda

L'objet A débuté à 0m et l'objet B débute à 2m
 L'objet A est plus rapide que l'objet B
 Les 2 mouvements sont uniformes
 Ils vont dans le même sens
 Le point B s'arrête à 17 mètres et le point A s'arrête à 30 mètres

15 Mathilde – 30 Julie

Nous constatons que le point A a une vitesse supérieure au point B car pour le même temps il se retrouve plus loin. Ils se déplacent dans le même sens et la même direction parallèlement. Le point A a une accélération supérieure au point B

16 Alexis – 22 Thibault

A et B ont tous deux un mouvement rectiligne sans influence des forces extérieures
 En comparant avec le curseur des temps on observe que le point A se déplace plus rapidement que le point B probablement dû à une accélération plus importante.

Les deux vitesses s'expriment en mètres par seconde

17 Dany

Les 2 objets ont des mouvement rectiligne uniforme avec A qui a une plus grande vitesse que B

A dépasse B à $t=4$

19 Faustine – 29 Jade – 31 Jade

C'est un mouvement rectiligne pour les 2 objets, le point A avancé plus vite que le point B car il arrive plus loin alors que son point de départ était plus éloigné que le point B

24 Théo – 25 Chloé

Mouvement A plus rapide que le mouvement B. Les deux points ont tous deux une vitesse constante.

28 Josse – 32 Thomas

Le point A commencé le trajet 0 tandis que le point B commence avec 2 mètres ----- au bout de 30 (secondes) le point A arrivé à 30 mètres et le point B arrive à 17 mètres

On peut en conclure que B parcourt 15mètre l'objet A a une vitesse de 1m/s et l'objet B a une vitesse de 0,5m/s l'objet A est deux fois plus rapides que l'objet B

Il n'y a pas d'accélération

La Courneuve

Élèves 3 et 10

- A) $V_a > V_b$. La vitesse A (V_a) est plus grande que celle de B (V_b). À $T=0$, la distance B est supérieure à A : Cependant à $T=30$, la distance A est supérieur à B. Ce changement de position est dû

à leur différence de vitesse. On remarque ainsi que le mouvement est rectiligne à environ $T=4$, A dépassé B.

Élèves 5 et 24

- A) Objet A rectiligne uniforme, 1m/s.

Objet B rectiligne uniforme, 0.51 m/s.

Élèves 6 et 18

- A) À $T=0s$, l'objet A pour coordonnées (0 ;0) et l'objet B (2 ;1)

À $T=30s$, l'objet A pour coordonnées (30 ;0) et l'objet B (7.29 ;1)

L'objet A et B changent uniquement d'abscisse, donc c'est seulement la distance X qui change. On a un mouvement rectiligne

$V_a = 1V_{a.s-1}$

$V_b = 15,29/30 = 0,5 V$



En moyenne, car nous n'avons pas

Élèves 11 et 23

- A) L'objet A et B ont tous deux une vitesse constante. Mais la vitesse du point A est plus grande que la vitesse du point B (0,5) malgré le point départ, le point A à $T=45$ rattrape le point B.

Élèves 1 et 25

On observe que l'objet B a une plus petite distance à parcourir que l'objet A. De plus, l'objet A a une vitesse plus grande que l'objet B. Ils ont tous deux un mouvement rectiligne horizontal.

Élèves 12 et 20

Nous pouvons voir 2 points A et B. A se situe à une distance X initial 0 et B d'une distance x initial 2 à $T=0$. A a une distance plus grande que B à $T=30$ et B=15,5 à $T=3,94$ A et B ont une position $X=4$. Lorsque $T>3,94$ $A>B$. Pour une distance $A>B$ $V_a>V_b$.

Élèves 14 et 17

On observe que l'objet B ne bouge pas c'est soit car il ne subit aucune force, soit la somme des forces est nul alors que l'objet A subit une force rectiligne uniforme.

Élèves 15 et 19

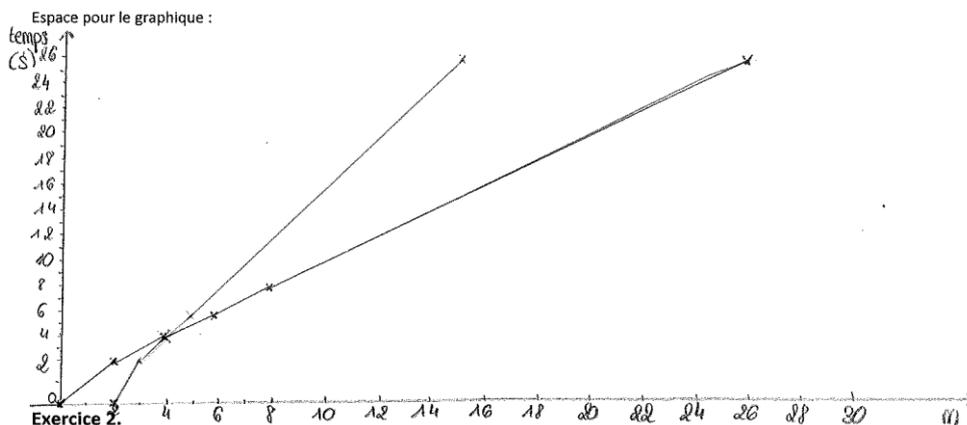
Vous remarquez dès que le parcours B est plus petit que le parcours A. En effet le point B a une vitesse plus petite que le point A. At=4,04 et à T=4,05 le point A et B sont à la même distance (4,06). En 30 (secondes) : Le point A parcourt 30,01. Le point B parcourt 17,29.

Annexe 3.3. Transcription de la production écrite des élèves sur le guide de travail Exercice 1b

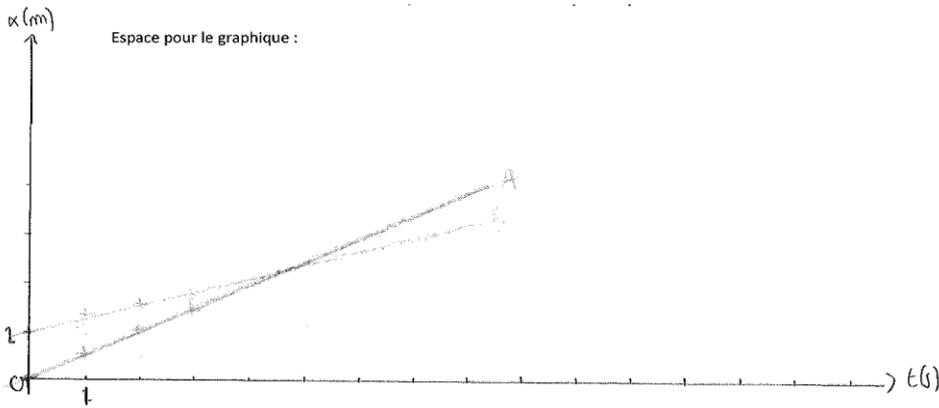
GéoGébra Exercice 1 B

Corbeil-Essonnes

1 Chiara - 19 Marjane

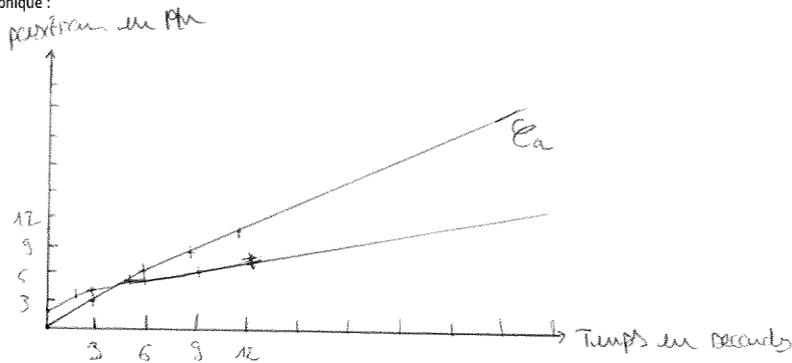


2 Emma - 11 Alison



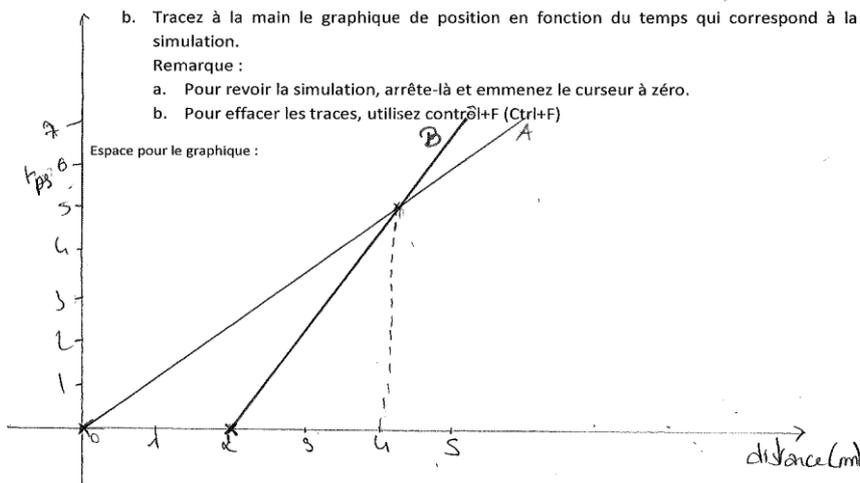
3 Ahmed - 8 Léo

Espace pour le graphique :

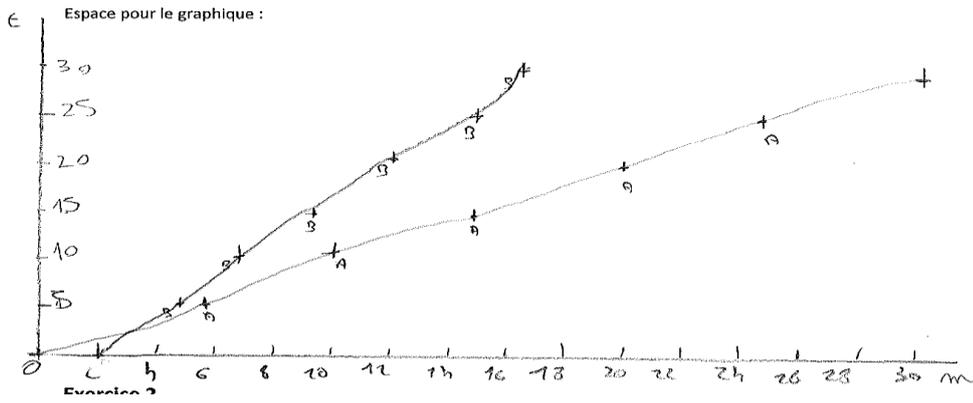


Ea est proportionnelle au l'objet parcourus 1m/s

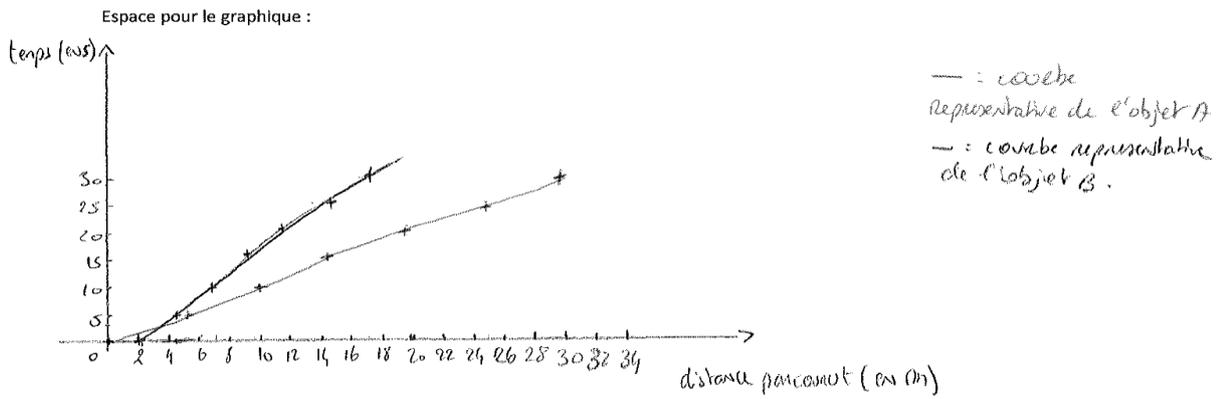
4 Imane - 5 Dina



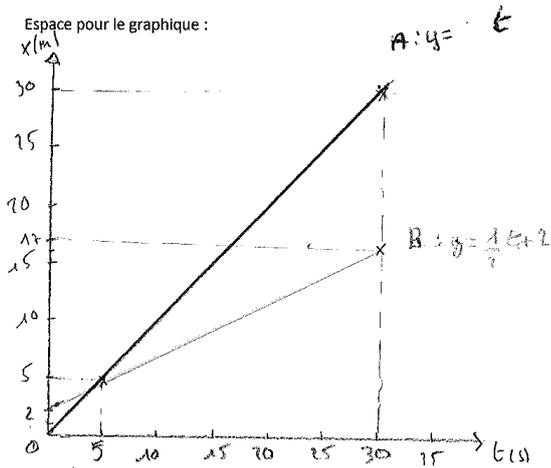
6 Ezzine - 7 Valentin



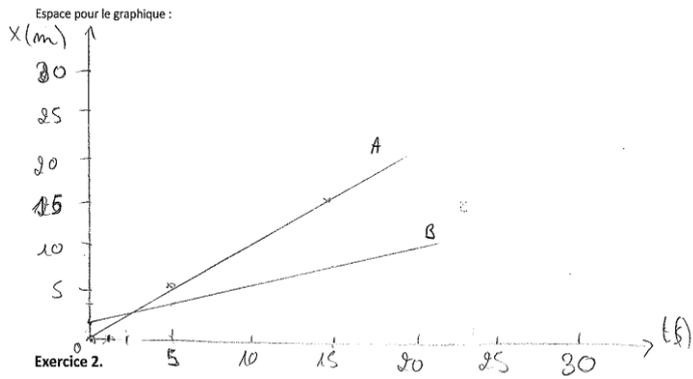
9 Chloé - 28 Villyan



10 Gaspard - 13 Pierre

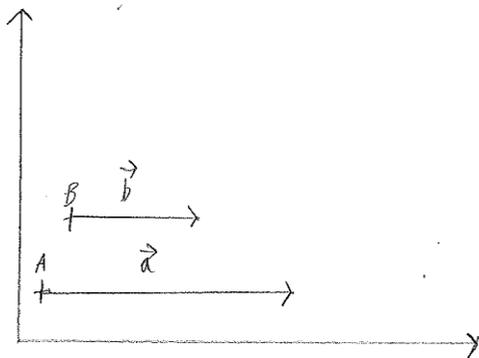


15 Lou - 223 Daniela - 31 Felicia



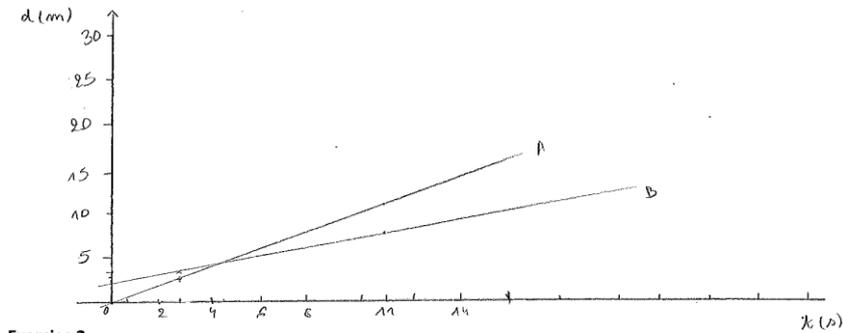
17 Antoine - 20 Antoine Pichard

Espace pour le graphique :



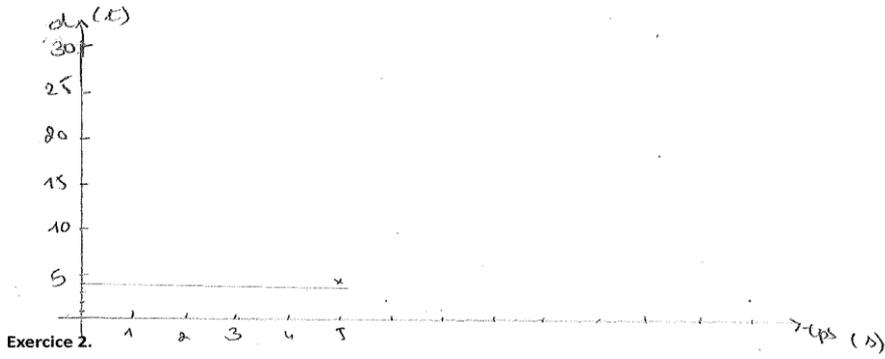
8 Estelle - 24 Vepierre Laurane

Espace pour le graphique :



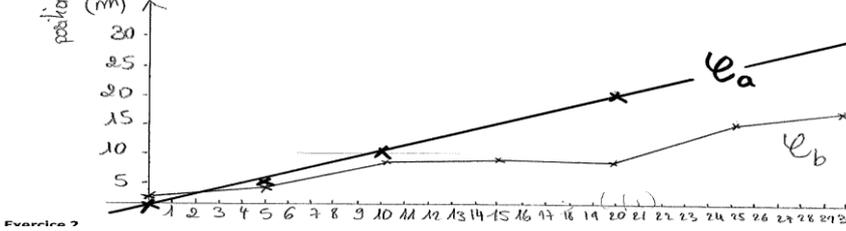
21 Sylvie - 27 Léane

Espace pour le graphique :



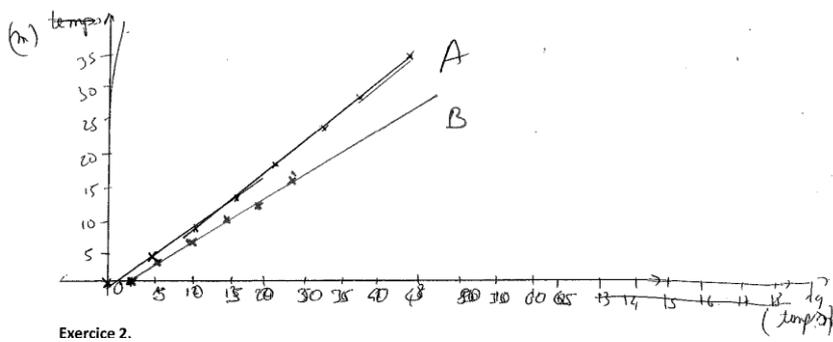
26 Wafal - 29 Bousquel

Espace pour le graphique :



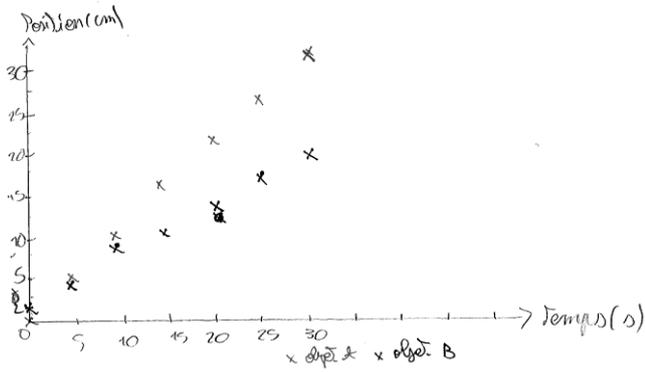
32 Massoude - 33 Lamelle

Espace pour le graphique :

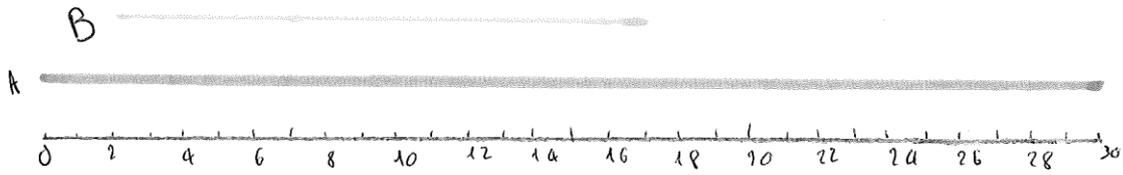


ABBEVILLE

1 Romain - 12 Guillaume - 18 Mariette

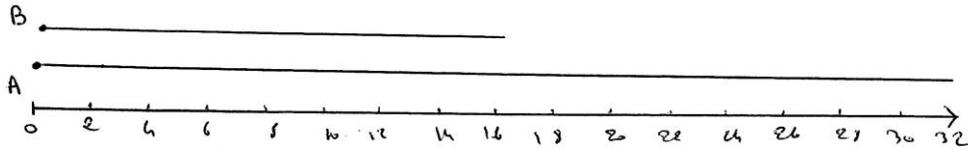


2 Billitys - Valentine



3 Martin - 8 Thomas

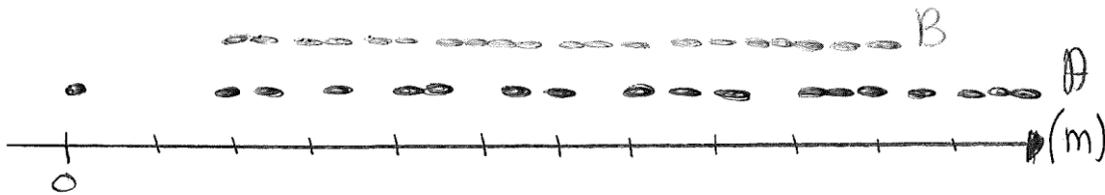
A se déplace 2 fois plus vite que B



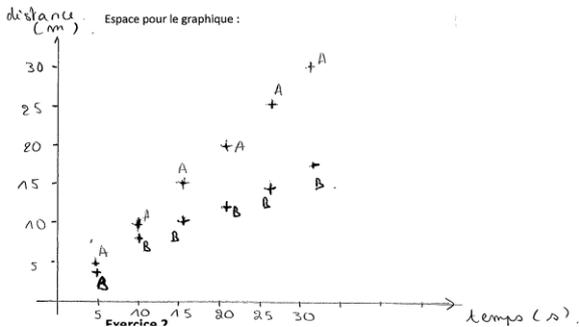
Dans la même durée, A avance d'environ 32 alors que B n'avance que de 16

Exercice 2.

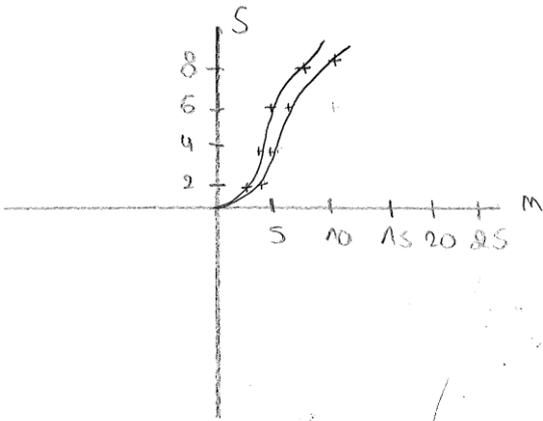
4 Charlotte - 27 Louise-Marie



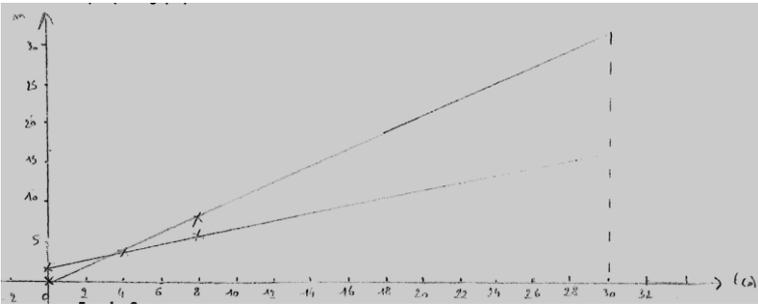
5 Léa - 34 Victoria



6 Pauline - 9 Melissa



7 Amandine - 11 Estelle



10

Pierrick

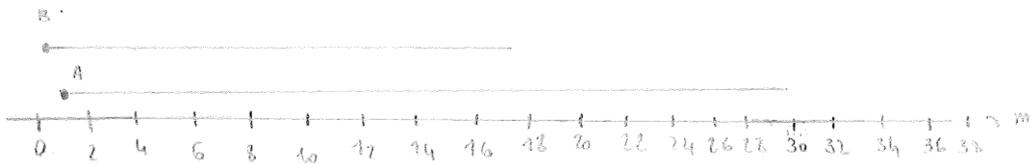
-

26

Dylan

temps

A se déplace 2 fois plus vite que B.



13

Mouret

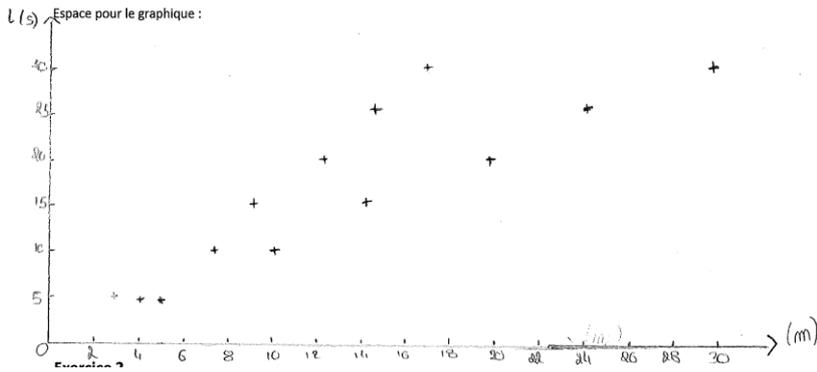
-

20

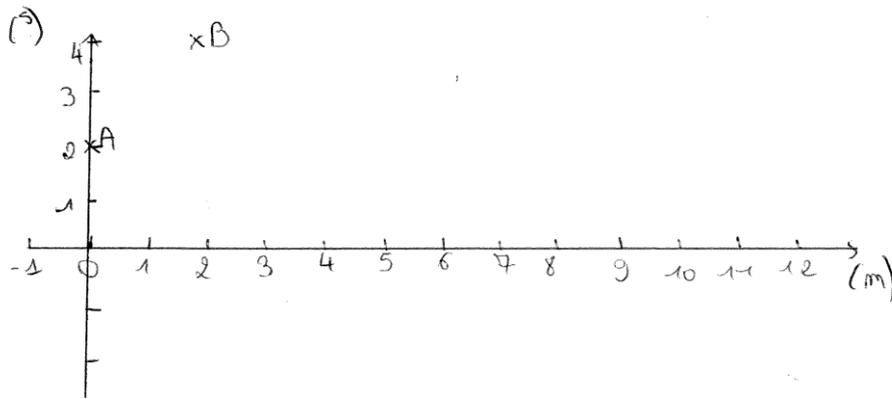
Mathilde



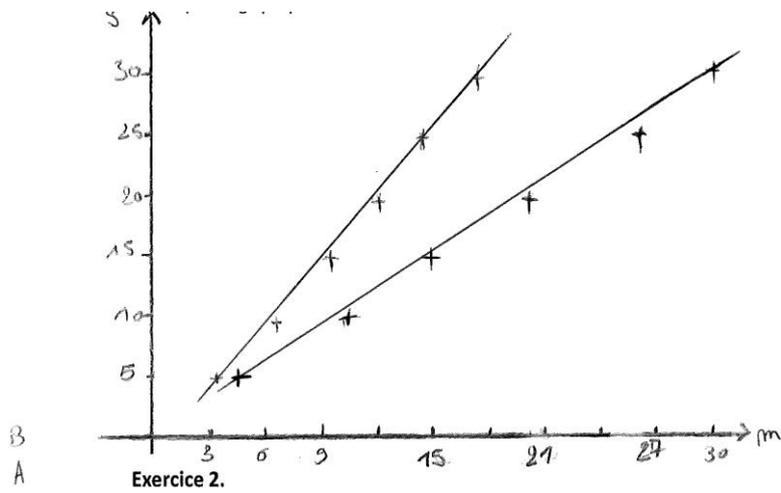
14 Coraline - 33 Melinda

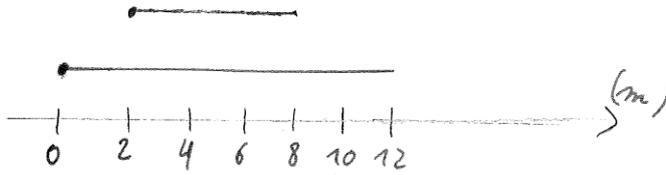


15 Mathilde - 30 Julie



16 Alexis - 22 Thibault

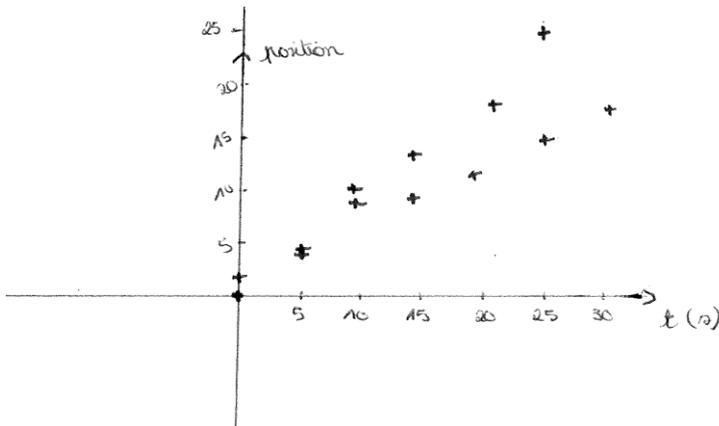




J'ai fait ce graphique en premier car en voyant position j'ai représenté juste l'axe des position comme sur la simulation en oubliant le temps (2^e second graphique page 4)

Exercice 2.

19 Faustine - 29 Jade - 31 Jade

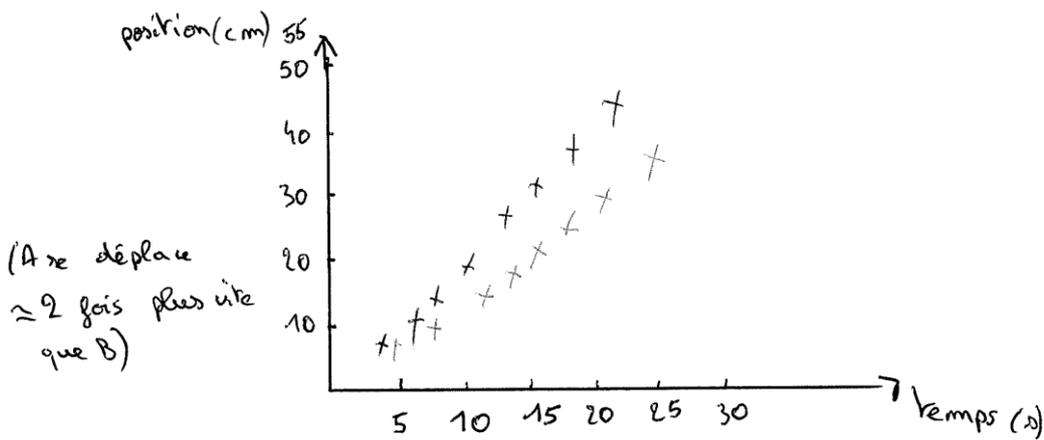


24

Théo

25

Chloé

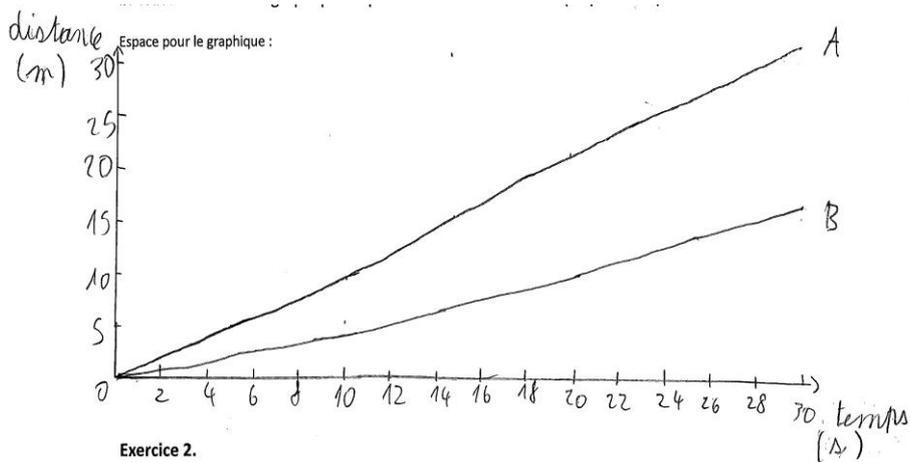


(A se déplace ≈ 2 fois plus vite que B)

objet A: x objet B: x

Exercice 2.

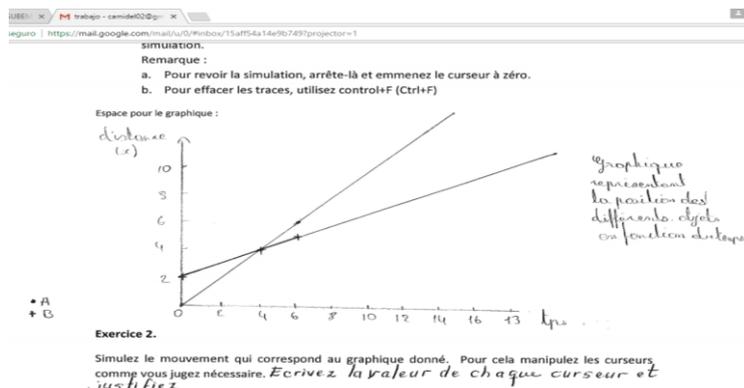
28 Josse - 32 Thomas



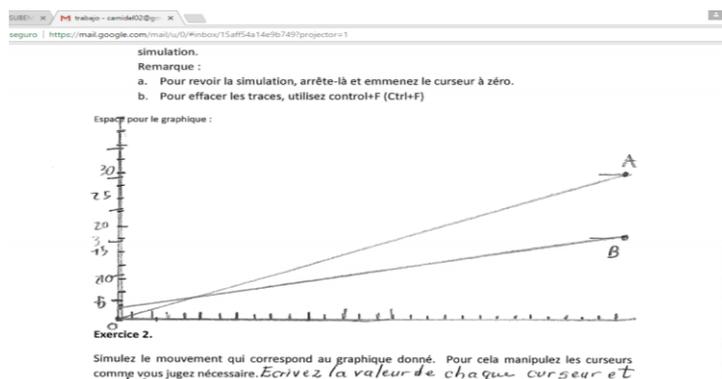
COURNEUVE

Élèves 3 et 10

A) Graphique représentant la position des différents objets en fonction du temps.



Élèves 5 et 24



Élèves 6 et 18

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous levez nécessaire. *Ecrivez les valeurs de chaque curseur et*

Élèves 11 et 23

b. Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs

Élèves 1 et 25

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :

Graphique de la position spatiale des objets A et B en fonction du temps

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs

Élèves 12 et 20

b. Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

Remarque :

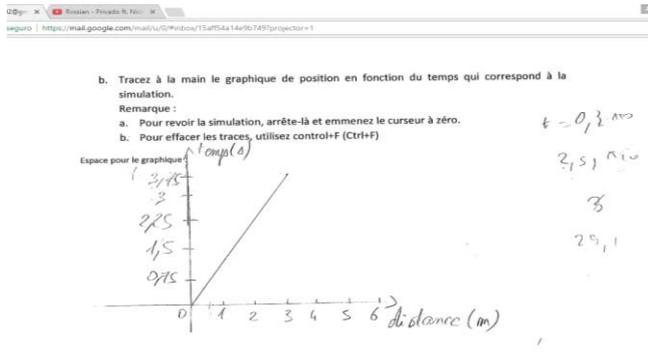
- Pour revoir la simulation, arrêtez-la et emmenez le curseur à zéro.
- Pour effacer les traces, utilisez control+F (Ctrl+F)

Espace pour le graphique :

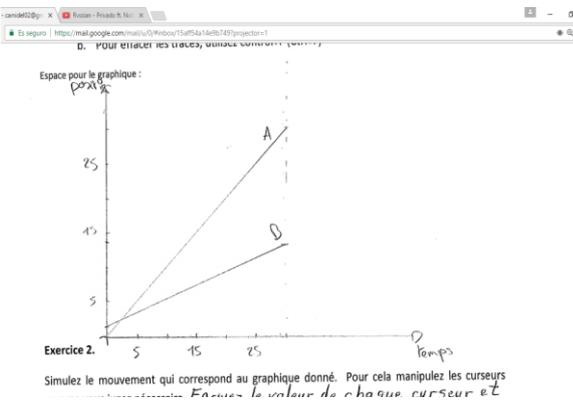
Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs

Élèves 14 et 17



Élèves 15 et 19



Annexe 3.4. Transcription de la production écrite des élèves sur le guide de travail Situation 2

CORBEIL- ESSONNES

1 Chiara - 19 Marjane

$$V_B \frac{d}{t} = \frac{20}{2} = 10$$

$$V_a = 5 \quad V_b = 10$$

2 Emma - 11 Alison

$$\text{Car } V = \frac{d}{\Delta t}$$

$$V_a = \frac{5\text{cm}}{1} = 5\text{cm} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow \text{Curseur sur 5}$$

$$V_b = \frac{10\text{cm}}{1} = 10\text{cm} \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow \text{Curseur sur 10}$$

Position de départ : à t_0 , $x=15$ pour A donc position A=15

à t_0 $X=0$ pour B donc position B=0

3 Ahmed - 8 Léo

Vitesse a=5

Vitesse b =10

Position a=15

Position b=0

4 Imane - 5 Dina

$$v = \frac{d}{t}$$

Objet B

6 Ezzine - 7 Valentin

Position a=15 car il commence à 15 sur le graphique

Position b=0 car il commence à 0

Vitesse B=10 car le coefficient directeur est égale à 10

Vitesse A=5 car le coefficient directeur est égale à 5

Temps= 5 car les courbes s'arrête à 5

9 Chloé - 28 Villyan

L'objet A part en position 16m

On remarque qu'il parcourt en 1 seconde 5 mètres et que sa vitesse est constante

L'objet B part en position 0m

On remarque qu'il parcourt en 1 seconde 10 mètre et que sa vitesse est constante

10 Gaspard - 13 Pierre

A : $y = 5t + 15$ ← ordonnée à l'origine

Position de départ du point A : 15m

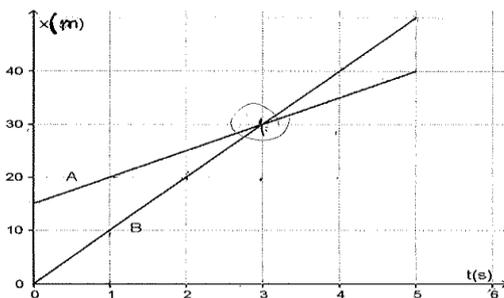
Coefficient directeur = $10m.s^{-1}$

B : $y = 10t + 0$ ← ordonnée à l'origine

Position de départ du point B : 0m

Coefficient directeur = $10m.s^{-1}$

15 Lou - 223 Daniela - 31 Felicia



17 Antoine - 20 Antoine Pichard

L'objet B doit aller plus vite que l'objet A pour le dépasser sur le graphique

18 Estelle - 24 Vepierre Laurane

B → Coeff directeur : 1 = vitesse

A → Coeff directeur : $\frac{1}{2}$ = vitesse

21 Sylvie - 27 Léane

$$V = \frac{d}{t}$$

$$V = \frac{10}{2} = 5m.s^{-1}$$

26 Wafal - 29 Bousquel

Le point B est + rapide que le point A donc sa vitesse pour seconde est plus grande

32 Massoude - 33 Lauëlle

Vitesse a = 0,5

Position a = 15

Vitesse b = 1

Position b = 0

Temps = 30

On observe sur le graphique que pour le point A à 10m, 1s, à 20, à 1s d'intervalle, et pour le point A on a 0,5s d'intervalle à chaque fois qu'on augmente de 10m et les 2 droites se croissent à 30m

ABBEVILLE

1 Romain - 12 Guillaume - 18 Mariette

$V_a=5$ $V_b=10$

$P_a=15$ $P_b=0$

Par rapport au coefficient directeur, on détermine la vitesse.

Leur position correspond à leurs ordonnées

2 Billitys - 23 Valentine

Vitesse A = 5 Position A = 15

Vitesse B = 10 Position B = 10

Sur le graphique le point A avancé de 5m par seconde et le point B avance de 10m par seconde. Le point A se trouve déjà à 15m et le point B se trouve déjà à 10m

3 Martin - 8 Thomas

Vitesse a = 5cm/s Vitesse b = 10cm/s Temps en animation

Position a = 15cm Position b = 0

On observe qu'a se déplace à 10cm par 2s soit 5cm par seconde. Au départ, A est à 15cm donc position a = 15cm

Nous faisons de même par le point B. Au bout de 3, B et A sont au même endroit car B va plus vite que A

4 Charlotte - 27 Louise-Marie

Vitesse a = 19,99 Vitesse B = 5,89

Temps = 6,47

Lorsque l'on bouge le curseur vitesse a, les points se forme de manière rapide (donc points avec une grande intervalle) comparé à la vitesse B

Ce qui permet de former une droite que se rapproche du modèle

5 Léa - 34 Victoria

$$v = \frac{d}{t} \quad t = 5$$
$$v_A = \frac{20}{1} = 20 \quad v_B = \frac{10}{1} = 10$$

Va=20 Vb=10 Temps=5s

Pa=15 Pb=0

Par rapport au graphique que l'on doit obtenir, on a choisi les mêmes positions de A et B à l'origine.

Sur le graphique l'étude ont de 5s.

Pour les vitesses de A et B, on a calculé à l'aide de la formule $V = \frac{d}{t}$

6 Pauline - 9 Melissa

A : 1 seconde pour 5cm

Initial 0s=15cm

Final 5s=40cm

B: 1 second 10cm

Initial 5s=50cm

$$O_A = \frac{5\text{cm}}{s} = 5\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Position a=15 positions b=

Vitesse b=10

Pas de justification

7 Amandine - 11 Estelle

PAS DE REPONSE

10 Pierrick - 26 Dylan

Valeur A=10cm Vitesse de A=5cm/s

Valeur B=0cm Vitesse de B=10cm/s

Après analyse du graphique on connaît la position initiale et la vitesse des deux objets, tel que les 2 points se rejoignent à t(s)=3 et B deux fois plus rapide que A

13 Mouret - 20 Mathilde

REPONSE SUR LE GRAPHIQUE

A position initiale =15cm

B _____ = 0cm

B Fait 10cm en 1 sec

A fait 5cm en 1 sec

14 Coraline - 33 Melinda

Curseur A= vitesse= 4,7

Curseur B= vitesse= 7,59

On a regardé à quelle vitesse les curseurs s A et B atteignent 40cm en 5 sec

15 Mathilde - 30 Julie

Vitesse a=0,5 vitesse b=1 Temps 2,04

Position a=2 Position b=1

A t=1 A est à 20 centimètres, B=10cm coefficient directeur = la vitesse donc A =0,5 et B=1

On voulait trouver A=B à t=3s mais nous avons trouvé à 2,04s donc il y a un problème dans nos vitesses

16 Alexis - 22 Thibault

La vitesse est en m/s, la position en mètre et le temps en seconde

La position est estimée en mètres ??? l'axe des abscisses ; le temps est estimé en secondes par le curseur.

On peut ainsi estimer la valeur de la vitesse qui est égale à distance / (temps) soit mètres/secondes

17 Dany

$V_a=5$ $V_b=10$

$Pos_a=15$ $Pos_b=0$

A a t=0s est déjà à x=15 donc $Pos_a=15$ pour que A soit à 30 a t=3s le curseur devait être placé a V=5

B a t=0s est déjà à x=0 donc $Pos_b=0$ pour que B soit à 30 a t=3s le curseur devrait être placé a $V_b=10$

19 Faustine - 29 Jade - 31 Jade

Vitesse a=5 Vitesse B=9,7 Temps=5

Position a=15 Position b=0

Nous avons regardé par rapport au graphique et nous avons repris les valeurs

24 Théo - 25 Chloé

Valeur

A=10cm B=0cm

Vitesse de A= 5cm/s

Vitesse de B=10cm/s

Après analyse du graphique on connaît la position initiale et la vitesse des 2 objets tel que les 2 points se rejoignent à $V(s)=3$ et B deux fois plus rapide que A

28 Josse - 32 Thomas

Position a=15 Vitesse a =5 $0s \leq \text{temps} \leq 5$

Position b=0 Vitesse b=10

On voit que la particule b se situe en (0,0) au démarrage et au bout de 5 secondes la particule atteint 5cm, il y a donc une vitesse 10cm/s la particule A commencé à environ 15cm et fini à 40cm il a donc une vitesse 5cm/s

La Courneuve

Élèves 3 et 10

On a remarqué grâce à l'exerce 1, que V correspondait au coefficient directeur de la droite et X_i correspondait à l'ordonnée à l'origine. Donc en reportant les valeurs du graphique, à $T=0s$, B commence à 0 et A commencé à 15. En se déplaçant d'une unité du temps : on regarde combien de cm l'objet à avancer.

Élèves 5 et 24

À $T= 0s$.

$X_a= 15cm$.

$X_b= 0cm$.

$V_a= 5cm.s^{-1}$

$V_b= 10cm.s^{-1}$

Élèves 6 et 18

$V_b= 10cm.s^{-1}$

$V_a= 5cm.s^{-1}$

Avec à $T=0$ $X_a= 15$ et $X_b=0$

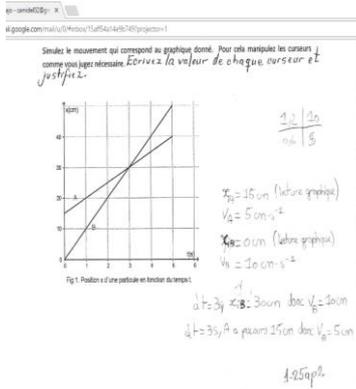
Élèves 11 et 23

La vitesse de l'objet A est de 5cm/s car la position est représentée par une droite et que en 2 secondes elle faite 10cm $V_a=5$.

Elle commence à 15cm. $X_a=15$.

La vitesse de l'objet B est de 10cm/s car la position est ainsi représentée par une droite cte et en 1 seconde elle faite 10cm. $V_b=10$. L'objet bouge à partir de l'origine $X_b=0$.

Élèves 1 et 25



Élèves 12 ET 20

$$v_A = \frac{D_A}{T_A} = \frac{25}{5} = 5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

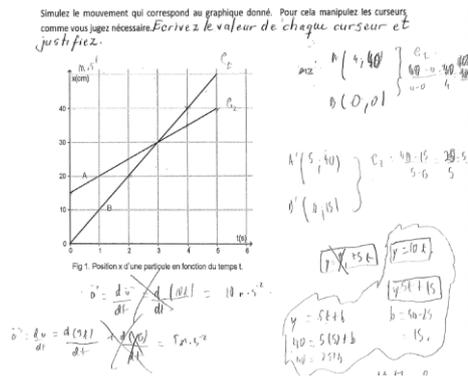
$$v_B = \frac{D_B}{T_B} = \frac{50}{5} = 10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$x_A = 15 \text{ cm}$$

$$x_B = 0 \text{ cm}$$

$$T = 5 \text{ s}$$

Élèves 14 et 17



Élèves 15 et 19

Grâce à la simulation on a établi les vitesses de chaque point.

$$A. D=25. V=5. T=5.$$

$$B. D=50. V=5. T=10.$$

Annexe 3.5. Transcription de la production écrite des élèves sur le guide de travail

Situation 3

1-19

La droite C correspond au mouvement A car sa position au temps $t=0$ est $d=0$, de plus la pente de la droite est plus forte et sur le graphique 1 la vitesse de A est plus élevée B donc en déduit que la droite C représente le mouvement A

2-11

C'est la C. En effet nous pouvons voir que cette droite part de l'origine comme le point A qui part à 0m. Son coefficient directeur (à C) est plus élevé que celui de la droite D donc traduit une vitesse plus rapide. Or A fait 10m (en haut) alors que B fait 5m donc A est plus rapide. J'en déduis donc bien que la courbe de A soit C.

8 - 3

Au départ les points A et décalés, $T=0$ sec le point $A=0$ m et $B=2$ m et sur le graphique le A $t=0$ sec $C=0$ et $D=2$, A parcouru ----- le point C semble correspondre au point A et D au point B et quand on regarde les vitesses on observe que A correspond bien à point C et B au point D

4-5

Le mouvement A correspond à la droite C car le mouvement A démarré son mouvement a $t=0$ et position $=0$ m, De plus, le mouvement dépasse le mouvement B à $t=4$ s ce qui correspond au point d'intersection des courbes de la partie inférieure puis le point A dépassé le point, On voit sur la partie

inférieure que la droite C est au-dessus de la droite D'après les.

6-7

La droite A correspond à la droite C. La droite A commencé à 0 mètre, comme la droite C. De même pour la position du $t=1$ s.

De plus le coefficient directeur de la droite C est supérieurs à celle de la droite D l'objet A se déplace plus vite que l'objet B

9-28

C'est la droite C car elle part de l'origine du repère et on remarque que l'objet A a pour position de départ 0

10 - 13

La droite C correspond au mouvement de l'objet A.

En effet on peut constater que l'objet A à $t=0$ s est à 0m et la droite C : $y= x + 0$ (elle passe par l'origine du repère)

De le point A parcourt une plus grande distance que le point B en 10s et la courbe C a une pente plus grande que la courbe D. Cela confirme le fait que la courbe C correspond au mouvement de l'objet A

Voir courbe exo 1

31 - 15 - 23

Il s'agit de la droite C car le mouvement commence à 0 tandis que le mouvement de l'objet B commence de 2 ce qui correspond à la droite D.

De plus, le coefficient directeur de la droite C est supérieur à celle de la droite D. Cela

correspond au mouvement de l'objet A qui va plus vite que le B

Le point A s'arrête à 10 comme la droite C

12 – 20

C'est la droite C. cette droite a un coefficient directeur plus importante que la droite D. Or l'objet est plus rapide que l'objet B donc sa représentation graphique est une droite ayant en coefficient directeur élevé. Pour la droite C correspond à l'objet A

18 – 24

Avec le mouvement des objets on calcule la vitesse de A, $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

La vitesse est la dérivée du vecteur position ainsi il s'agit du coefficient directeur de la droite représentant la position en fonction du temps.

On constate que la droite C a un coefficient directeur de 1 donc elle correspond au mouvement de A

De plus l'objet B se déplace moins vite que l'objet A (il parcourt moins de distance en un même temps), donc la pente du mouvement de B est plus faible que celle du mouvement A, or on voit que D a une pente plus faible que C donc D correspond au mouvement de l'objet B

21 – 27

On voit que l'objet est à 0m à 0 secondes. La droite C passe par l'origine du repère ce qui n'est pas le cas de la droite D. de plus, la vitesse de l'objet A est $> V_{\text{Objet B}}$ la droite C a une pente plus élevée.

Donc il s'agit de la droite C

29 – 26

PAS de REPONSE

32-33

Le mouvement de l'objet A correspond C car C part avant D sur le graphique et sur l'animation on peut observer que A part avant B

ABBEVILLE

1 Romain – 12 Guillaume – 18 Mariette

Le droite C

Sa position est égale à 0 pour $t=0$ donc l'-----
----- l'origine de la droite C est égale à 0. La vitesse de A est plus élevée que celle de B, la droite C à bien un Coeff directeur plus élevé que celui de la droite B

2 Billitys - 23 Valentine

La droite C correspond à l'objet A car la droite commence à 0 comme l'objet A. On remarque que la droite C avance de 2m par seconde alors que la droite D'avance de 0,5m par seconde.

La vitesse C est supérieure à la vitesse D comme la vitesse A qui est supérieur à la vitesse B

3 Martin – 8 Thomas

On observe que A rattrape B au cours du temps. Or la droite C a un plus grand coefficient directeur que la droite D, A se déplace à une plus grande vitesse que B donc la droite qui lui correspond doit avoir un plus grand coefficient directeur.

La droite C correspond donc au point A et la droite D correspond au point B

4 Charlotte – 27 Louise-Marie

Lorsque l'on bouge le curseur temps (vers + grand) on voit que A est toujours supérieur à B. En même temps se forme 2 droites C et D. On remarque que C est supérieur à D donc la droite C correspond du mouvement de l'objet A.

5 Léa – 34 Victoria

En se basant sur la simulation, on voit que le point A correspond à la droite C car le point A parcourt une distance plus élevée que le point B pour un même temps.

Sur le graphique la droite parcourt une plus grande distance en moins de temps que la droite D.

6 Pauline – 9 Melissa

L'objet A correspond au mouvement de la droite C car la position initiale est 0 pour A et 2 pour B on voit bien sur les courbes que la courbe C commence au point 0.

7 Amandine – 11 Estelle

PAS DE REPONSE

10 Pierrick – 26 Dylan

A correspond à l'objet D car la vitesse de A est équivalente à celle de D ainsi que la position.

13 Mouret – 20 Mathilde

C car la vitesse de A est plus grande que la vitesse de B car C va plus vite que D.

14 Coraline – 33 Melinda

L'objet A correspond à la droite D car elle parcourt plus de distance car l'objet A est plus rapide que l'objet B.

15 Mathilde – 30 Julie

La droite C représente l'objet A car à l'origine C se trouve en dessous D comme A en

dessous de B. Quand $A=B$, $C=D$ mais ensuite A passe devant B et $C \geq D$ donc $C=A$.

16 Alexis – 22 Thibault

La droite C correspond au point A car on voit que le point A part d'une distance inférieure à B est 0 et 2 pour B ainsi comme A à une vitesse supérieure à B et part d'une distance inférieure les deux droites associées au point vont se croiser. Donc on en déduit que C est la droite de A et D est la droite de B.

17 Dany

La droite C correspond au mouvement de l'objet A car la vitesse de A est plus importante que B. Or le coefficient directeur de C étant plus important que D, C dépasse D comme A dépasse B.

Déjà A commence à la position 0 comme pour C et B commence à la position 2 comme pour D.

C correspond donc au mouvement de l'objet A.

19 Faustine – 29 Jade – 31 Jade

C

Car cela commence à 0 et étant plus rapide son coefficient directeur est plus élevé.

24 Théo – 25 Chloé

La droite qui correspond au mouvement de l'objet A est la droite C.

28 Josse – 32 Thomas

La droite C correspond à l'objet A car pour la même durée l'objet parcourt une plus grande distance que l'objet B.

COURNEUVE

Élèves 1 et 25

La droite C correspond au mouvement de l'objet A car :

-L'objet A est moins avancé que B à $T=0s$ et pour $X=0$; $C(0) = 0$ alors que $D(0) = 2$.

-L'objet A est plus rapide que l'objet B comme on peut le voir sur les distances des positions successives des deux objets. De ce fait le coefficient directeur de droite C est plus grande que celui de D.

Élèves 12 et 20

On sait que $V_a = \frac{D_a}{T_a}$ $V_b = \frac{D_b}{T_b}$. Nous pouvons voir que à $t=0$ sur le graphique C à une distance initial 0 et D à une distance initial 2,5. Lorsque T atteint un certain chiffre $A > B$ et sur le graphique C on est au-dessus de D donc nous pouvons dire que la distance $V_c > V_d$ donc nous pouvons dire que $A=C$ et $B=D$.

Élèves 14 et 17

C'est la droite C car on observe que la droite C croît plus vite que la droite D.

Élèves 15 et 19

La droite D correspond à l'objet A car à $t=0$ le point A est placé en avant le point B est la droite C passe par l'origine du repère ce qui justifie le choix de cette droite.

Élèves 3 et 10

C'est la droite C qui correspond à l'objet A puisque à $t=0s$, $X_{IA}=0$ et $X_{IB}=2$ donc c'est la droite C qui correspond à l'objet A. La droite C a de plus une vitesse plus grande que celle de la vitesse D.

Élèves 5 et 24

La droite qui correspond au mouvement de l'objet A est la C car à $T=0s$ B commence plus

loin que A comme D qui commence plus loin que C.

Élèves 6 et 18

Selon nos observations, la droite C correspond à l'objet A. En effet, nous pouvons voir que l'objet a un mouvement plus rapide que l'objet B, et que la courbe C a un coefficient directeur, qui a une pente plus rapide que la D traduisant une rapidité du mouvement de l'objet lui correspondent.

De plus, le point de départ de ces deux droites correspond au placement de base des objets A et B.

Élèves 11 et 23

La droite qui correspond au mouvement de l'objet A est la droite C car l'objet A part de l'origine de $X_a=2$ mais aussi que la longueur de la droite C est plus longue que la droite D. Ce qui est parfaitement cohérent avec le mouvement de l'objet A.

Annexe 3.6. Transcription de l'enregistrement ce 1-19

CORBEIL-ESSONNES (Marjane-Chiara)

Essai directement des outils pour l'exercice 1 à l'aide du curseur play

EXERCICE 1A

Puis lecture des consignes

- mais on ne voit pas ce que c'est, en fonction de quoi. Je pense que là on a le temps, mais est-ce que c'est la distance ?...

- non c'est la vitesse

- non c'est mètres

- ah oui je n'avais pas vu

Elle fait défiler le schéma plusieurs fois puis le stop

- la vitesse n'est pas pareil

De nouveau lecture des consignes de l'exercice

- Je crois parce que B part avec un retard de deux secondes,

- Il part avec un temps de retard ?

- Non ils partent en même temps mais à une distance différente

- Ils ont une vitesse différente, ok ;

- Pourquoi il n'y a pas d'unité du temps

- Ça me stresse

6'55 après deux minutes et suite à précision du prof sur la manière de travailler, reprise de la réflexion

- ils partent en même temps mais à des distances différentes 2 mètres

- oui ils n'ont pas la même vitesse

- donc on écrit que A part 2 mètres avant B et B 2 mètres plus loin et les 2 mouvements ... du coup est-ce que c'est rectiligne uniforme ... et est-ce qu'il y a une accélération

- et bien, là on voit que la vitesse est constante parce que $V_a = 1$ et $V_b = 0,5$ et il n'a pas ... c'est rectiligne parce qu'il ne propose pas une autre échelle « y » « z » (elle veut sans doute dire que c'est rectiligne parce qu'il n'y a rien en ordonnée, on peut penser qu'elles résonne en graphique). Mais si parce que là ce sont les mètres en fonction du temps où la distance en fonction du temps, et sinon ils t'auraient rajouté un autre axe avec un truc dans l'espace ; tu mets mouvement rectiligne, vitesse différente ...on met les valeurs ou pas ?

- Oui on peut

- et B est = 0,5 mètres par seconde moins 1 et A = 1 mètre par seconde moins 1, c'est tout ?

EXERCICE 1B 9'

Lecture de l'énoncé de l'exercice 1B

Tracez ...

- ... de la position en fonction du temps

- et bien la distance en fonction du temps

- oui c'est ça, et bien ...

- il faut déjà qu'on trace l'axe avec l'échelle et tout
- attends le temps il va jusqu'à combien, il va jusqu'à ...30

- c'est bon si on fait 35 en distance et 30 en secondes, je crois que ce sont des secondes

- la distance en mètres Donc il y aura 2 secondes

- oui C'est toujours l'unité en haut entre parenthèse ; du coup il faut qu'on trouve une échelle pour le temps et la distance ; on va jusqu'à 35, tu vas de cm en cm comme ça

- de 2 secondes en 2 secondes

- oui mais là, regarde dans l'axe ça va de 2 en 2 parce que sinon les points seront trop proches (elles regardent sans doute le schéma précédent)

Elles bougent le temps

- On fait une échelle de 0,4 ou de 0,3

- Mais il faut faire les deux mouvements ou un seul ? oui donc les deux mouvements ; je fais 0,3 ou 0,4 ?

- Tu fais de 2 en 2

- Alors en temps 0 premier point ...A est à 0 et B est à 2. Puis elles déplacent le curseur et arrêtent au temps à 2 secondes et elles en déduisent :

- B est à 3

- On continue, elle relance le curseur play qu'elles ne trouvent pas précis pour l'arrêt sur le temps, puis elles déplacent la règle temps pour la ramener à 3,8 (sans doute 4 dans leur esprit)

- On va arrondir, et on va dire qu'à 4 secondes ils sont tous les deux à 4

- Dans la même position. Ensuite ... après avoir positionné le temps sur 6... B est à 5 et A est à 6

- En fait A il va de 1 en 1

- On fait des exemples

- Ça ne sert à rien parce que A est à 6 en 6 secondes et en plus la vitesse est de 1, il faut déjà tous les placer (on peut déjà tous les placer)

- A 7 il est à 7, oui

- Oui et pour B il a ...je dirais il a 0,5 mètres de différence mais non parce que... je ne sais pas ... parce qu'après ça va s'accumuler, regarde l'écart de distance

- Après avoir bougé redémarrer le curseur Play : en fait je crois que tu fais +0,5, +0,5, +0,5 à chaque fois (sous-entendu à chaque seconde) au temps 26, B est à 15 et A est à 26

- Déjà le logiciel n'est pas assez précis

- Donc c'est bon

- Oui, en fait ça peut représenter une fonction 0,5x, c'est pour ça qu'à chaque fois il ...

18'50

- Mais tu as mis le temps à 20 alors que tu avais dit 26

- Mais c'est bizarre, pourquoi ce n'est pas une droite ? parce que sa vitesse elle est constante ...

- Regarde ça fait ça ...

- Oui c'est bizarre ...

- Lui il est là

- A 4 on est là (toutes les deux à 4) ... mais du coup ça fait une droite là ?

- Oui

- Tu es sûre ? ha bien oui

- Après on a

- Ce n'est pas une droite parce que l'échelle ne correspond pas

- ... ????

- mais ça tu peux le faire à la calculatrice

- C'est pour ça que ce n'est pas une droite ... ce n'est pas grave ...

Elles rient et disent

- ça fait une droite comme ça ... en plus il est écrit tracez à la main, ce n'est pas à la règle

EXERCICE 2 21'20

Lecture de l'énoncé

- ha c'est une nouvelle version de GéoGébra !

- ??? exposition de deux courbes sur un temps ... sinon ça ne fait rien on n'a pas de vitesse, elle est à 0 ... attends, ça position à 0 il faut régler ...

Après avoir bougé la position de A à 15

- ok

- et la vitesse elle est de combien

- je ne sais pas

- je crois que c'est un., oui mais c'est le coefficient directeur ? la vitesse de B c'est 1, là si monte de 1 tu décales de 1 et pour la A c'est 0,5

- on met temps 5

- pourquoi temps 5 ? à non je ne crois pas

- si je change est-ce que ça va changer ?

- non ça va changer ta position de départ, ça ne sert à rien

- je ne comprends pas en fait ; est-ce que si je change le temps ...

- non parce qu'il n'y a pas de vitesse, ça ne va bouger ; si ta voiture elle est à l'arrêt toute la nuit elle ne va pas bouger ; Déjà je dis que c'est avec le coefficient directeur de la droite puisque $V=D/T$ et si par exemple on calcule ...1/2 ça te fait... attends...

- mais le coefficient directeur déjà c'est A - ? / ????

- ça sert à quoi au fait le DELTA, je n'ai jamais rien compris, delta D sur delta T, je n'ai jamais rien compris

- ???

- Je ne sais pas, attends déjà on fait Vb pour valeur on prend quoi ? c'est combien c'est 20 ?

- Oui et là 2

- Ça fait 10 et l'autre 20 il est sur 1

- Pourquoi là c'est 30 et 3 ?

- Je n'en sais rien

- ça fait 10 aussi

- c'est 2 sont à 10 alors que l'autre là ...

25'45 il y a une accélération

- bien non

- bien si parce que là, ha mais ils ne sont pas partis en même temps

- s'ils sont partis en même temps mais pas à la même distance ... oui c'est pour ça que je dis que c'est le coefficient directeur de la droite, ... je pense que c'est 0,5 ou 2, je crois que c'est 0,5 tu vois quand tu décalais ... (elles bougent le curseur de la vitesse B à 1 et de A à 0,5

- et tu as fait quelle formule ?

- $X_a - X_b$

- fais $X_b - X_a$, c'est la plus grande valeur qui... C'est pour ça que tu trouves un truc négatif elles n'arrivent pas à régler le curseur de la vitesse de A sur 0,5

- 1/5 -ème ça fait 0,2222 ...

- He c'est bizarre !

- Regarde tu n'arrives pas à mettre la valeur (sur la règlette), ça veut dire que ce n'est pas ça

- Oui mais vitesse = d/t donc

- Mais leur vitesse elle est égale ? Mais si leurs vitesses étaient égales les courbes ne se croiseraient pas (28'50), si elles avaient la même vitesse ça ferait deux droites parallèles donc elles ne peuvent pas avoir la même vitesse, ça on en est sûr ... et B a une vitesse plus forte qu'A puisqu'il arrive plus loin

- Alors qu'il a commencé avant

- Mais la vitesse je ne sais pas ... on va trouver ... peut-être qu'il y a une décélération ... ou un truc (30')

- On ne sait pas comment on fait ... on peut mettre .../2...

- S'il y avait une décélération la courbe ne serait pas une droite (ou une accélération)

Elles ont redémarré l'animation et cherchent maintenant à positionner B sur 5 pour en tirer une conclusion, elle arrêtent le temps au plus près de 5 pour vérifier que B est à 5:

- oui regarde ça marche

- sur le graphique il est à 50, là il est à 5

- ha ce sont des cm ça veut dire qu'il faut changer, attends cm c'est 10-2

- c'est bon ... ????

- quoi ? non ça fait 10-2, et bien du coup c'est bon alors

- ??????

- 5 mètres et 50 cm c'est pas du tout la même chose, ça fait 50cm mais ça ne fait pas 50 cm, ... ça fait 500 cmmoi je dis que la vitesse c'est 0,01, ho regarde l'échelle se réduit, regarde c'est ça Du coup le A c'est 0,05 (sous-entendu la vitesse) L'échelle elle est trop On ne peut pas changer l'échelle

- parce qu'ils sont en mètres ... c'est un casse-tête hein ! Sur le mouvement ils ne nous proposent pas de changer l'échelle

33'42 relectures des consignes : bougez les curseurs comme vous jugez nécessaire

Une personne fait des simulations sur le schéma en fonction de la vitesse qu'elle modifie pendant que l'autre personne relie les consignes de l'énoncé

- déjà il y a un problème d'échelle ... » simulez le mouvement qui correspond au graphique » donc le graphique a une importance

34'50 intervention de Ines : comment ça se passe ?

- c'est compliqué !

- Ines : comment vous comprenez ce graphique ?

- c'est des mouvements rectilignes uniformes, on voit que A part en même temps que B mais à une distance différente, et que sa vitesse elle est moins rapide

- Ines : je vois qu'il y a des calculs, qu'est-ce que c'est 10 ...

- parce que on voulait trouver la vitesse

- Ines : 10 c'est la vitesse de qui ?

- de B

- en fait je pense que ce n'est pas possible parce que la distance est en cm normalement c'est en mètres

- c'est pour la simuler sur l'ordinateur parce que sur le graphique c'est bon

- Ines : vous pouvez aussi penser que c'est mètre, mètres par seconde ou cm par seconde. 10 c'est la vitesse de qui ?

- de B

- Ines : et de A

- ça ne peut pas être la même chose

- Ines : vous avez dit que l'un était plus rapide alors pourquoi ? ...

- Parce qu'on s'est trompé !

- Ines : donc l'idée c'est de vérifier les deux vitesses et quand vous êtes sûr, vous mettez le curseur dans les valeurs que vous avez trouvé et faire marcher la simulation, mais avec les bonnes valeurs. C'est pour ça qu'il faut avant bien repérer sur le graphique les valeurs. Vous mettez les valeurs et vous activez la simulation.

- ok merci

- on est d'accord que la vitesse c'est distance par rapport à un temps. A en une seconde le truc parcourt ... tu trouves 10

- en une seconde ?

- non, pourquoi j'ai dit 10 ? ...5

- 5 avec une vitesse constante, donc là ça fait 5

- La vitesse de A si on met 5 et pour B on met 10 (la réglette des deux vitesses sont mises sur 5,01 pour A et 10 pour B)

- Pour qu'il n'aille pas plus loin que 6 secondes, on va voir si les valeurs sont bonnes

- Ha, e ne sais pas parce que le temps va plus loin que 6 secondes ... attends...

- Elle met le curseur du temps sur 6,9

- Pourquoi on ne peut pas bouger sur le côté ? ... Pour le reproduire exactement il faudrait qu'on change l'axe. Attend-on va revenir à un point que l'on connaît (temps) à 2,81, on va dire que c'est 3 et les deux ne sont pas à la même distance ! Normalement ils devraient être à la même distance, à 3 !

- Ce n'est pas grave

- Mais si que ce soit en mètres ou en cm ce qui compte c'est ce qui est écrit, tu peux rajouter un c ou ce que tu veux, mais c'est dans la réalité que le mouvement il va changer, là ...

- je ne sais pas

40'10

- moi je dis que la vitesse de B c'est 10, je ne sais pas pourquoi mais ça m'a l'air logique

- mais si, en mettant le temps à 2,81 et en le faisant aller jusqu'à 3,15 on voit bien que B a dépassé A entre les deux espaces temps

- ça y est

- ça roule super ! du coup la vitesse de A c'est 5 et la vitesse de B c'est 10

- ok

- il faut l'écrire

- je ne crois pas

Un intervenant extérieur : tu écris ce que tu as mis sur les curseurs et pourquoi tu l'as mis

- écris juste les valeurs on a peu de temps pour l'exercice 3

42'25 : EXERCICE 3

Lecture des énoncés : quelle droite correspond au mouvement de l'objet A ? Pourquoi ?

- A c'est D

- On l'a fait à l'école.

- Le mouvement D il ne commence pas à 0 ? Elles mettent le temps à 0 et lance l'animation du graphique

- c'est bon C'est à 0. A c'est la courbe C

- et en plus la pente est plus forte pour A

Elles rédigent :

- sa position de départ est 0 mètres ... D égale 0

- moi j'aurais plutôt dit la pente de la droite est

plus forte. Sur le graphique 1 on peut voir que le point A parcourt plus de distance en un même temps que B

- on en déduit que B..., on pourrait le démontrer mais..., D représente le mouvement B, donc C représente le mouvement A

L'exercice 3 a été réalisé dans l'urgence compte tenu du peu de temps.

Annexe 3.7. Transcription de l'enregistrement ce 2-11

CORBEIL-ESSONNES (Alison-Emma)

00 : Explications du professeur

00 :11

- E On peut commencer ?

- P On peut commencer, bien sûr

- E Alors... (lecture à voix basse)

00 :25

- A Attends, on lit quand même ! Ça c'est le principe, tu connais le principe !

-E Je n'ai jamais fait

-A Tu n'as jamais fait ? Ah oui,

-E Euh... peut-être au collège...

Dans notre cas, pour résoudre les trois exercices qui sont proposés il est juste nécessaire d'activer l'animation avec le bouton play et de manipuler le curseur.

-A Bon attend, il faut que ce soit une chose exacte J'ai soif

00 :46

-A Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation un. Exécutez la simulation décrivez le mouvement pour chaque objet.

On n'a pas fini !

00 :12

-E Je ne suis pas sûre qu'elle nous entende vraiment super bien

00 :13 Le scénario s'affiche

1'15

-E Ah il y a le bouton play

-A Attends, les mouvements de la souris sont contrôlés, il ne faut pas faire des bêtises.

-E Bon d'accord, j'appui là...tant pis (il y a une petite erreur de manipulation)

-A Mais non, c'est là

1'34" Le scénario s'affiche encore une fois

1'35" Lecture : Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1. Exécutez la simulation et décrivez le mouvement pour chaque objet.

1'38" Activation de la simulation

Bah, ok

- E C'est en fonction quoi ? mais attend il n'y a que m, il n'y pas d'autre...c'est vitesse, temps ?

Ah ...non,

1'47"

-E Vitesse...

-A Ah, attends !

-E Mais attends, non, non

1'55"

- E VA c'est la vitesse non ? Ah oui B il va 2 fois moins vite que A parce que la vitesse b est 0,5 et mais l'A il est quand même parti avant le B. Regarde, A il est parti

Attends.

2'13

- A Laisse la fin

- E Ils sont partis en même temps mais pas au même endroit. Oui ils sont partis en même temps mais pas au même endroit, mais 2, le bleu là ...il va...du coup... deux fois plus vite.

2'32

-A A va 5

-E A va 2 fois plus vite que le B

-A Oui, B c'est 0,5

Oui

2'35"

-A Tu note ?

Vah... non, on note

Ah non, j'ai fait le...

????

Ah non, on ne va pas s'embrouiller...

2'46"

-E Eh... moi je suis du mauvais côté de l'ordinateur pour écrire

-A Je vais déplacer l'ordinateur !

Non, non...

je déplace l'ordinateur.

2'56"

- Alors, décrivez le mouvement pour chaque objet

- Ah... la vitesse. Bof...

- Ils partent au même temps déjà

- Ils ont une vitesse constante

- Oui

- Dit qu'ils partent en même temps déjà, Les deux, le deux

- ... Partent en même temps

- Oui

- écris un peu plus vite s'il te plait !
- Eh... ?
- Rires
- Ils Partent en même temps, eh...

3'35"

- heureusement on n'a pas fini...ils nous entendent vraiment ?
- Oui !
- A part devant B

3'48

- Ils font la course !
- A va deux fois plus vite, tu as un crayon...
- Oui !

3'55 à 4'08 Silence

- Leur vitesse est constante
- Quand la vitesse elle est constante c'est quoi comme mouvement ?
- Rectiligne et uniforme
- Tu es sûre ?
- Oui
- Oui, je suis sûre, c'est le seul que je connais

4'26"

- Bon, je te fais confiance, de toute façon on sait que c'est toi qui l'a dit
- Qu'est-ce que tu en sais, il y a une reconnaissance vocale, non ?

4'34"

- C'est moi qui écris et qui ne suis pas d'accord...Je m'appelle Alison.

4'39" à 4'48" Silence

4'49"

- Depuis tout à l'heure le truc fonctionne, tu veux que je l'arrête ?
- Oh la !
- Non, stop

5'02"

- Je l'ai même perdu !
 - Tu as bien déclaré 2 fois plus vite,tout ça, tout ça ?
 - Oui, regarde..."zing" ??? de travaux finis, les deux objets partent en même temps, A part devant B mais va 2 fois plus vite, leur vitesse est constante donc c'est un mouvement rectiligne uniforme
 - Et pourquoi ? Tu veux marquer ça ?
 - Tu veux marquer quoi ? Il y a trois autres lignes, tu veux les remplir et marquer quoi ?
 - Bruits
 - ?????
 - Eh... on n'oublie le truc...
- 5'34" Exercice 1B

- Trace à la main, ohlalala
- position en fonction du temps...
- à la main ! Sur la feuille !

5'42"

- Mais l'espace pour le graphique ? il y a marqué espace ! l'espace pour le graphique pour dessiner...
- il y a marqué control F, Pour effacer les traces, utilisez control F

5'56"

- Attends, attends ! Parce que...
- Ah mais oui, si, c'est ça !
- Donc tu effaces, tu fais control F ; HA c'est magique ! Silence. Ha ! Il faut ramener le curseur à 0. ha !!! comme ça. Ops ça va ? ça va...
- Ha c'est trop stylé !

6'24"

- Oui, mais. Attend ! c'est ça qu'il a dit... 0 et contrôle f, ...on est longue à la détente
- Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation.

6'38

- Rires
- Ok, ça va être la même chose !
- ha non, si après tu fais une flèche comme ça ... ho regarde, (en redémarrant le curseur)
- oui mais ça avance...
- mais du coup on pourra donner les points et faire les bons dessins les bons dessins...
- oh putin !
- Regarde !
- Tu as une règle ?
- J'ai une équerre moi, ça peut être bien
- Il est où mon crayon à papier ?

7'11"

- attends j'avance un peu pour m'amuser (à l'aide du curseur pendant 8 secondes environ)
- Eh alors il va jusqu'à où à la fin ?
- Il va jusqu'au bout
- Ha ! jajajaja
- En manipulant le curseurs une jeune fille fait le bruit d'une voiture
- Je t'ai espionné
- heureusement que on n'a pas finit
- Op là
- il va jusqu'à 30 secondes
- On va jusqu'à 30 cm, B va jusqu'à 18
- Non, prend le 15, 15
- du coup on fait toutes les 2 secondes (pour l'échelle)
- Silence
- moi je fais, toi tu me dis où je mets

- mais attends il faut que je reparte du début
- ok, en haut c'est quoi la position 2 et 4 ? en fait, on va dessiner la même chose ? non ?
- 0 2 et 2 4
- c'est la même chose...
- non

8'33"

- Je ne sais pas
- Tu as mis les unités
- Ah non
- Et bien mets les
- Je vais mettre des petits traits ...
- Ok donc 0, 2, 1 ok
- donc il faut que tu mettes du ???

8'55"

- En fonction du temps
- Ah oui
- Comment on fait ça ?
- Temps c'est là, mais non c'est les mètres. Bah le temps ?
- Echange sur où doit être mis le temps et où doit être mis la distance ...
- Alisson... tu mets la distance
- Le temps c'est là
- Tu es sûre ?
- ????
- Et ça c'est la distance qu'ils ont parcourue
- Voilà à 2 ils sont à 0
- Ok ça y est, j'ai compris
- Donc on va à 1 seconde
- avec la flèche...
- Non, il faut effacer, control F, et là tu fais la flèche. Attends ! il faut faire...
- Tu es sûre ?
- Attends, Attends ! (Elles vont vers le bouton pour activer l'animation); Je vais faire play; Et là avance avec ta flèche; ça marche plus !?
- Si si c'est bon !
- Une seconde (elles reculent le curseur et l'arrêtent)
- Ha c'est 0, 5, ha...
- Tu l'as fait du coup
- ??
- Ha non,
- A 1 et l'autre il a fait ... deux...
- 0,5 !
- Non,
- Zéro seconde ; Comment on fait ça, position ? Ha c'est ça ! regarde, x en fonction du temps
- Ha oui regarde, lui il est à zéro, le premier et l'autre il est à 2
- lequel ?
- à 0 secondes
- Attends ! 0 secondes... (le curseur est ramené à 0)

- Jusqu'à 30 ...
- 0 secondes, A il est à 0 et le B est à 2
- Il faut qu'on aille jusqu'à 30 !
- On y a 4 !
- Je ne sais pas si on aurait jusqu'à...jusqu'à ...
- Attends je regard ça va où jusqu'à quand
- Jusqu'à 7, jusqu'à 14
- Mets le jusqu'à 14
- 14 mètres

10'45"

- oui !
- 14 mètres cela correspond à 14 secondes.
- du coup ça c'est deux,
- Non, sinon on peut mettre 14 fois 2, on peut aller jusqu'à 30
- Attends j'ai appuyé où là pour..., x c'est en mètres
- Moi, je voulais le faire partir du départ comment c'est fait ?
- Va, tu fais ça..
- Gracias !
- De nada.
- Alors, ça fait... ça va 14
- 14 on a dit (le curseur est placé à 14)
- Va 1 seconde.
- On va faire deux couleurs : rouge et bleu
- Rouge et bleu
- Donc le premier il est là, le deuxième est à 2
- Il est à 2
- Ok, à 1 seconde
- 1 seconde...

11'51"

- Non, ça c'est 0-1 (le curseur est placé à 0,1), plus vite quand même
- Va...
- Il y a 2m de distance
- Le B !
- B 2,5
- ...mais quand même ça continue.

12'05"

- ça dépend, là combien tu as mis, 3 ou 4 ?
- je vais mettre une seconde à 2,5... c'es à peu près...
- et le rouge...il est à 4
- mains non, l'A il est à 2
- il n'est pas à 2, ...mais si ... à 2 .., à 1,.. à 1,5
- Ha oui, 1
- 1,5

12'39"

- Ok, Ensuite
- 2
- A il est à 2
- Alors A il est à 2
- Ah c'est le bleu

- Ah non, A c'est le rapide.
- à 2 il est à 2 mais je suis débile ...
- Après fait une petite légende, pour dire A c'est 2, A c'est le rouge
- et le bleu...
- Il est à 3
- Ok, après
- Attends,
- A il est à 3
- A c'est le rouge
- il est à 3 un peu près mais B, attends, ... B il est à...à 3.5 ?
- il est à 3
- Ah oui A il est à 3
- Ok, et B après il est à combien ?
- Bah. Ufff
- B il est à 3.5..
- bien oui je te l'ai dit tout à l'heure...

13'52"

- C'est bon, on peut la faire maintenant, hop, hop..., Bil est à combien déjà ?
- B il est à 3,5
- 3,5
- ok donc note la légende donc ça c'est B,
- B ok

14'36

Exercice 2

Lecture des consignes : simulez le mouvement ... pour cela manipulez

Quelques rires en se disant comment faire....

Recherche du dossier...

De nouveau lecture des consignes simulez. Pour cela manipulez le curseur comme vous le jugez ...

15'20

- Simulez le mouvement

15'37

- Ecoutez à ce moment-là, Regarde
- On va regarder
- ha haha non mais l'écran il a des....
- Alors...Le A, il a. Ils ont tous les deux des vitesses uniformes.
- Ils ne partent pas à la même ...
- oui...Alors position de A au début est à 0, donc A égal 0,
- B ...
- Mais non A c'est 15 !
- Pas vitesse, Position (lors de la manipulation du curseur)
- 16'08"
- Petit erreur !
- Va 15,15 !
- On met 15 cm mais on est en mètres là ; comment on passe de mètres à centimètres (sur la feuille c'est marqué cms)

16'21"

- nous devons passer de mètres à cm (rires) la position de A est placée à 15
- Alors... non mais du coup enlève ça
- Non, j'ai du mal à...
- ??? en 5 secondes
- ha j'ai réussi
- En fait tout est en centimètres et là ce sont des mètres.
- D'accord ont converti ... (rires)

16'48"

- On converti les mètres en centimètres, voilà le raisonnement
- Non ! sinon on peut changer
- Tu es sûre qu'on peut changer ?
- oui Il y a ...
- c'est superbe
- C'est superbe ? ça met un curseur banane !

17'10"

- Non, non, on va tout casser sur le PC

17'14"

- Non, mais, ont converti les mètres en centimètres
- Petite tâche ?...
- Bon, tant pis, on va faire comme ça

17'26"

- Continue...
- B c'est 0, bon ça va on y est...ok
- Attends, si je fais control F, ah c'est beau
- Regarde

Elle marque 15 dans l'indicateur de position de Xa et cherche dans l'affichage dans éditer dans option étiquetage comment changer les mètres en cm puis, ne trouvant pas elles décident de continuer sans rien changer.

Elles font « contrôle f » pour effacer et disent.

-et après

17'39"

- la vitesse c'est d/t
- La vitesse égale d/t
- Vitesse égale d/t
- Arrête !...
- Vitesse de A c'est égale à ... va... fait ..5 cm en 1 seconde, ça fait 5 cm par seconde
- Une vitesse A égalé 5 (ça en montrant l'indicateur Vitesse a qui lui marque 0 ; elles en déduisent qu'il faut qu'elles vérifient leurs calculs)
- On vérifie les calculs
- D'accord si tu prends ça là, $V = d/t$

- Ça, ça fait 1 cm
- Oui et du coup A fait 5 cm en 1 seconde du coup sa vitesse est de 5cm par seconde
- Probablement, par seconde, donc c'est bon
- Sauf que ce n'est pas la bonne unité, vu que là c'est des mètres, on peut mettre que ...

18'39''

- C'est la bonne unité !...
- Attends, je mets à 5

18'44 ''

- Le B met 10 cm par seconde/
- C'est trop non ?
- Attends, on met ça comment ça
- Elles positionnent la vitesse b sur 10 donc B doit être à 50 en 5 secondes
- Parfait
- La position B zéro
- Et le B met 10 cm par seconde
- Ah qu'est-ce que se ça, je ne l'ai pas fait exprès, ça a tout décalé ! (Petit problème avec la fenêtre)

- Bravo

19'21''

- merci
- et l'autre va à 10 cm
- Shut, parle moins fort il faut laisser travailler les autres !
- bon maintenant c'est le temps
- Avance plus vite !
- mais, tu te tais
- Non, mais là tu es lente
- Je suis lente, ne va pas plus vite que la musique
- Si je click là ça va...plutôt.
- mais fait-le avancer
- Mais laisse-moi
- On ne va pas s'embrouiller Emma ?
- Non, jamais, nous nous aimons trop..., non mais c'est long
- Ok et après. Position B 0
- Et après tu fais play
- Let's go !
- Play
- Mais attends !
- Bravo !
- C'est magique,
- il vont trop vite
- Il faut arrêter à 5 secondes
- Attends, on va recommencer ! on va...
- Mets la pause. Mets pause et là tu ramenés le curseur à zéro
- Ok
- Attends, control F
- C'est à 5 secondes ?
- Oui,
- Ils vont trop vite,
- Stop

- Váh tant pis
- bien
- c'est un peu après ça non ? 50...il n'y a pas 50...Si le plus vite
- Regarde sur ton...
- Ah non, ce n'est pas moi !
- ça se met tout seul. De toute façon

21'18''

- Donc le B, il doit être à 50 mètres à 5secondes
- Va à 5 secondes (manipulation du curseur temps à l'inverse)
- Ah ! je crois qu'il
- Allez, allez
- Stop
- on a réussi (vérification du résultat)
- bah...
- c'est le bruit de la victoire !
- elles sont très contentes

22'03''

- On va passer à l'exercice 3

22'17

EXERCICE 3

- Ah il y a beaucoup bruit
- Lecture des consignes
- L'objet A, il faut quoi ?
- Attends, on va relire
- Attends
- Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B ;
- On va appuyer sur Play, banane !
- Dans la partie inférieure on voit le graphique de position ...

22'58''

Toux, Rires

- C'est drôle le ???

Fou rire

- touche l'écran... (lecture de la consigne) Une droite est marquée
- elle est où la lettre D, il n'y pas C
- mais elle est sûrement
- fait play, fait play et ça va venir
- Ah ! C tu vois ?
- Ok, on fait play, et ha elles changent l'échelle pour voir apparaître C et D

24'03 ''

Play, jue

- c'est juste facile !
- c'est le C A parce que. Mais pourquoi il y a autant ligné ?
- Quelle droite correspond au mouvement de l'objet A ?

- Va c'est A, c'est C parce qu'il part de 0 déjà et il va plus vite parce qu'il fait plus de mouvements et puis c'est tout.
- elles écrivent
- C'est une blague !
- Exercice un peu trop facile à notre goût !
- C'est trop rapide
- Trop rapide pour la difficulté

24'46"

- Donc
- C'est facile mais ce n'est pas pour ça qu'on écrit vite !
- Je n'ai rien écrit encore !
- Quelle droite correspond au mouvement ?
- Tu mets la droite C
- C !
- c'est la C qui correspond au mouvement, faits des phrases complètes quand même
- Attends, c'est bien position en fonction du temps
- Oui !
- Ce n'est pas ?...
- 25'15"
- Petite doute de notre part !
- ??
- Ah ! c'est bon !
- C'est là que c'est position en abscisse
- - ???
- Que cette ? part de l'origine
- - ???santé

25'50

- Comme la ligne qui part à A qui part à 0 sec...0 mètres !
- On n'a pas ???
- 0 m. Son coefficient dépasse les deux, entre parenthèses C dépasse D et donc traduit une vitesse plus rapide. Hors,
- Il fait combien ?
- 10 mètres
- A fait 10 de droite en haut
- alors que B, il fait combien B ?
- fait 6 moins 2
- 4+1 5,5 bravo, ... Il est plus rapide, ... A est plus rapide, bravo !

- ???

27'36"

- Attends, je n'ai pas fini ! J'en déduis donc bien que la courbe de A est C !
- 28'00"
- Le bruit de la victoire ! Elles se tapent dans les mains
- Alors on a fini !

- Le prof :

- C'est intéressant de mettre ici les positions des curseurs que vous avez choisi pour le curseur
- D'accord ! Mais on a un petite problème parce que là c'est en centimètre et c'est en mètres
- On n'a pas réussi à résoudre ce problème on l'a dit à l'oral
- D'accord
- ???Je crois qu'on peut considérer... C'est intéressant de mettre ici le curseur
- D'accord
- On va revenir à l'exercice 2
- Exercice 2 ! clic quote,
- c'est un nouveau mot !
- Donc
- Alors
- Le position de départ
- Vitesse A c'était combien ?
- VITESSE A c'était 5
- Vitesse B c'était 10 ?
- oui
- Vitesse B c'était 10
- Position A c'était 15
- Qu'est-ce que ça fait ? ça charge !
- ???
- B c'était combien ?
- Zéro !
- ??
- On va marquer.
- on a justifié pourquoi ?
- Car $v = d/t$
- Prof : vous avez fini ?
- Oui.
- Tiens

Annexe 3.8. Transcription de l'enregistrement ce 4-5

CORBEIL-ESSONNES (Dinna-Imane)

Consignes du prof

Exercice 1 A

- Lectures des consignes par les élèves
- le bouton, il est où ?

- il est là ; c'est parce que c'est transparent. (ils exécutent la simulation avec le bouton play)
- 2'00
- Allez !

- oook, bon ! s'arrête à 30s
- il est reparti les deux ?
- il est reparti ou pas ?
- Non, non il n'est pas reparti, c'est parce que je... 2'23"
- ils arrivent au bout en même temps !(puis elles laissent faire plusieurs exécutions)

C'est parce qu'ils font... comment s'appelle ?...

- ils ne font pas la même distance... dans le même temps
- il y en a donc un qui est plus rapide que l'autre
- c'est qu'on pense
- oui, il y a un qui est plus vite quel autre
- ils arrivent au même temps ?
- Oui, ils arrivent au même temps

Relecture de la consigne : exécutez et Pour chaque objet ...
(Digressions.)
3'46
Alors...D'abord objet A,

- Objet B : mouvement rectiligne uniforme, il n'accélère pas
- Pareil pour le temps non, à part que ??? Si c'est un vecteur... il est plus long ???
- Tu n'as pas flèche, ce n'est pas un vecteur
- C'est juste une droite quoi

4'31"

Alors, mouvement rectiligne uniforme... mouvement rectiligne uniforme

- Mais... je ne pense pas ça soit ce que nous demande
- il y a un truc qui n'est pas marqué c'est le fait que ...comme il y a un segment qui est plus long que l'autre, et que du coup pour arriver au bout au même temps il y a un qui a une vitesse plus rapide en fait.
- Vitesse... Ouai, vitesse plus élevée
- Mais... ça ne rentre pas dans le mouvement ça
- C'est écrit : décrivez le mouvement pour chaque objet
- Tiens, on reviendra ??? on mettra autre chose mais je ne pense pas ?

Exercice 1B

Lecture des consignes suivantes

- moi je n'ai encore rien compris à la mécanique
- ha, tu as vu que ça a commencé plus loin ;

de nouveau lecture des consignes suivantes : tracez

- on trace x et y, on marque les unités
- en seconde
- non ce n'est pas des secondes
- alors on marque quoi ?
- juste temps si on ne sait pas
- là c'est la distance en mètres

- on fait contrôle f pour revenir à l'initial

ha, je n'avais pas vu que ça faisait ça (en touchant le temps)

à 0 Bon il va y avoir une intersection, c'est logique, tu vas voir ça va se croiser à 4 ; hop c'est à 4 à peu près. En gros ça va se croiser entre 4 et 5 du coup il faut deux couleurs bleu vert

- On commence par le bleu : je n'arrive pas à réfléchir vers 18h
- Le B commence à 2. L'autre commence à 0
- C'est 2 droites, forcément parce que c'est uniforme et linéaire, il y en a une qui commence à 2 et l'intersection est à 4

Tu vois c'est ça eux ils ont juste fait dans l'autre sens

13'45

Exercice 2

Lecture des consignes : simulez....

Essaie les curseurs

Après quelques erreurs, elles ont constaté qu'il faut bouger le temps

- je pense qu'il faut qu'ils aient la même vitesse 9 et pas la même position parce que le ...Parce que l'A il commencé après

- Pourquoi tu fais ça

- Je veux qu'ils augmentent parce que je veux faire le graphique qu'ils demandent

Réfléchissons : je mets le temps à 0

18'

Relecture de la consigne : simulez ... (elles sont crevées)

- putain mais je suis bête ou quoi ?

- mais je ne comprends rien

- mais c'est le même, pour moi c'est le même. Si c'est pareil il faut qu'il y en ait un qui soit plus rapide que l'autre, c'est A. On va faire de l'approximation.

- C'était le A qui était plus rapide que l'autre

- On va mettre le A là ... à 15

- C'est le B qui est plus rapide que le A

- Etant donné que B parcourt plus de ... mais ce sont des mètres et là c'est centimètres !!!! faut savoir !!!!

- tu as vu le temps ce sont des secondes

- oui mais c'est pareil, il faut que tu calcules la vitesse en fait ;

- $v = d/t$

- soit c'est des mètres par secondes, des kilomètres/heure

- c'est ce que tu veux, là c'est des mètres par seconde : 15/3

- Sachant que la position de A

- C'est ça !

- J'en ai marre de cet ordinateur

23' 54

Exercice 3

Lecture des consignes

- En fait les trois exercices sont les mêmes, regarde les intersections

Relecture des consignes

- J'avais commencé à le faire, j'avais écrit $v=d/t$
- alors le A dépassé le B et, ils se croisent au même point, le point d'intersection

- on trouve pas le play donc on fait avec le temps
- c'est la droite C qui correspond au mouvement A

- parce que le A démarré à 0 et que l'autre démarre à deux.....

- elles déplacent le curseur de temps

- j'écris : au point d'intersection le point

- puis plus rien d'intéressant ...

Annexe 3.9. Transcription de l'enregistrement ce 10-13

Le prof donne les consignes.

Les élèves choisissent de ne pas regarder le 2ème et 3ème exercice tout de suite pour ne pas s'éparpiller

Les élèves se lancent à la découverte de l'exercice 1

EXERCICE 1 A

- Bon on va voir ...ils touchent le curseur temps, le déplacent manuellement

- 0 :53 B : Ça c'est le mouvement en fonction du temps

- 0 : 59 A : « J'ai passé tellement vite que cela n'a pas tracé tous les points » (En manipulant le curseur plus doucement il y a plus des traces)

- B : ??? tu as mis, pour voir si

- 1 :58 A : C'est bon, T'inquiète

- 1 :13 Déjà Ça me paraît bien uniforme,

- 1 :21 A Il y a 3 points, 2 points je ne pense pas (je pense qu'il veut dire que les points de repères, surtout s'il y en a que 2, point 0 et 30, ne permettent pas bien de vérifier la proportionnalité distance par rapport au temps)

- 1 :23 tu sais quoi ? on va faire (mobilisation de la fenêtre algébrique): propriété. Ah non, c'était écrit là, je suis bête. On va réessayer, on va regarder là. v_A c'est... et $x_A = 0$ donc v_A c'est 1

1 :57 A : « Ça me paraît assez proportionnelle » (en manipulant le curseur lentement)

- 2:00 B : " ça m'a l'air super proportionnel "

- B déjà comme les points sont plus proches

- 1 à 1 seconde et 30 à 30 secondes

- A = 1;=2;=3 ok donc A est proportionnel au temps et B on a 2.5 ok on peut voir que

- 2 :14 on va regarder là : ils regardent de nouveau en bougeant manuellement le temps, le déplacement par rapport à la distance, seconde par seconde et ils constatent :

- B est proportionnel au temps et A aussi

- 2 :38 On peut voir

- que les deux mouvements sont rectilignes uniformes et il y en a un qui commence ...

- 3 :02 On peut voir que pour le même temps A parcourt plus de distance que B donc A est plus rapide

- 3 : 05 Pour le même temps ?

- A : oui. Regarde, quand $t= 1$ seconde, B a parcouru 0.5 alors que A a parcouru... (en manipulant le curseur « un par un ») Faut faire des équations à la limite :

3 :26 V_a c'est 1 et V_b c'est 0,5 ; écrit

- x de b

- enfin c'est t de 1 et 0,5t. C'est quoi les deux mouvements, c'est marqué quoi ?

- 3 :45 (La rédaction commence...

Lecture des énoncés : décrivez le mouvement des deux objets

- 4 :50 rédactions

- il y en a un qui démarre à 2 mètres

- oui vas-y, dis ça

- l'objet A commence à 0

- et termine à 30 mètres je crois mais je vérifie

- 30m au bout de 30 secondes

- 30m mais on ne sait même pas si c'est des mètres ... on s'en fout...bon ce sont des mètres

- il a donc une vitesse de 1 mètre par seconde

- l'objet B commence à 2 mètres et termine à 17 mètres au bout de 30 secondes, il a donc une

vitesse de 0,5 mètres par seconde

- 5 :25 donc A est plus rapide que B

Question au prof :

- Une fois qu'on a dit c'est-ce que ça suffit ? Est-ce qu'il faut faire dériver vitesse et tout ça ou est-ce qu'on s'en fout ?

- 5 :46 Quelles sont les questions (Le prof)

- La question c'est décrit le mouvement ...

- Le prof : je pense que c'est déjà bon

- Ok

5'45

EXERCICE 1B

L'énoncé a été vite lu : tracez à la main....

- Vas-y ...

- ...

- Tu veux que je le fasse, j'ai une règle

- Je veux bien la règle, je vais y arriver

- On va jusqu'à combien 30 mètres, 5 mètres par cm ..., on va on fait 30 et 30 ...tu prends 1 centimètre égale 5 mètres et 5 secondes et c'est bon comme ça on aura x et $0.5x$;

- on va de 5 en 5 comme ça on verra, on a besoin de 6 cm puisque qu'

- on s'arrête à 30 ($6 \times 5 = 30$)

- bien joué !

- Tu veux une autre couleur pour faire les deux formes ... Ca va être « relou (lourd) » parce que en plus comme on n'a pas de quadrillage, il va falloir placer tout en plusieurs fois ... fais en deux parce que après tu écris $y_A = x$ et $y_B = 0.5x$. Trace le point 5 5 et le point 30 30 comme ça on a deux points très éloignés, c'est le plus précis possible.

Marques $Y_A = 0$, B tu pars de 2, B tu pars de 2

- donc là c'est la courbe A, l'équation : $y = Ax$ et maintenant traçons B

- B tu pars de 2 ça fait 2 mm du coup,

- B part de 2

- B part de 2 ; $A=0$ et on va jusqu'à 17 en face de 30

- ... part de 2

- non de 0

- Attention c'est 4 mm

- Ha oui tu as raison, bien vu

- Le vecteur... $\times 17$ c'est 30, c'est ça?

- Oui et ça devrait suffire. Tu t'arrêtes bien à 30 Il ne faut pas dépasser parce qu'après l'objet s'arrête. Très bien, tu pars du bon point ...

- C'est 1

- Pourquoi 1, pourquoi tu ne l'as pas appelé A et B comme dans l'énoncé ?

- Je ne sais pas...

- On s'en fout, vas-y !... On verra très bien

- B l'équation $y = 1/2x + 2$

- Non, ha si tu as raison

- Voilà

- On a fini

12'20

EXERCICE 2 12'20

- Oulala !

- Oula ! attends

- Je regardais juste si les traces étaient affichées.

...

Position, il y a écrit positions.

- vitesse de A, vitesse de B

- Regarde il y a écrit position.

- Position A commencé à 15, pas à 30 ?

- à 30 ? à 15 !

- à 15 tu as raison. (il positionne le curseur de position A sur 15)

- Pose la vitesse de A : tu pars de là jusque-là, 15 m/s

- non, 10/2 ça fait 5 mètres par secondes pour A, on va mettre 5 c'est bien en mètres ?... (il positionne le curseur de la vitesse à 5) ...?

- Vitesse de B

- Gand B ? c'est du 1 (il positionne le curseur de la vitesse sur 10) ...

- et merde, et mince

- et là c'est du 10 m/s

- tu viens de me dire 1

- c'est toi qui a dit 1

- ah oui je suis bête, je croyais que c'était 1.1 mais ce n'est pas 1 c'est les unités donc 10 m/s et il part de 0.

- C'est bon là, c'est fini

- Oui. Il reste à lancer le temps, allez...

- Regarde ok B va jusqu'à 50 , légèrement en dehors de la feuille et A jusqu'à 40 (après deux vérifications)

- Fin de l'exercice

- C'est tout

Le prof : ce serait bien que vous inscriviez ce que vous avez choisi pour les curseurs et pourquoi.

- on va mettre A équation $y = 5x + 15$, $5t + 15$ parce que on doit mettre t et non x (ils corrigent partout) , c'est ce qui correspond au coefficient directeur

- et là je vais marquer = vitesse en mètre par seconde 5 m/s, position de départ du point A

- et maintenant même chose pour B

18'

EXERCICE 3

- oh !

- Lecture des énoncées pendant que l'autre prépare le logiciel

- Je reviens vers le début pour faire de belles traces. Ha c'est bloqué ; et mince j'ai effacé la trace

Ils relisent l'énoncé : quelle droite correspond au mouvement...

- Et bien A c'est C

Lecture de l'énoncé

- Attends lisons l'énoncée !

- Et bien A c'est bien C

- Marque : en effet remarque qu'en 10 secondes, on peut marquer à t_0 ...

- Attend, attend... à t_0 en effet A est à 0 (t_0)

- comme la droite C, tu peux aussi mettre t_0 ... pour justifier on fait quoi ? on prend 2 points, on peut dire que ça...

- Mais ça c'est vois... plus loin

- On justifie de quoi ?... t_0 , t_0 on dit les deux coefficients... on peut voir que la vitesse c'est correct... sur la droite D... droite C d'ailleurs

- Droite C c'est bon... par secondes...

- C'est A-1

- on peut dire que la vitesse de la droite C'est la même que la vitesse de A

- Tiens regarde c'est comme l'exercice 1

- 10 secondes, c'est ça ?

- Oui.... On a qu'à dire qu'on est dans la même situation que dans l'exercice 1, je vais le réouvrir, je crois que c'est exactement les mêmes (ils mettent les deux fichiers en superposition et disent qu'il suffirait de retourner le truc, mettre A au-dessus de B) ... Oui c'est l'exercice 1 c'est

même que 3... on n'a pas pris la même échelle mais...

- Non parce que on a pris en centimètres...pas la même échelle n't'inquiète c'est 10 secondes là en dans l'autre ça fait 30 secondes
- Mais tu remarques
- 24 :30 ... le lettre correspond

- C'est la même chose sauf qu'on a arrêté l'expérience à 10 secondes

Le prof : c'est fini

- oui

Annexe 3.10. Transcription de l'enregistrement ce 21-27

CORBEIL-ESSONNES (Sylvie-Léane)

Exercice 1a

Ouverture de l'exercice 1a

- allez !
- agrandis là ! donc... lecture de l'énoncé

1'57"

- Bouge le truc, le curseur (Elles bougent trois fois le curseur temps puis relisent l'énoncé ...)

2'47"

- voilà B est rectiligne uniforme
- bien, les deux sont rectilignes uniformes

2'49"

- bah oui, mais là j'ai plus points, pour le A Je ne sais pas si ça compte ou pas
- oui, mais le A ils sont un peu plus espacés (en parlant des points de la trace
- oui c'est ce que j'étais en train de regarder,

2'58"

- tu vois ce que je veux dire ou pas ?
- oui là tu as trois points, deux points (en manipulant le curseur temps), si ça se trouve ce n'est pas du tout ça

3'05"

- pas du tout, mais ce n'est pas grave
- donc...
- oui, on part sur ça
- ils sont rectilignes uniforme puis elles écrivent : les deux mouvements des objets ...
- oui c'est ça
- effectivement mouvement rectiligne uniforme pour les deux objets
- on va regarder (elles bougent le curseur temps et constatent :)

3'42"

Mais regarde A va plus vite regarde A va plus vite, il le rattrape

- il parcourt une plus longue distance
- oui c'est vrai en plus B il démarre, enfin ils démarrent en même temps tous les deux sauf que le A il rattrape le B et que A il dépasse le B
- là on prend un point fixe et il le dépasse à partir de quand ?

4'12"

- il dépasse comme une moto , une moto elle part de là ...tu sais ??? toi tu pars de là et B il part deattends ça ne marche part (elle tape sur la souris) c'est comme sur le stade c'est à dire que tu pars ...
- oui j'ai compris ...
- tu as vu il le rattrape ça veut dire qu'il va plus vite que A va plus vite que le B
- oui, je ne sais pas si on pique ...

5'10"

- elles manipulent le curseur temps et constatent que la trace disparaît puis revient, elles arrêtent le temps à 30 secondes
- l'objet A a une vitesse supérieure à l'objet B

5'57"

- je pense qu'il faudrait parler de l'accélération aussi non ?
- je ne sais pas, j'ai l'impression que
- que quoi ? exprime-toi !
- non on est enregistré je ne voudrais pas dire des bêtises.
- elles manipulent le temps à reculons : c'est quoi ça ? ha ok ! (Les traces sont revenues)
- ha ça s'est ouvert, c'est juste que ça s'est ouvert plusieurs fois,
- on a cliqué comme des bœufs. (Elles rechargent l'exercice 1A pour retrouver la simulation de début) elles recommencent la simulation en déplaçant le curseur temps.

- c'est, non ça n'est pas
- mais si c'est un mouvement rectiligne uniforme

7'03

- c'est pas uniforme (elles font allusion aux points de la trace qui ne sont pas espacés de la même manière pour les deux points)
- on va mettre mouvement rectiligne ?

7'08"

- oui je pense
- et du coup, on recommence. ha qu'est qui se passe ? recommence! encore recommence: là tu as deux points et maintenant tu en as trois (le fait de bouger plusieurs fois le curseur temps modifie les traces notamment celle de A qui est composée de petits points espacés)

7'35"

- mais quand tu fais petit à petit... non, regarde là tu as trois points et là tu as en deux
- du coup on part sur que celui-là est en accéléré ?...
- je pense
- attends je vais le faire

7'59" intervention de la chercheuse: ça va ?

- oui ça va ...! (ce n'est pas une réponse convaincue), on tâtonne (on cherche en essayant plusieurs choses), on essaie
- la chercheuse : c'est bien ! N'oubliez pas s'il vous plait de discuter de poser des questions
- ha oui, ok . Donc B il est uniforme
- le A il est accéléré, on dit, on met n'importe quoi ...tu sais ?
- On va ouvrir le deux en attendant...
- Non non heups !

Exercice 1b

- lecture de l'énoncé : tracez à la main ...ha c'est pour l'exercice 1 aussi
- oui on a vu ce que ça donnait mes cubes en math (rires ...)
- ... tracez à la main le graphique de position en fonction du temps

9'14"

- oui c'est facile
- tu as les abscisses
- tu peux me passer ma règle, elle est dans mon sac

10'15"

- ça va jusqu'à où ?
- ça va de 0 à 30

- on va faire des schémas simplifiés je pense ...il n'y a pas assez de placeje suis débordé on n'aurait pas de se mettre à cette place

- alors là c'est en fonction du temps ...trouve moi un multiple de 30

- un multiple de 30 ?

- parce que là ça va jusqu'à 30 et je n'ai pas la place de faire 30

- tu n'as pas besoin de 30

- mais si!

- tu n'as pas besoin de 30 cm en ordonnée

- c'est en fonction du temps

- je ne sais pas, il va falloir faire des graduations

- elles échangent avec les voisins puis l'une dit tu fais de 5 en 5 cm

-

- mais je te l'ai dit, tu fais de 5 en 5

- c'est quoi ça c'est un m ?

-mais non ! bien vas-y du coup !

- là c'est 2

- c'est toi qui dit ça

- j'ai pas la place pour tout ça

- 5 10 15 20 25 30

- oui bien c'est ça il faut que je rajoute un truc

- et bien tu rajoute 2 mm

- non on perd du temps

- c'est évident ! mais quelle graduation tu as fait

- elle était mieux ma graduation

- ...20 25....

- du coup il faut que je rajoute un truc là regarde

-hop ce n'est pas très droit.....donc, le temps maximum c'est combien ?

- 30 secondes

- du coup on va faire en

- tu vas faire quoi toi ce soir après le travail ? ... va en arrière

- on va faire comment pour les points, on va ne pas placer tous les points ?

- non ils vont de 2 en 2

- de 2 en 2 mais il y en a plein

- on fait toutes les 2 secondes par exemple

15'36"

- la vitesse elle est constante pour le B, la vitesse elle est constante pour le B mais pas pour le A

- tu veux ... on fait jusqu'à 15 secondes B

- oui, donc on fait d'abord la courbe de B

- attends tu ne peux pas réinitialiser

- B est constant parce qu'on peut voir que l'écart entre les points est nul

- d'accord (elles manipulent à nouveau la simulation et se demandent) : il n'y avait pas un outil pour renouveler la simulation

- c'est contrôle f

- oui mais attends tu sais pour zoomer , ha si tu te souviens du prof qui nous ... quand on faisait des cercles

- ha attends , quand on faisait des cercles il zoomait dessus
 - là on s'en fiche parce que on voit la pistec'est bon !
 - on fait la courbe du B
 - oui
 - revient à 0... ou à 2 , au début
 - oui ... à 0 ...ha! pour le B c'est déjà à 2 regarde
 - oui ... tu me passes ma règle s'il te plaît
 - oui
- aide technique du prof
- donc A 0.....ça va pas du tout
 - je ne sais pas si les axes sont bons ou si
 - pourquoi ils ne seraient pas bons ?
 - parce que c'est l'inverse que j'aurais misje ne sais pas pourquoi tu as mis 30 ici
 - parce que 30 c'est le nombre de secondes
 -

18'50"

- 30 c'est aussi le maximum jusqu'où le point va ?
- oui oui et bien attends puisque la courbe d'axe m décrire quoi ?
- ah. Regarde là, tu as une échelle il est à 4 donc on peut penser que les points A et B sont ensemble à 4 ... sur l'axe des ordonnées

19'21"

- Ça va donner des ordonnées celui-là ou pas, non ? je ne comprends pas
- Ce n'est pas grave
- Ce n'est pas grave
- tu vois bien que la barre est à 4 ...elle est sur ... plus du temps ? on fait... on n'a pas dimension, non,
- Ne t'inquiète pas, Ne t'inquiète pas, Ça va venir
- bon on est à la fin on va passer à l'exercice 2
- -oui, je suis d'accord on va passer à l'exercice 2

(19'52")

Alors exercice 2.

- Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné... okey

20'05"

- bon vas-y il faut bouger le curseur tout

20'26"

- ha il est vif, ha ! (en manipulant le curseur temps et en observant qu'il n'y aucun effet avec cette manipulation)
- 20'31 (placement de la souris sur le curseur vitesse a)

20'35"

- Est-ce qu'il accélère ? (en observant des points suite à la manipulation du curseur vitesse a)
- Oui... Non... ouh là,

- J'ai l'impression que... attend... attend...

20'57"

Selon toi, l'objet A accélère ou pas ? ah... je t'écoute

Est-ce que... selon toi, l'objet A accélère ? Regarde Il est ultra vicieux

21'16"

- Bah, oui parce que regarde là, tu vois ça se voit qu'il accélère entre les points (en manipulant le curseur vitesse a et en observant les différentes valeurs affichées suite à cette manipulation)
- Regarde au niveau des abscisses.
- Là c'est beaucoup plus réduit que là (elle évoque l'écart entre les deux points)
- ce n'est pas du genre placé
- Il passe du 0 à 4 et là il passe du 4 à 10 (en faisant la lecture de données du positionnement des points à l'aide de la ligne graduée)
- Mais là c'est sure que oui, mais après ? tu vois j'ai l'impression que c'est plus les même écarts.

21'45

- Est-ce que tu vois ce que je veux dire, parce que j'ai l'impression que tu ne me suis pas trop
- Oui, ça va, si, je comprends, mais
- C'est quoi la question
- ?
- Attend j'essaie celui-là... Regarde, regarde
- Oui tu n'as rien à dire... ah non !
- Attend je vais essayer avec le bouton (en manipulant le curseur position a)...
- on a mal compris la je crois Simulez le mouvement qui correspond au graphique (re-lecture de la consigne).
- Ok, bon, on va refaire.
- ? du coup

22'21

Ça commence très très bien, on ne sait pas regarder une consigne

Sylvie, ?? le bac avec toi

Oui, je pense aussi

22'31"

- On va faire l'objet B c'est plus simple
- Oui, si tu veux
- lui est régulier, bah il est uniforme,
- il est constant
- il est constant, il est tout ce qu'il faut, il est beau, il est gentil

22'47"

- on va commencer par-là (elles recommencent en manipulant le curseur vitesse b)
- Oui, c'est ca

- suite à l'observation d'aucun effet le curseur position b est manipulé en s'affichant une trace presque-continue)

23'09"

- C'est juste ça, et pourquoi on ne bouge pas le curseur temps ?
- Je pense que ce n'est pas ça du coup
- parce que
- Ce c'est mieux que je ne dise rien

23'29"

- Chercheuse : Des questions ?
- On essaie un petit peu.
- On n'est pas sûre si c'est bien ou pas
- Chercheuse : Comment vous comprenez ce graphique ?
- Là, on peut voir que l'objet B, il a une vitesse constante, parce qu'il n'accélère pas, il est toujours au même endroit
- Chercheuse : Comment tu sais que c'est une vitesse constante ?
- Parce que c'est régulier (tous les deux élèves répondent au même temps)
- Chercheuse : D'accord
- Parce que c'est une courbe régulière
- Parce qu'elle ne passe pas par zéro.
- Par exemple, à une seconde on a 10cm, à 2 secondes on a 20cm, à 3 seconds on a 30cm, donc c'est régulier, c'est toujours pareil, c'est la même chose tout le temps, ça veut dire que c'est constant, il n'accélère pas. S'il accélérerait par exemple on irait en moins de temps on irait plus loin, je ne sais pas...
- Chercheuse : je comprends ; et sur la fenêtre ce qui a... l'idée c'est que le point B fait la même chose que ce que vous viens de me dire, qu'il bouge à une vitesse constante. Est-ce que vous pouvez trouver la vitesse à laquelle il bouge ?
- Ah il faut trouver la vitesse ?
- Chercheuse : non, je juste demande, si on peut savoir ou pas (la souris se déplace sur la fenêtre)

25'15"

- Ah...10 cm par seconde, du coup, je pense.
- Chercheuse : Pourquoi ?
- Parce que par exemple je prends un second on va fait 10 cm, à le second d'après on a deux secondes, et on a fait...
- c'est des mètres
- Ha oui, Il y a du Tipex sur le C
- Chercheuse : non, c'est en mètres
- Il n'y a pas de ??
- Chercheuse : Non, c'est mètres.
- Donc de coup il va à 10m par second parce qu'on voit que tous les seconds il fait 10cm de plus.

- Chercheuse : D'accord.

- Donc à 1 seconde il a fait 10m, à 2 secondes il en a fait 20, à 3 secondes il en a fait 30... De coup ça veut dire que 10m par seconde

- Chercheuse : Vous venez de parler de vitesse de 10m par seconde et sur la fenêtre qu'est-ce qu'il y a ?, qu'est-ce qu'on peut choisir ?, qu'est-ce qu'on peut...

- On peut choisir la position... la vitesse

- Chercheuse : D'accord.

- Quelle est la position de A ? Pardon, de B parce qu'on est en train de parler de B.

26'29"

- Moi, je ne sais pas (les curseurs position b et vitesse b sont manipulés)

- Je ne sais pas

- Chercheuse : Parce qu'il y a des choses importantes que vous viens de dire, la vitesse c'est 10m par second et dans la fenêtre on trouve la vitesse, mais c'est vous qui devez...

- Ah oui, d'accord (le curseur vitesse b est manipulé est réglé à 10 (26'50"))

- 10... non.

- Chercheuse : On peut commencer par la vitesse de B, c'est où sur la fenêtre ?

- C'est là.

- Chercheuse : D'accord 10, parfait. Quelle autre chose on peut dire par rapport à B ? la vitesse...

- Commence de 0.

- Chercheuse : D'accord, sur la fenêtre, qu'est-ce qu'on peut...

- Zéro.

- Position de B est 0.

- D'accord, il y a autre chose qu'on peut repérer par rapport à B ou c'est tout ? position il va démarrer à 0, la vitesse 10m par seconde. Qu'est-ce qu'on attend par exemple à t=3.

- À 3s qu'il croise l'autre...

- Chercheuse : D'accord, ce qu'on doit, après lancer la simulation, c'est qu'on doit regarder. Par rapport à A, qu'est-ce qu'on peut dire par rapport à A ?

- Lui, il démarre plus haut, il ne part pas de zéro il part de 15.

- Chercheuse : Et sur la fenêtre ? Comment vous placez cette donnée ?

- À position, je ne sais pas de tout, j'essaie

- Chercheuse : mais tu l'as dit, position, quelle est la position ?

28'12"

- Ah non, non, il est à zéro au niveau position, je ne sais pas.

- Á 5 secondes il est à 15m déjà.

- Bah oui...donc.

- Chercheuse : Et après vous faites le même raisonnement, quelle est la vitesse et vous essayez de lancer la simulation pour savoir s'il se croise à 3s.
- Comment on lance la simulation ?
- On la lance avec la...
- Ah c'est là
- Chercheuse : Vous pourriez manipuler comme vous jugez nécessaire, d'accord ?
- D'accord, merci.

29'04"

- Reviens du coup-là... On n'a pas réglé la vitesse de A.
- Mais la vitesse de A tu peux la calculer par la formule $V=d/t$ (la simulation est activée est ensuite arrêtée)
- Oui, oui je te laisse

29'32"

Ce n'est pas bien, tu es un mauvais élève Gaspar (il s'agit d'une discussion avec un élève voisin qui n'a rien à voir avec l'exercice)

29'44"

- C'est bon là ?
- De coup ça donne...
- Comment tu as fait pour...
- Bah, $V=d/t$ et,
- Mais tu as pris quel point ?
- He... donc on voit que ... c'est la distance entre la A et le point il y a 2 points je ne sais pas comment l'expliquer.
- ??

30'34" (le curseur vitesse a est manipulé est réglé à 5 01)

- Chercheuse : Ça va mieux ou pas ?
- Je ne sais pas, on essaie...
- Chercheuse : D'accord. On essaie de faire quoi exactement ?
- (rires) De paramétrer la vitesse etcetera de différents objets.
- Chercheuse : D'accord, pour A qu'est-ce que vous avez choisis comme vitesse et position initiale ?

31'17" (les quatre curseurs sont déjà réglés et la simulation est lancée à l'aide du bouton play)

- Alors on a fait $V=d/t$ pour calculer la vitesse étant donné que ce n'était pas régulier, qu'on ne pouvait pas calculer directement avec... avec le graphique, Ça donne 5m par seconde,
- Chercheuse : ... et vous mettez ...
- Oui

- Chercheuse : D'accord... et vous pouvez revenir, effacer et lancer la simulation (la simulation est en fonctionnement).

- contrôle f
- Chercheuse : Est-ce que ça correspond à...
- On ne peut pas ralentir pour voir si ça se croise à 3 secondes... Je ne crois pas d'ailleurs
- D'accord. Eh non, l'idée c'est que quand il marque 3 essayer de l'arrêter. En fait je pense que au lieu d'activer, de lancer la simulation vous pouvez manipuler avec le curseur. C'est une façon de ralentir.
- Oui, oui c'est vrai.
- Bah c'est bon. oui ils se croisent
- Chercheuse : Et pour effacer si vous voulez.
- Ah ça marche, ça ne va pas se lancer.
- Chercheuse : Peut-être ça serait mieux d'essayer avec le curseur.
- Je crois que c'est bon là.
- Chercheuse : Pourquoi ?
- Parce que j'ai l'impression qu'il se croise à 3s.

33'12"

- Chercheuse : Super, et quel autre indicateur pour savoir que c'est la bonne simulation ?
- On voit que l'objet B sur le graphique il va plus vite, enfin on a l'impression parce que la pente de la courbe elle est plus importante... plus faible, je ne sais pas.
- Et aussi, du coup l'objet A il commence plus loin.
- On parle de ça par rapport à la pente de courbe par exemple la A elle est plus importante ou moins importante ?... Quand c'est moins penché donc C'est plus important ou pas ?
- Elle est moins importante.
- Moins important donc la pointe de la courbe A elle est moins importante et celle de la courbe B est plus importante
- Chercheuse : D'accord donc vous pouvez effacer et tester autre fois.

34'04"

- Et on peut voir que B elle va plus vite que A donc c'est logique avec ce qu'il y a sur le graphique.
- J'ai une question est-ce que ça fait bon les deux axes là, le temps il est là ou il est là ?
- Chercheuse : Eh d'habitude le temps est sur les abscisses.
- D'accord, c'est bon.
- Par rapport à ça c'est bien, ce que vous venez de faire, testez une autre fois et remarquez.
- On voit qu'à 3 :15 B a dépassé A.
- 2 :81, c'est bon on a réussi le deux. (la vérification du point de dépassement est faite en manipulant le curseur temps)

(35'20")

Exercice 3... Allez exercice 3.
 Attend, de coup au même je vais terminer l'exercice 1, comme ça sera réglé.

- Attends....
- Pourquoi a disparu le truc sur côte ?
- tu as touché quoi ?
- Ce n'est pas grave....
- Tu peux ouvrir l'exercice 1 ?
- Je ne sais pas. il reste 2 minutes
- Mais moi je voulais refaire l'exercice 2, on ne l'a pas finis.
- Mmm t'as ouvert...
- Reviens, ce n'est pas grave, ça c'est l'exercice 3.
- Le deux on l'a fini, c'est bon. Donc on passe à l'exercice 3
- ça y est.
- Alors, Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure...bon le 1 est faux ...bref... Ah ça va ! Allez, c'est parti.
- C'est la C... Attends.
- Pourquoi tu dirais ça ?
- Je vois que or je sais que, je dirais que, tu commences ou je commence ?
- Tu commences.

38'42"

- Ok, je vois que : la droite A ah non, l'objet A.
- Il est parti où ? (le bouton play) attends...attention ! Ça ne marche pas, je te propose qu'on ré-ouvre. C'est parti... 39'02"
- Donc, l'objet A il commence à 0 mètre, et le C commence à 0 et c'est pour c'est là que... en suite eh.
- il parcourt en plus grande distance, effectivement.
- Donc c'est également la droite C.
- Alors, en vois que l'objet est à 0 mètres, à 0 seconde.
- La courbe... c'est la courbe, la droite C de plus La vitesse de l'objet A...
- La courbe C... Mais pourquoi la courbe, la droite C augmente (ça ne se dit pas ?) plus rapidement,
- non on parle de pente
- a une pente donc il s'agit de la droite C.
- Maintenant il faut qu'on refasse le graphique.
- On revient sur l'exercice 1.
- mais non c'est l'exercice 2
- Á 5 on est à combien ?
- C'est fini la classe.

Annexe 3.11 transcription de l'enregistrement ce 32-33

CORBEIL-ESSONNES (Massarde-Lauèlle)

(j'ai considéré que M c'est le garçon et L c'est la fille)
 En rouge : mes remarques ou précisions personnelles
 En italique la description de ce qui se passe hors paroles

Le professeur met en route le logiciel et donne les consignes pour travailler

0'56"

- M On commence par l'exercice 1
- Géogébra prend du temps à s'ouvrir...
- L C'était chiant (sous entendu : c'était long)
- M Lecture le mode opératoire de Géogébra et des consignes
- Ils bougent le curseur du temps plusieurs fois

1'46"

- L Attend !

Ils bougent plusieurs fois le curseur du temps pour relancer A et B
 Relecture de la consigne de l'exercice 1

2'23"

M Regarde, là c'est constant et là aussi c'est.... (je ne comprends pas)

2'31"

- Là, tu as trois points

2'36" Ils bougent la totalité du graphique (problème de manipulation de l'outil)

2'57"

- L Il faut décrire maintenant
- M Oui
- L Fait tourner un peu le temps pour qu'on voit !

3'40"

- M Bon vas y ! on va dire ...puis lecture de la consigne : décrire le mouvement de chaque objet
- L Qu'est-ce que tu vois là dedans, tu décris

3'52"

- M Déjà on voit que les points partent pas du même endroit. On a A qui part à 0 et B part à 2

donc on a déjà les deux points ne partent pas au même endroit .

4'17"

- L Zéro en mètres

4'38' 'Problème utilisation du logiciel , ils bougent tout le graphique .

- Le professeur intervient :

attention c'est un écran tactile. Il reconfigure le graphique

- M Oui mais on remet le temps est à 0

- Le professeur

Tu as lu les consignes opératoires : Si tu fais contrôle f tu remets tout à 0 après avoir remis le temps à 0

- M Contrôle f c'est pour effacer les traces

- Le professeur

Oui . Mais regarde, tu peux remettre le temps en déplaçant le curseur temps vers 0 et tu fais contrôle f pour effacer les traces et maintenant tu peux le relancer en appuyant sur la flèche ici.

Les élèves redémarrent l'expérience Géogebra (6'20 ")

6'39"

- M On voit que A... que A il va plus vite que B

- L Mais...

6'59"

- M On peut se demander si c'est à cause de la longue distance ou le fait que ... parce que lui part avant

- L Qui part avant ?

- M Que A part à 0 et que B part à 2

- L rire

7'15"

- M C'est des questions que je me pose

Parce que A part à 0 et B part à 2.

- L Ha c'est 30 là (en parlant de A) . B il arrive à

7'37"

- M De toute façon les deux arrivent en même temps

- L Ha ils arrivent en même temps !

7'42"

- M Parce que de toute façon c'est le même temps

- L Ah c'est le même temps ?

- M on peut passer à 1B , vas, tourne la page! (8'12")

8'17"

Exercice 1B

lecture des consignes : tracez M et L lisent successivement les consignes

9'26"

- M déjà on a une courbe qui part de 0 et l'autre qui part de 2

de nouveau lecture de l'énoncée et notamment Tracez le graphique à la main en fonction du temps

le temps c'est jusqu'à là. En fonction du temps ...

- L Tais toi !

- M Tu as 30 , donc tu fais 10 , 15, 20, 30

- L Voilà , ça va ?

- M En fonction du temps

- L Bon je fais quoi ? 5, 10 non 1,...

je mets le temps là c'est pas grave c'est en fonction du temps

- L A il va de 0

- M Il part de 0

- L Là c'est le temps

- M Oui, et les vitesses sont constantes

- L Elle sont constantes, mais regarde ça change au fur et à mesure

Remets à 0 !

ils remettent tout à 0

tu t'arrêtes à 5 secondes

- M On va dire 6 (parlent-ils du temps ou de la position de A ?)

- L A 6 secondes, on est à

- M On est à 6 mètres, B

Attends si on recommence

- L A est à 5 mètres à 5 et je crois qu'il est à 10 à 10

Ha oui à 10 A est à 10 Mètres

- M B il est à ... ha tu fais que A, d'accord

.....

Tu as mis jusqu'à 30 ?

- L Et B lui, il commence où B

- M B commence à 2

- L Et à 5 ?

- M Je mets à 5 , là je suis à peu près à 5

pour B : à 5,2 secondes B est à 4,6 ... de toute façon si on enlève 2 là et 2 là on est à 4,4 (sous entendu pour 5 secondes on est à 4.4)

- L rédige la première mesure

- M et pour B à 10 secondes il est à 7 mais B il commence à 2 !

- L rédige

Vas à 20

- M à 15 ! à 15 il est à Tu vas à 20 directement

- L Oui

- M 12 et à vingt il est à 12 mètres

- L Vas à 30 !

- M A 30 il est à 17 , 17.....c'est bon ?

On peut passer à l'exercice 2 alors ! (17'33")

EXERCICE 2

- M Lecture des consignes
 déjà on B qui part de 0
 déjà on va à t, 3 secondes

- L C'est linéaire : regarde, quand c'est à 10 c'est 1, quand c'est à 20 c'est 2, quand c'est à 30 c'est 3, quand c'est 40 c'est 4

- M Je vais mettre le temps à 3 secondes
 petit problème technique avec géogébra en voulant placer le curseur temps sur 3
 de toute façon on part à 0, on a B qui est constant

- L A à 10 mètres est à 1 seconde, 20 mètres à 2 secondes

- M Quand il y a 1 seconde,...attends c'est-à-dire que là la vitesse elle est constante
 Ils bouge le curseur de la vitesse de A et la porte à 20
 Tu vois puis déplace la position de B à 15 :
 Pourquoi ???
 A ça part de 0 , ok

- L Oui

- M B aussi part de 0 (sous entendu 0 secondes)
 mais B il part à 15 mètres, d'accord ? ,

- L Hum oui

- M Je mets 15 la position de B il déplace le curseur position de B sur 15. Voilà, B il part à 15.
 Après on a B ... c'est A qui part à 15, B lui part à 0 il place le curseur de B sur 0
 Position de A, lui il part à 15 il place le curseur de A à 15
 Après on a B il est constant, c'est-à-dire que quand on a 1 seconde il y a 10 mètres,

- L Attends je vais tester quelque chose. Là quand c'est à 10
 Beaucoup de mouvement de curseurs et mise de la vitesse de A et de B sur 1

- M Je pense qu'il faut après la position et d'abord la vitesse
 B part à combien ? B qui part à 0
 Puis il place le curseur A position sur 15
 c'est B qui part à 0, pourquoi il n'est pas à 0 (malgré la position à 0, des traces restent au-delà de 0)
 puis ils déclenchent le curseur après avoir remis le temps à 0

- L B va jusqu'à 30.
 B va jusqu'à 45

- M B ?

- L Oui B va s'arrête à 45

- M Non A va jusqu'à 40, A il va plus loin que 40
 B va jusqu'à 45
 A ça veut dire, je pense que la vitesse de B est plus longue que la vitesse de A , on va voire si on recommence , contrôle f

- L Regarde là ...

- M Attends une seconde ...

- L Ha oui, regarde à 20 il est à 2 secondes, à 25 il est à 2.2

- M On a dire que c'est 1,5
 Pour A c'est 0,5

- L oui

- M et B c'est combien ?

- L C'est 1

- L attends, pourquoi c'est 2 ?

- M Non c'est moi qui avait mis 2
 Après avoir remis les vitesses A à 0.5, B à 1 et les positions de départ respectivement à 15 et 0, il redemare l'expérience

- L Là ils devraient arriver en même temps. ha ça y est ! ils sont arrivés en même temps ?

- M Oui . on dépasse ??? .

- L Oui

- M On n'arrive pas à 40 !

- L Ils sont à 30 tous les deux !

- M Ha mais c'est à 30 qu'ils se rencontrent

- L Ha oui !
 Pour enregistrer c'est bon, on n'enregistre pas ? ils appellent la prof

- M Pour l'exercice 2 on a pas besoin de marquer ?, c'est déjà enregistré !

- La prof :
 c'est déjà enregistré,
 et pourquoi vous avez choisi ces valeurs,
 comment vous savez que toutes les valeurs sont les bonnes valeurs ?
 Donc je vous demande de notez ces valeurs et ensuite passez à l'exercice 3

- M ils rédigent :
 Vitesse A: 0.5 ,vitesse B : 1

- L C'est bon

- M ... c'est bon on peut passer à l'exercice 3

EXERCICE 3

- L C'est le dernier de Géogébra
 Lecture des consignes ... Puis ils regardent les courbes
 Problèmes d'utilisation de Géogébra
 Ils relancent le curseur
 Le C on ne le voit pas puis après il apparaît, ils remettent en forme le graphique 2 pour mieux voir les coordonnées des abscisses pour mieux voir C

- Le Professeur :
 Vous avez fini l'exercice 2

- M On a écrit les positions

- Le professeur

Vous avez écrit pourquoi vous avez choisi ces positions ?

Annexe 3.12. Transcription de l'audio CE 6-7

CORBEIL-ESSONNES (Ezzine-Valentin)

EXERCICE 1A

- A Lisons l'activité, il faut lire l'activité
- B Il faut que tu appuies sur T et que tu lances l'animation
- A attends, je vais tout lire avant, ils ont dit de lire tout, alors on lit tout. Si ils nous conseillent c'est pour ça. il lit ... Ok, ok fais le 1, exécute la simulation
- B j'exécute la simulation
- A ha tiens laisse le aller
- B alors...à 30...., ok bon il y a deux déplacements : le A il va plus loin et plus vite
- A oui ...si commence avant le B
- B oui, en plus il parcourt plus de distance que le B sur un même temps. Le A va plus vite que le B
- A attends, le graphique c'est juste des mètres ?
- B oui
- A donc ils avancent en ligne droite « en gros »
- B heu oui, normalement oui en ligne droite
- A donc les deux objets avancent en ligne droite
- B ils sont rectilignes uniformes, non pas uniformes, ils sont rectilignes
- A ha oui parce que ...ils sont pas ...temps 1...
- B il y a 2 « l » à rectilignes (problème d'orthographe) ...ils sont rectilignes
- A attends, comment on fait pour mettre juste le temps ? pour voir si leur vitesse varie ou pas
- B je ne sais pas du tout. On a le droit de poser des questions ? Admettons que oui. Monsieur !
- comment on fait pour mettre de 1 en 1 les graphiques ?
- A en fait on veut voir si la vitesse a évoluer

- dans le temps ou si elle est constante.
 - Prof Vous avez deux façons de faire : soit vous appuyer ici pour lancer et ça tourne rond, vous l'avez déjà fait je pense, vous faites contrôle f et pour effacer votre trace et ensuite vous pouvez aussi manipuler celui là comme ça vous mettez comme vous voulez. Vous pouvez manipuler ici la valeur du temps.
 - B Ok d'accord !
 - A tu va faire contrôle F
 - B on va faire d'abord comme on a déjà fait. D'accord c'est logique : c'est constant ?
 - A oui c'est constant
 - B c'est uniforme, on l'a déjà fait ...je pense que c'est constant ...et oui le A va bien plus vite
 - A oui le A va plus vite ...il commence avant, il finit après
 - B alors ensuite ...
- 4'30

EXERCICE 1B

- A tracez le graphiquealors un crayon et une règle
- B un crayon, une règle, j'ai ça
- A attends ...graphique de position en fonction du temps ...il faut mettre quoi en abscisse et quoi en ordonnées
- B heu ...je ne sais pasbon voyons voir ... le graphique de positions en fonction du temps qui correspond à la simulationpour effacer ...oui comme on a faitet bien logiquement en abscisse on met « m »
- A ...c'est en fonction...
- B Et bien en ordonnées en met le temps tout simplement, en ordonnées on met le temps
- A fais le c'est pareil
- B passe moi ton crayon ... alors ...c'est quoi en abscisse, quoi en ordonnées
- A abscisse tu mets mètres, ordonnées tu mets temps
- B ici je mets mètres

-A exactement, ordonnées tu mets temps
...étant donné qu'il y a 30 secondes je
dirais qu'il faut aller de 5 en 5

-B tranquille

-A faut que ça fasse 30 ! ...30 là il n'y a
absolument pas la place, va de 5 en 5

-B je n'ai pas réfléchi (rires)

-A ???c'est trop petit (rires) ... voilà !
ensuite le 30

-B Et les mètres de combien en combien

-A les mètres il y en a 46, et bien tu fais de 2
en 2 et puis... oui tu vas de 2 en 2. De
toute façon en vrai on doit aller jusqu'à
30, oui donc fait de 2 en 2ou de 1 en
1. Tu fais de 1 en 1 ?

-B Non je suis de 2 en 2 mais

-A ha oui oui, et bien c'est parfait

-B vas y !

-A Comment tu peux commencer à 2 et finir
à 3 ?

-B C'est un 30, c'est juste que je ne sais pas
écrire

-A ha ça explique tout !

-Bvas y mets des temps de 5 en 5

-A j'en ai marre déjà , putain , ça se voit tu
es nul en math ...les « t » on les met en
bas , tu mets 2,4 ,6,8....

-B On met pas tout

-A si 10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30 ha !

-c'est bon j'ai mis au temps 5on fait les
deux ou quoi ?

-A oui on va faire les deux

-B mais pas avec ton stylo, avec ton crayon
pour les points

-A après tu traces pour A et B

-B ok si tu veux donc à 5 secondes le B est
entre

-A entre 4 et 6, oui , non c'est le A qui est
entre 4 et 6 ,

-B le B aussi en fait

-A oui, bon je te laisse faire

-B le A il est un peu plus ...

-A je te laisse t'en charger

-B mets à 10 secondes

-A quoi ?

-B mets à 10 secondes

-A c'est facile, distance c'est bon

-B non

-A faut que ce soit très précis

-B A il est à 10 secondes

-A A 10 mètres

-B Oui à 10 mètres, ensuite B est entre 6 et

8

-A de toute façon faut ce soit des droite tous
les deux

-B sans blague (humour) mais tu es
quelqu'un de très intelligent

-A je suis quelqu'un qui dénonce

-B tu mets à 15 seconde s'il te plait

-A si tu veux ...entre 14 et 16

-B tu n'as pas dit que ça devait être précis ?

-A si et c'est très précis ce que je fais,
regarde, là il est sur la ligne et hop ! tu
vois... ??? est toujours 20 et B il est
entre 8 et 10 même un peu plus sur le
10

-B à toi !

-A 20 secondes ...vite... A est à 20
secondes... enfin 20 mètres...c'est
marrant, je me demande si à 30
secondes il sera à 30 mètres ?

-B Je ne pense pas ...

-A Mais regarde à 30 secondes de temps
...si, c'est normal

-B Ha oui ...oui mais il commence à 0 là

-A Oui mais B il commence à 2 m

-B C'est marrant, mais c'est quoi le rapport

-A mais pourquoi le B commence à 2
mètres

-B ça c'est pas grave mais vu que le A
commence à 0 et qu'à la fin des 30
secondes il est à 30 mètres il va à 1
mètre/seconde

-A oui mais pourquoi le B commence à 2
mètres, ça me perturbe

-B allez vas-y on s'en fiche (traduction :
continue ce n'est pas important ne t'en
occupe pas)

-A c'est très perturbant

-B on n'a même pas pris le temps 0

-A on prendra le temps 0 plus tard (rires)
...ok et le B est à 12 mètres ...ça c'est du
travail de pro ... même pas pris le temps
0 ...vas y marque 25

-B attends du coup je vais faire le ...

-A Vas y marque le 25

-B Tu as fait le B

-A oui

-B Ha d'accord ...

-A c'est bonalors le A est entre 24 et 26

-B il est à 25

-A mais non ... ha oui il est à 25 ...tout à fait
et le B

-B à 20

-A et le 30
 -B déjà le A tu peux le mettre à 30
 -A sans blague !
 -B et le B 16 18
 -A mets le temps à 0
 -B déjà le A est à 0 il est plus proche de C
 -A mais tu as dit que le B commençait à 2 mètres et le A à 0, on sait déjà ce qu'il faisait au temps 0, on l'a remis
 -B ok le B au temps 0, le A il est là
 -A hum oui
 -B je n'ai pas besoin de ...
 -A maintenant relie les droites, de couleurs différentes
 -B alors le rouge va symboliser le A ...
 -A faut que ce soit une droite !
 -B je vais le tracer à la règlele rouge va symboliser le A ...le problème c'est que les points ne sont pas extrêmement bien alignés donc je vais faire comme ça
 -A tu sais pas faire des points, tu ne sais pas faire des points ...
 -B tu n'avais qu'à le faire
 -A regarde si on a rien oublié
 -B allez on passe à l'exercice 2

-13'24'
 -EXERCICE 2

-[?] A...
 -[?] B c'est le dossier en bas
 -[?] A 1ère question : simulez le mouvement correspondant au graphique donnéqu'est qui se passe ?
 -[?] B C'est tout ce qu'il y a à faire ? vas y il faut que tu fasses ça, ce graphique
 -[?] A quoi
 -[?] B il faut que tu fasses ce graphique avec le curseur
 -[?] A déjà le B a une vitesse supérieur au A ... alors le B il a une, il fait 10 cm secondes
 -[?] B ça sert à quoi ça ?,
 -[?] A c'est la même chose
 -[?] B ça sert à quoi ça ? et il est où le A
 -[?] A je ne sais pas
 -[?] A qu'est-ce que tu as fais ?
 -[?] B ????? tu vois elle est de retour, il est revenu
 -[?] A alors attends ...donc pour le B il faut qu'il ait une position 0 et le A une position 15

-B c'est 15 là
 -A oui
 -B attends le x ça correspond à la position
 -A x c'est centimètres et t c'est secondes
 -B oui ça correspond à quoi
 -A heu !
 -B bon... mais qu'est-ce que tu fais ?
 -A alors la vitesse du A, faut calculer la vitesse du A, la vitesse du A elle est deux fois inférieur du B déjà, ça on peut le voir, attends, c'est 10 mètres par 2 secondes, attends, 5 mètres par seconde
 -B 5 mètres par seconde le A ?
 -A oui
 -B ok du coup B c'est 2 mètres par seconde
 -A non c'est 10, le B est plus rapide
 -B ha oui ! ... Ok ...la position
 -A pourquoi tu remets les positions à 0
 -B c'est quoi la position pour le A
 -A à 15
 -B à 15 et la position pour le B ?
 -A c'est à 0 ... mais il ne faut pas que tu enlèves les traces en fait, mets à 15 et après tu mets la vitesseha d'accord j'ai compris, laisse ... mets la position A à 15 et ensuite ..à la fin la position C'est bizarre en fait parce qu'à la fin les positions sont supérieurs en faitfaut pas dépasser 15
 -Ho mais attends ...
 -B on est stupide !
 -A regarde, il suffit de faire correspondre à la position là ce qui correspond à x là, il faut avancer le A jusqu'à 40
 -B holà il ne bouge plus ...
 -A il es mort
 -B on est d'accord avant de faire ça il bougeait
 -A c'est peut le temps parce qu'il est à 0
 -B ha ! il suffit juste de régler le temps, bien il faut le mettre à 5
 -A mais qu'est-ce que tu fais ? Ça va prendre du temps si on fait comme ça
 -B non tranquille !stop
 -A voilà, est-ce que ça correspond ?
 -B ça correspond pour le A, on va voir pour le B maintenant On peut pas voir sisi ça correspond au B... pour l'exercice 2 ça correspond au B en fait parce que il part plus loin, on a suivi le mouvement mais on ne peut pas voir si

le B correspond à ... on ne peut pas être sûr

-Le Prof pourquoi tu ne peux pas être sûr ?

-B parce que le B s'arrête à 50 cm ici, B ça s'arrête à 44 mètres

-Le Prof ici tu peux faire un zoom sur ton truc

-B ha ! comment...

-Le prof réduction je pense ...si tu cliques sur schéma une fois ça va suffire peut-être

-B ça a enlevé les traces, ??????.... c'est bon

-Le prof maintenant si tu veux refaire les choses tu peux appuyer sur la flèche là haut

-B pour l'exercice 2 on a pas besoin de prendre des notes, on juste faire la simulation

-Le prof si, ce qui est intéressant c'est que tu nous dises ce que tu as fait, que tu nous dises quelle est est position que vous avez choisi pour le curseur et pourquoi ?

-B on prend des notes, ok ! on note les positions des curseurs

-A je note les positions des curseurs

-B oui note, comme tu as commencé à noter ce sera ton écriture tout le long

-A donc position A est égale à 15 car il commence à 5, à 15 sur le graphique. Position B égale 0, il commence à 0, c'est ça hein ? corrige moi si je me trompe

-B bien sûr je te corrigerai s'il le faut

-A vitesse B égale 10

-B attends vitesse B égale 10 c'est pourquoi ?

-A Ha oui car le coefficient directeur est égale

-B à 10

-A tu es vraiment d'une grande aide (humour)

-B bien oui, j'ai fait tout l'exercice 1 ...

-A tu cherches quoi ?

-B je suis le seul à avoir manipulé

-A arrête tes « carabistouille » sur l'ordinateur ... Vitesse A est égale à 5

-B le coefficient directeur est égale à 5 ... et temps égale 5 car les courbes s'arrêtent à 5 ...bon exercice 3 donc

-A exercice 3, fait voir !

-(23'00 ")

-EXERCICE 3

-A alors...dans la partie supérieur de (lecture de l'énoncé)

-B bon allez faut remettre la simulation 3

-A dézoome le graphique, on voit pas le temps

-B je suis d'accord ...l va falloir recommencer alors

-A bien non ... il est passé où ?

-B il a disparu (rire), il n'y est plus, tu as fais quoi encore comme carabistouille ? mais tu bloques le truc là !

-A je ne bloque rien du tout !

-B bien joué ! bien joué ! (humour car ils n'arrivent pas à débloquer)

-A voilà !

-B il est parti encore

-A tranquille

-B bon vas y

-A lecture de l'énoncé ok quelle droite correspond à la droite A ? Moi je dirais que c'est la C parce que déjà la droite A est plus rapide que la droite B

-B oui donc le coefficient directeur est supérieur, de plus la droite A on voit qu'elle commence à la position 0 sur le graphique

-A oui

-B et sur la position 0 ... bon et bien vu que tu as la réponse je te laisse l'écrire

-A ok, vas y, go !

-La chercheuse Comment ça va ?

-A ça va, on a bientôt fini, on rédige l'ultime réponse et on vérifie la simulation, enfin on va se relire pour le cas où, parce qu'il nous reste du temps

-La chercheuse très bien

-A il reste combien de temps, c'est toute l'heure ?

-La chercheuse oui c'est toute l'heure

-A donc on a le temps, on va se relire (26'40")

-B le retrait commence à 0 mètre comme (rire)

-A pourquoi tu rigoles ?

-B parce que tu as écrit un truc et c'était drôle en faitcomme la droite C et on avait dit ...et comme la droite F est plus rapide que la droite B, le coefficient directeur de la droite C est plus grand

-A enfin oui la droite C montera plus haut
 Bien oui comme la position A est
 supérieur à la position B ???? que la
 droite C montera plus haut aussi, et la
 droite A commence à la position 0
 -B je mets de même pour la position ???
 -A non tu détailles
 -B c'est ce que je fais
 -A non tu mets de même pour la position
où est ton esprit scientifique Valentin
 ?tu as oublié de marquer : de plus le
 coefficient directeur ...de la droite C est
 supérieur de la courbe D ...hors l'objet
 A se déplace plus vite que l'objet B.
 -Remets la simulation 1 pour qu'on vérifie
 -B du coup on l'a vite faitvoilà ... si on a
 oublié de dire, bien on précise que
 l'objet A est plus rapide que l'objet B
 -A on ne s'est pas trompé
 -B c'est tout ? on ne parle pas des positions
 ?
 -A bon on range
 -B Madame on a fini !

-La chercheuse d'accord, je voudrais vous
 poser quelques questions : vous m'avez
 dit que le deuxième exercice et vous
 avez raison de vérifier, mais je voudrais
 savoir pourquoi ?
 -B c'était l'exercice 1A
 -La chercheuse ha !
 -B oui parce que quand on est arrivé on
 était un peu dissipé , on l'a fait un peu
 rapidement et donc on a voulu voir si
 on avait pas oublié des truc , mais ce
 n'était pas très dur . Les exercices sont
 à peu près au même niveau de difficulté
 -La chercheuse et on peu repérer un peu le
 graphique par rapport au premier
 exercice, comment vous avez tracer le
 graphique, quel graphique vous avez
 tracé
 -A vous parlez de ça
 -La chercheuse) oui c'est ça ...ha
 d'accord...et ça correspond à la
 simulation ?

Chapitre 4

Annexe 4. 1. Résultats au pré-post/tests pour le groupe expérimental

Résultats au Pré-test/Post-test pour le groupe expérimental											
1 signifie bonne réponse											
0 signifie réponse incorrecte											
		réponse 1a	réponse 1b	réponse 2	réponse 3	réponse 4	réponse 1a	réponse 1b	réponse 2	réponse 3	réponse 4
ABB1	BACQUET Roma	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
3	BUIGNY Martin	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
5	CAILLY Léa	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
8	COURTIS Thoma	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
10	DÉGARDUI Pierr	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
16	LEVEL Alexis	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0
18	MARIETTE Céles	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
19	MOPTY Faustine	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
22	ROBERGE Thiba	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
24	Segond	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
25	SERVANT Chloé	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
26	TETU Dylan	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
28	THIBAUT Josse	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
29	VAN ASSCHE Jac	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
31	VERGNE Jade	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
32	VIGUOLLE Thom	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
CE 1	BIBEHE NONGA	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
2	BOISRIVEAU EM	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
6	Ezzine Kieron	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
8	FORESTIER LÉO	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
11	GRENEN Alison	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
COURN 1	ALOUANE Fatim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	KANZA Kezza	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
14	LIN Daniel	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
15	Myriam	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
17	PATEL Blanik	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
19	REN Luc	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
20	Saadia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25	Vincent	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1

Annexe 4. 2. Transcription de la production écrite des élèves au pré-test

Transcription par élève

CORBEIL-ESSONNES

Élève 1

Réponse 1a

Non. Il n'y a aucune donnée de vitesse sur le graphique, on voit seulement 2 objets se retrouvent à une même position à un moment donné cela ne prouve pas qu'ils ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus petite. La courbe de l'objet A a une inclinaison qui fait que l'on voit qu'il tend vers $+\infty$ mais qu'il mettra + de temps à y parvenir que l'objet B. Sa pente est - élevée que celle de l'objet B.

Réponse 2

La courbe qui se situe entre 0 et 2s a une pente très élevée donc l'objet met plus de

temps à atteindre 10m. C'est la pente la + élevée.

Réponse 3

Oui/ Le 1er graphique montre que la position de l'objet est proportionnelle au temps, il n'y a donc pas de variation de vitesse car sinon la courbe ne serait pas droite, de plus le second graphique nous montre que la vitesse d'un objet est constante donc elles pourraient correspondre au même type de mouvement.

Réponse 4

F6 F7 / Un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité ne possède pas de trajectoire qu'une femme pourrait lui donner, il tombe de manière droite.

Réponse 5

2 objets ont la même vitesse mais à un moment différent (car leurs pentes sont identiques) Quand je marche mes pieds se retrouvent au même endroit mais à un moment différent.

Élève 2

Réponse 1a

Non. Chaque courbe est une droite donc la vitesse est constante pour les deux objets et les droites n'ont pas le même coefficient directeur donc la vitesse est différente.

Réponse 1b

Plus petite. Car le A met 2s à parcourir 10 cms et le B met 1 s par faire la même distance.

Réponse 2

A. Entre 0 et 1s, la pente de la courbe est la plus forte donc la vitesse est la plus élevée.

Réponse 3

Oui/ Le graphique 3 montre que la position par rapport au temps est proportionnelle donc la vitesse de l'objet est constante. Le graphique 4 étudie la vitesse en fonction des temps, la progression en fonction du temps stagne, ainsi la vitesse est constante. Donc ces deux mouvement ont une vitesse constante et stable, cela peut-être le même type de mouvement. Cependant, des mouvement de vitesse constante peuvent être différents entre eux, le graph 3 montre un déplacement rectiligne mais avec le groupe 4 seulement la vitesse est étudiée et un mouvement circulaire peut avoir aussi une vitesse uniforme. Donc le mouvement peut-être le même et peut être différent.

Réponse 4

F8 F6 / Si l'objet est lourd (graph 6) comme un stylo, si on le lâche, il tombe directement (j'ai fait le test) mais si l'objet est léger il mettra plus de temps à tomber des 40cm (comme une plume) dans le graphique 8 est bon aussi.

Réponse 5

J'ai prolongé pour voir la différence de position à un temps donné le plus loin du départ.

Dans les deux cas, le mouvement est le même, car les deux droites ont le même coefficient directeur donc, la même vitesse. (Il se pose toujours la question d'être sur que ce sont les mêmes car juste avec la vitesse, je ne le sais pas. Mais je n'ai pas du tout trouvé donc je suppose qu'ils sont les mêmes) la seule différence est que le A est mis en route 2sec avant le B. Si on arrête les deux objets en même temps, il y aura toujours 2sec d'écart entre les objets.

Cela peut correspondre à une partie de course entre deux voitures à la même vitesse constante, elles n'accélèrent pas mais l'une reste derrière l'autre et ne la rattrape pas. Cela peut aussi être un vol en formation de V d'oiseaux ou d'avions ou le premier reste devant alors qu'ils volent tous de la même manière.

Élève 6

Réponse 1a

Non. Les deux courbes n'ont jamais un coefficient directeur identique leur vitesse n'est donc pas égal.

Réponse 1b

Plus petite. La vitesse de l'objet A est plus petite car le coefficient directeur de sa longueur est inférieur à celle de l'objet B.

Réponse 2

A. Car la pente de la courbe est la plus abrupte dans cet intervalle la vitesse est de 20 cm/s alors qu'elle est de 0m/s dans l'intervalle B est environ 3m/s dans l'intervalle C.

Réponse 3

Non. Car le coefficient directeur de la première courbe est positive tandis que la second est négative

Réponse 4

F5 F7 / La figure 8 ne peut pas correspondre car un objet ne peut pas parcourir une distance négative et la ligne ne peut pas

exister car ca ??? que l'objet est ??? même endroit.

Réponse 5

La figure 3 peut correspondre au déplacement de deux objets possèdent d'une vitesse identique mais ayant un départ décalé de 2 secondes

Élève 8

Réponse 1a

Non. Les deux objets ne parcourent pas le même distance dans le même temps par exemple A parcourt 10 cm toutes les 2 seconde alors que B 10 cm chaque seconde.

Réponse 1b

Plus petite. La vitesse de A est plus petite car 5 cm/s alors que B 10 cm/s et les deux vitesses sont constantes donc A sera toujours plus petite.

Réponse 2

A. Sans calcule on peut voir què la vitesse entre $T=0$ et $T= 1$ car la courbe augmente rapidement.

Réponse 3

Oui. Les 2 ont une vitesse de 10cm/s.

Réponse 4

F7 F5 / La figure 5 et 7 car elle partent toutes deux de de $x=0$ à $t =0$ et les deux vitesse augmentent au fonction du temps.

Réponse 5

Les deux droites indiquent une même vitesse cela peut ressembler a une situation qui deux objets ne se sont pas lâchés au même temps.

Élève 10

Réponse 1a

Non. On constate que la courbe A évolue plus lentement que le courbe B et il s'agit de droits, donc la vitesse des deux objets est constante.

Réponse 1b

Plus petite. Les courbes sont de droites d'équations A: $y= 5x +15$ et B: $y=10$ On constate que la courbe B a un coefficient

directeur plus élevé que la courbe A et par conséquence l'objet B a une vitesse supérieur à l'objet A car sa vitesse est plus élevé constamment.

Réponse 2

A. La courbe a entre $t=0s$ et $t= 1s$ un coefficient directeur plus élevée (la distance parcourue est plus élevée entre 0s et 1s qu'à d'autres moments) sur le graphique.

Réponse 3

Oui. On voit que la distance augmente proportionnellement avec le temps, sur la fig 3 (10cm pour 1s) et sur la fig 4 on constate que la vitesse qui est de 10cm/s n'augmente pas en fonction du temps. Donc les fig 3 et 4 pourraient correspondre au même type de mouvement.

Réponse 4

F5 F8 / Car la vitesse d'un objet en chute libre augmente sous l'action de la gravité. Dans la fig 5 on constaterait l'augmentation de plus en plus rapide de la distance entre le point de départ de l'objet lâché et de l'objet en chute. Dans la figure 7 on constaterait la diminution de plus en plus rapide de la distance entre l'objet et le sol

Réponse 5

Deux objets qui ont la même vitesse mais qui partent à 2s d'écart et puis ont $d=20m$ d'écart. On constate que les droites A et B ont le même coefficient directeur. De plus l'objet A part a $t=0s$ alors que l'objet B part à $t=2s$. Les objets A et B ont donc la même vitesse mais le A sera toujours devant l'objet B avec 20cm d'avance.

Élève 11

Réponse 1a

Non. Les courbes représentent des droites n'ayant pas la même origine. La courbe a pour origine 15 et la courbe b commence à 0.

Réponse 1b

Plus grande.

Réponse 2

A. On part de -10 pour atteindre 10 il y a donc 1 augmentent rapide tandis qu'entre 1 et 3 - > Stable et 3 et 6 une légère augmentation.

Réponse 3

Probablement. La figure 3 représente la position en fonction du temps t . tout comme la figure 1, il y a aussi une augmentation de la vitesse très rapide et élevée représentant 1 droite. La figure 4 représente cette fois ci la vitesse en fonction du temps, t , on observe une vitesse uniforme. Le mouvement peut être le représenter la même chose mais être différent.

Réponse 4

F6 / F8. Plus L'objet est lourd, plus il tombe de plus en plus rapidement, plus il est léger et plus la vitesse est réduite et alors les graphiques qui correspondent sont le 6/8.

Réponse 5

La courbe A et B ont un mouvement identique a intervalle de temps différent (0s pour A et 1 pour B) Ils vont à la même vitesse mais ont distinct des valeurs (à 3s 10 pour B et 30 pour A)

Élève 13

Réponse 1a

Non. Les deux courbes sont des droites, les deux objets ont donc des vitesses constantes, on remarque cependant que l'objet B qui part de plus loin arrive plus loin que le A qui part de moins loin. B a une vitesse de $50/6=8,33\text{cm.s}^{-1}$ et A a une vitesse de $25/6=4,17\text{cm.s}^{-1}$ ils n'auront jamais la même vitesse.

Réponse 1b

Plus petite. J'y ai répondu au dessus.

Réponse 2

A. La « pente de la courbe est plus forte ». On parcouru plus de distance en moins de temps que dans les autres propositions.

Réponse 3

Oui. Oui car le premier graphique représente une droite correspondant à la distance en fonction du temps, soit une vitesse, la vitesse est donc constante tout du long. Le deuxième

graphique représente la vitesse en fonction du temps. On voit que celle-ci augmente pas ou ne diminue pas elle est constante.

Réponse 4

F8 / Je considère que l'objet attrait le sol lorsque $x=0$ car x correspond à la position de l'objet donc c'est pour moi un quelque sorte la hauteur de l'objet... on pourrait cependant considérer que X correspond a la distance entre l'endroit d'où on lâche le objet et l'objet. On choisissent donc la fig 5 en éliminant la 7 car un objet qui tombe gagne en vitesse, la courbe est donc plutôt une parabole et non une droite. (Les fig 6, 8 sont éliminées car x diminue).

Les 5 et 7 sont a exclues car la position de l'objet augmente. On peut en suite éliminer la figure 6 car un objet ne se hausse pas instantanément au sol.

Réponse 5

Un mouvement en ligne droite par exemple, d'un objet A qui part à $t=0$ puis d'un objet B qui pars à $t=0$. Les objets ont la même vitesse qui reste constante plus ils se mettent au même «endroit» (même distance) avec deux secondes d'écart toujours.

Les deux droites présentés correspondent à une vitesse qui est la même. La seule différence est le moment auquel le B se met à partir.

Je ne sais pas trop comment plus détaillé, je l'ai déjà un peu fait précédemment

Les deux droites on le même coefficient directeur

Élève 15

Réponse 1a

Non. La pente des courbes ne sont pas les mêmes par conséquent, un objet évolue plus rapidement qu'un autre.

Réponse 1b

Plus grande. Car l'objet A part d'une position d'environ 15 x tandis que l'objet B part de 0x.

Réponse 2

A. Car la pente de la courbe est plus forte entre 0 et 1 seconde.

Réponse 3

Non. L'une correspond à la position à un moment donné fig 3 ce qui n'est pas la même chose que la vitesse d'un objet avec une période donnée.

Réponse 4

F5 F7 / j'ai choisi les courbes 5 et 7 car j'ai pensé à l'accélération de la pesanteur et que les courbes 5 et 7 sont croissantes.

Réponse 5

Les positions des deux objets semblent être les mêmes bien que un objet soit lancé après l'autre mais je ne sais pas à quelle situation peut correspondre ce graphique.

Élève 17**Réponse 1a**

Oui. À 3 secondes. L'objet A a une vitesse initiale plus élevée que l'objet B mais la vitesse de l'objet B est plus rapide, ils se croisent donc en un point terme de vitesse au bout de 3 seconds.

Réponse 1b

Plus grande. L'objet A au bout de 2s a une vitesse de 20 x alors que l'objet B a une vitesse de 10x.

Réponse 2

C. Entre $t=3s$ et $t=5s$ l'objet est en croissance de vitesse entre 10X et 20X ce qui est supérieur à tous les autres intervalles.

Réponse 3

Oui. Le premier graphique est la position de l'objet en fonction du temps alors que le second est la vitesse de l'objet en fonction du temps ce sont deux choses distinctes.

Réponse 4

Tous. Ils peuvent tous représenter le mouvement d'un corps qui tombe car c'est la position de l'objet qui est décrit en fonction du temps.

Réponse 5

Il peut correspondre à 2 objets qui tombent ou accélèrent de la même façon à des intervalles différents. Les 2 courbes sont parallèles, les

objets ont donc le même mouvement à un intervalle différent, on ne connaît pas le mouvement des objets.

Élève 18**Réponse 1a**

Oui. À $t=3s$ les 2 objets ont parcouru la même distance de 30 cm en un même temps (3s), ils ont donc la même vitesse de déplacement. Cet instant t est déterminé par l'abscisse du point d'intersection des 2 droites.

Réponse 1b

Plus grande. À $t=2s$, la position de l'objet A c'est environ 25 cm et celle de l'objet B c'est environ 20 cm. Donc l'objet A a parcouru une plus grande distance que l'objet B au même temps donné, l'objet A avance donc à une vitesse supérieure à celle de l'objet B.

Réponse 2

A. Entre $t=0s$ et $t=1s$ l'objet a effectué la plus grande distance possible (20m) en 1 seconde, la vitesse a donc été la plus élevée entre $t=0s$ et $t=1s$ (pente la plus importante sur le graphique).

Réponse 3

Oui. La figure 3 nous informe déjà que l'objet arrive à une vitesse constante car on a une droite linéaire qui passe par l'origine de repère. De plus, il parcourt 10 m toutes les 1s, ce qui correspondrait à une vitesse de 10cm/s La figure 7 nous montre bien cela, on a une droite constante qui correspond à une vitesse constante de 10cm/s.

Réponse 4

F5 F8 / Lorsqu'un corps tombe librement, il gagne progressivement de la vitesse pour l'effet de la gravité ou en perd (fréquemment avec l'air) il ne peut avoir une vitesse constante (figure 3) ou nulle (figure 1) l'objet n'est pas en mouvement, aucune distance parcourue au fil du temps. On a seulement la distance parcourue à un instant $t=2$.

Réponse 5

Cette situation peut correspondre à 2 objets qui se déplacent à ayant une vitesse

commune de 10cm/s. Leur vitesse est constante. Cette situation met en avant le déplacement de l'objet A débuté à $t=0s$ et le déplacement de l'objet B débute à $t_0 2s$ On a suivi leur position en fonction du temps (en s) qui nous permet de dire environ leur vitesse de déplacement.

Élève 23

Réponse 1a

Oui. À 3seconde. Comme A et B ont un point commun lors que les objets alténgé 30 cm à 3 secondes, donc à $t=3s$ les objets ont la même vitesse et puis comme les deux droites s'arrêtent à 5s donc l'on déduit que les objets ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande. Car à $t=2s$ l'objet A est à 25 cm alors que l'objet B n'est qu'à 20 cm donc la vitesse de l'objet est plus grande.

Réponse 2

A. Car en 1 seconde l'objet à parcouru 2m, j'en conclue donc que l'objet à en une vitesse plus élevée que celle des deux autres partie du graphique.

Réponse 3

Non. Car la figure 3 est la position en cm en fonction du temps en seconde alors que la figure 4 représente la vitesse en cm/s en fonction du temps en seconde. Et comme pour la figure 3 la droite est croissante et que dans la figure 4 elle est constante donc il n'est pas possible que les deux figures correspondent à un même type de mouvement.

Réponse 4

F8 / Car on cherche la représentation d'une chute donc la courbe doit commencer en hauteur. C'est-à-dire qu'elle ne peut pas commencer à zéro et doit être en mouvement avec le temps en étant décroissante pour montrer qu'il y a un mouvement et vers le sol.

Réponse 5

La figure peut correspondre à deux objets mais le début de chaque objet ne d'effectue pas en même temps c'est-à-dire qu'on lance un premier objet et dès que le temps est arrivé à 2 secondes, le deuxième objet est lancé. Ce qui peut montrer que chacun des deux objets ont la même vitesse en les superposant pour les comparer.

Élève 24

Réponse 1a

Oui

à $t=3s$,

$$v = \frac{d}{t} ; v_a = \frac{30}{3} = 10 \text{ cm s}^{-1} \text{ et } v_b = \frac{30}{3} = 10 \text{ cm s}^{-1} \text{ à } t = 3s$$

Réponse 1b

Plus grande. La vitesse est $v = \frac{d}{t}$ ainsi $v_a = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ cm s}^{-1}$; $v_b = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm s}^{-1}$

Réponse 2

A.

On peut dire que la vitesse est la plus élevée entre $t=0s$ et $t=1s$ car il s'agit de l'intervalle dans laquelle la pente de la courbe est la plus élevée.

Réponse 3

Les figures 3 et 4 représentent deux situations avec un déplacement à une vitesse de 10cm s^{-1} au cours du temps et la figure 4 témoigne d'une vitesse constante qui s'élève également à 10cm s^{-1} pour valeurs de t comprises entre 1 et 4.

$$\text{Figure 3 } v_1 = \frac{10}{1} = 10\text{cm s}^{-1}$$

$$v_4 = \frac{40}{4} = 10\text{cm s}^{-1}$$

Ainsi on peut dire que ces deux figures représentent un mouvement où la vitesse serait continue entre 0 et 4s mais on ne peut

pas savoir si le mouvement est le même (ligne droite, curviligne, rectiligne)

Réponse 4

F7 / La figure 7 montre une situation de proportionnalité où la vitesse reste constante. Or lorsqu'un objet tombe librement par la seule action de la gravité, il a une vitesse constante.

Réponse 5

Le graphique de la figure 9 peut correspondre à une situation dans laquelle deux objets A et B se déplacent à la même vitesse mais l'objet B étant lancé 2 secondes après l'objet A. Ces deux objets ont un mouvement uniforme.

ABBEVILLE

Élève 1

Réponse 1a

Non /// Ils ont la même position (quand l'abscisse est de 3) mais pas la même vitesse, les droites n'ont pas le même coefficient directeur. .

Réponse 1b

Plus petite///Son coefficient directeur est plus faible.

Réponse 2

A /// C'est là que le coefficient directeur est le plus grand, la figure monte de 2 carreaux en ordonnée en seulement un carreau en abscisse.

Réponse 3

Oui /// La vitesse est constante, la figure est donc une droite. De plus la vitesse de 10cm/s est commune aux deux figures.

Réponse 4

PAS REPONSE /// Le corps tombe de manière verticale jusqu'au sol, mais cela ne se fait pas instantanément comme dans la figure 6.

Réponse 5

Ces objets A et B pourraient être des objets de même vitesse mais B aurait commencé à

se déplacer 2 secondes après A. les objets ne se déplacent que pendant 4 secondes.

Élève 2

Réponse 1a

Non /// Les deux objets ne sont pas à la même vitesse ils ne font que se croiser.

Réponse 1b

Plus petite /// La droite B monte plus en hauteur.

Réponse 2

A /// Entre le temps 0s et temps=1s la droite est plus raide.

Réponse 3

Oui /// Oui c'est juste qu'il n'y a pas la même évolution.

Réponse 4

6 - 8 /// La gravité fait que si un corps tombe, il tombe vers le sol, donc les courbes doivent diminuer.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 3

Réponse 1a

Non /// B avance de 10cm en 1s alors que A a une vitesse d'environ 5cm.s.

Réponse 1b

Plus petite /// A est toujours plus lent que B, sa vitesse est constante. A est plus loin car il a commencé à 15cm et B a commencé à 0cm

Réponse 2

A /// C'est à cet endroit là que le coefficient directeur est le + grand ce qui indique vitesse la 6 élevée.

Réponse 3

Oui /// Avec la formule $v = \frac{d}{t}$ on peut trouver la vitesse de l'objet de la figure 3 avec

la formule $d = tvs^{-1}$ on peut retrouver la distance pour la figure 4 donc oui, dans les 2 cas c'est un objet qui avance à 1cm.

Réponse 4

6 - 8 /// Dans 5 et 7 les objets montant c'est donc l'inverse de la gravité et un corps extérieur a du intervenir pour faire bouger l'objet.

Réponse 5

2 objets qui avancent à une même vitesse mais l'objet a démarré avec 2s de retard, ils ont une vitesse de $10\text{cm}/\text{s}^{-1}$. Vitesse constante.

Élève 4

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les objets A et B ont la même vitesse à 3s qui se déplacent sur une ligne horizontale.

Réponse 1b

Plus grande /// lorsque l'on regarde l'objet à l'instant $t=2\text{s}$ on voit que l'objet A est plus grand que l'objet B.

Réponse 2

C /// Lorsque l'on regarde dans le graphique la vitesse est plus élevée entre $t=3\text{s}$ jusqu'à $t=6\text{s}$.

Réponse 3

Oui /// La position peut être la même chose que la vitesse si la vitesse augmente la figure 3 pourrait correspondre à la figure 4.

Réponse 4

5 - 8 /// Les figures 5 et 8 pouvant correspondre au mouvement d'un corps qui tombe car l'action de gravité faut varier le corps.

Réponse 5

La chute d'un objet léger. On a un objet A et un objet très léger et on les fait tomber en même temps alors le mouvement sera préservé identique.

Élève 5

Réponse 1a

Oui /// à 3min /// Les 2 objets A et B se croisent à 3 secondes donc ils avaient la même vitesse à la 3^{ème} seconde.

Réponse 1b

Plus grande /// L'objet A es à $\approx 25\text{cm}$ à $t=2\text{s}$ et l'objet B à $\approx 20\text{cm}$ donc sa vitesse était plus grande à $t=2\text{s}$.

Réponse 2

C /// L'objet a parcouru plus de mètres entre $t=3\text{s}$ et $t=6\text{s}$ donc la vitesse était plus élevée entre $t=3\text{s}$ et $t=6\text{s}$.

Réponse 3

Oui /// Sur la figure 3 l'objet a une vitesse constante donc il a parcourt 20cm en 4s et sur la fig4 c'est en cm/s donc il y a aussi parcouru 40cm en 4s.

Réponse 4

5 /// Les figures 8 et 7 sont impossible.

Réponse 5

Ce graphique peut correspondre à 2 objets lâchés à intervalle de 2s.

Élève 6

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les deux droites se coupe au même moment en 3s pour 30 cm donc à l'intersection.

Réponse 1b

Plus petite /// Car pour l'objet a en 1s parcourt 5cm.

L'objet b en 1s parcourt 10cm. $A \rightarrow 2\text{s} = 10\text{cm}$.
 $B \rightarrow 2\text{s} 20\text{cm}$

Réponse 2

A /// Pour parcourir 10m 0,5 pour aller de 3s à 6 il y a 10m

Donc 10 0,5s

10=3s

Réponse 3

Je sais pas /// pas compris.

Réponse 4

Je ne sais pas /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 7

Réponse 1a

Oui /// au temps 3 secondes /// Les objets A et B se croise au temps 3s à 30cm donc ils ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// car elle se situe 5cm au-dessus de B qui lui est à 20cm (et l'objet A à 25cm) donc l'objet A à une vitesse de 12,5/s tandis que l'objet B est à 10cm/s.

Réponse 2

Au dessus de $t=6s$ /// Car la (courbe) droite continue (à augmenter) à monter au-delà de 6s.

Réponse 3

Non /// Car sur la figure 3 on observe une augmentation jusqu'au $t=4s$ et $x=40cm$ or sur la figure 4 on observe une continuité jusqu'à 4s (cependant 4s) mais stable à 10cm alors que si on fait la moyenne de la montée jusque 40cm on à 20cm donc la figure 4 doit être continue pendant 4s à 20cm/s.

Réponse 4

5 - 7 /// Car quand un corps tombe du point 0 on observe que quand le temps déc--- le temps est de plus en plus en mouvement donc prend de la vitesse (vi qu'on est en cm/s).

Réponse 5

Position par rapport au temps de deux objets A et B se déplaçant progressivement à une même mesure à 2 secondes d'intervalle c'est-à-dire que 2 secondes séparent l'objet A de l'objet B.

Élève 8

Réponse 1a

Oui /// 3s /// les deux courbes ont un même point d'intersection à 3s.

Réponse 1b

Plus grande /// La courbe A est au-dessus de la courbe B donc plus grande vitesse.

Réponse 2

C /// Car la courbe augmente et c'est à ce moment quelle est la plus haute.

Réponse 3

Non /// Fig 3 augmente. Fig 4 courbe reste stable.

Réponse 4

5 - 8 /// La courbe n'est pas linéaire, on a plus l'impression de gravité quand la courbe n'est pas linéaire.

Réponse 5

Deux voitures qui roule a une vitesse qui accélère tout le temps une qui commence a 0s et une a 2s.

Élève 9

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les deux objets vont se croiser à la 3è secondes.

Réponse 1b

Plus grande /// car la A a commencé plus haut que la B.

Réponse 2

A /// Car l'objet a fait 20m en 2 secondes.

Réponse 3

Non /// Car c'est la position pas la vitesse.

Réponse 4

8 /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 10

Réponse 1a

Oui /// $V = \frac{d}{t} = \frac{30\text{cm}}{3\text{s}} = 0,10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ = Au point d'intersection de A et B où $t=3\text{s}$.

Réponse 1b

Plus petite /// Car sur le graphique on s'aperçoit que en 1s la droite a plus progressé que la droite A.

Réponse 2

A /// Il parcourt 20m en 1s alors que de 1s à 3s la vitesse est stable donc moins importante que de 0s à 1s.

Réponse 3

Oui.

Réponse 4

5 /// Ce sont c'est 2 là car la chute à point de départ du hauteur et non à 0m.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 11

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les objets A et B ont la même vitesse à 3s. on le voit sur le graphique car les deux objets A et B se coupent en (3 ;30).

Réponse 1b

Plus grande /// Car à $t=2\text{s}$ on voit que l'objet B est à 20x(cm) alors que l'objet A est à environ 25x(cm).

Réponse 2

C /// La vitesse est plus élevée dans l'intervalle $t=3\text{s}$ et $t=6\text{s}$ car la l'intervalle $t=0\text{s}$ et $t=1\text{s}$ la vitesse augmente seulement jusqu'à 10x(m) dans l'intervalle (b) elle est constante à 10x(m) alors que dans l'intervalle (c) elle augmente jusqu'à 20x(m).

Réponse 3

Oui /// Car dans la figure 3 il s'agit de la position et dans la figure 4 il s'agit de la vitesse.

Réponse 4

5 /// Car un corps qui tombe seulement par l'action de gravité ne perdra pas de vitesse comme sur la figure 8, ne prendra pas une

grande vitesse d'un coup, figure 7 et n'aura pas la même vitesse du début à la fin : fig 6. Le corps prendra de la vitesse au fur et à mesure de la chute comme sur la fig 5.

Réponse 5

Cette figure peut correspondre à la chute d'un corps mais pas librement seulement par l'action de la gravité. Pour obtenir se graphique il faut ajouter un facteur en plus de la gravité à la chute du corps.

Élève 12

Réponse 1a

Non /// La distance parcouru par B est plus grande que celle de A donc l'objet B est plus rapide.

Réponse 1b

Plus petite /// L'objet A a parcouru moins de distance à $t=2\text{s}$ donc il est moins rapide.

Réponse 2

A /// la vitesse est plus élevé quand la droite est la plus croissante.

Réponse 3

Oui /// Oui car la vitesse est constante donc les 2 graphique corresponde au même mouvement.

Réponse 4

6 - 8 /// La fig 8 l'objet a une vitesse au début. Elle diminue ensuite, représentant la chute de l'objet du à la gravité. Fig 6 l'objet tombe sans aucune vitesse.

Réponse 5

Les 2 courbes suivent le même processus la figure B commence juste 2 secondes plutard. Ils ont la même vitesse.

Élève 13

Réponse 1a

Oui /// 3s /// La ligne des objets A et B se croisent en un point à 3s.

Réponse 1b

Plus grande /// à l'instant $t=2\text{s}$, l'objet A est à 25cm alors que l'objet B est à 20cm.

Réponse 2

A /// Entre $t=0s$ et $t=1s$ car l'objet passe de $-10m$ à $1m$ en $1s$.

Réponse 3

Non /// Car elles ne partent pas toutes les deux de 0.

Réponse 4

5 /// La vitesse augmente au fur et à mesure de la chute.

Réponse 5

Le graphique peut correspondre à 2 objets qui se déplacent simultanément et a la même vitesse mais l'objet B est parti 2s après l'objet A.

Élève 14

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les 2 courbes se croisent à 3s, les 2 objets ont la même vitesse à ce point.

Réponse 1b

Plus petite /// l'objet B a parcouru 20cm et l'objet A 10cm seulement.

Réponse 2

A /// L'objet a parcouru 20cm en 1 seconde.

Réponse 3

Non /// Fig = 3 : la courbe est croissante. Fig 4 : la courbe stagne.

Réponse 4

6 - 8 /// Le corps tombe de 40cm en 2 secondes fig 6.

Réponse 5

2 objets qui partent à la même vitesse mais pas en même temps.

Élève 15

Réponse 1a

Oui /// 3 secondes /// Car nous avons une intersection des 2 courbes à 3 secondes et 30cm.

Réponse 1b

Plus grande /// Car la courbe de l'objet A se trouve au-dessus de celle de l'objet B à 2 secondes.

Réponse 2

A /// Car en 1 seconde l'objet parcourt 20 mètres.

Réponse 3

Oui /// Car dans la figure 1, nous avons une évolution donc un mouvement ascendant de 10cm/s, ce qui est représenté dans la figure 2, la vitesse est de 10cm/s.

Réponse 4

8 /// Car la courbe est descendante et que la vitesse augmente selon le temps.

Réponse 5

A 2 voitures qui roulent à la même vitesse et qui partent de 0km/h.

Élève 16

Réponse 1a

Oui /// $x=30$ /// Après 3 seconde de déplacement sur cette ligne horizontale, les deux objets auront parcouru 30cm.

Réponse 1b

Plus grande /// La courbe A quand $t=2s$ est au-dessus de la courbe B.

Réponse 2

A /// On passe de $-10m$ à $10m$ en 1 seconde.

Réponse 3

Non /// Figure 3 : c'est un mouvement : on parcourt des cm en fonction des secondes. Figure 4, stagnation.

Réponse 4

5 - 8 /// On part de 0 en parcourt 40cm vers le bas, la vitesse augmente avec le temps, Il n'est pas question de proportionnalité.

Réponse 5

Deux objets qui parcourent une distance sur le même chemin, la même droite à la même vitesse mais avec deux secondes de décalage.

Élève 17

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ /// L'objet A et B gagne de la vitesse, l'objet B gagne de la vitesse plus rapidement que le A, l'objet B fini donc par dépassé en $t=3$ la ou les 2 ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// La courbe de vitesse de l'objet A est au-dessus de l'autre donc à l'instant $A = 2$ l'objet A a une plus grande vitesse.

Réponse 2

A /// c'est en A car la courbe augmente le plus vite par rapport au reste du graphique.

Réponse 3

Oui /// Oui car dans la figure 4 la vitesse reste la même et dans la figure 3 la position de l'objet avance toujours à la même vitesse donc on a le même type de mouvement.

Réponse 4

8 /// La figure 5, l'objet monte donc pas de chute, la fig 7 l'objet monte aussi donc pas de chute, la figure 6, l'objet ne peut pas être à la fois en $t=2$ plusieurs position en même temps donc c'est la figure 8.

Réponse 5

A l'avancement de 2 objet en ligne droite à la même vitesse mais a un départ différent.

Élève 18

Réponse 1a

Non /// L'objet B va toujours plus vite que l'objet A.

Réponse 1b

Plus petite /// l'objet A a parcouru 10cm en 2 secondes. L'objet B a parcouru 20cm en 2 secondes.

Réponse 2

A /// 20cm en 1 seconde.

Réponse 3

Non /// Je ne sais pas l'expliquer.

Réponse 4

8 /// Elle chute en fonction du temps. Un objet met du temps à tomber.

Réponse 5

Deux escargots qui partent à 2 secondes d'intervalle et qui ont tout deux la même vitesse.

Élève 19

Réponse 1a

Oui /// à 3s /// à l'intersection, la distance et la vitesse sont les mêmes pour les 2 objets ($t=es, x=30cm$).

Réponse 1b

Plus petite /// car la distance est plus petite pour une même durée ($A=10cm, B=20cm$).

Réponse 2

A /// car le coefficient directeur est plus grand.

Réponse 3

Non /// La fig 4 n'effectue aucun mouvement.

Réponse 4

5 - 8 /// Car le mouvement n'est pas linéaire : la vitesse de la chute augmente au fur et à mesure.

Réponse 5

Cette situation peut correspondre à 2 objets qui parcourent une distance égale à la même vitesse, mais avec l'objet B partant 2s plus tard.

Élève 20

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les 3 droites se croisent à 3s.

Réponse 1b

Plus petite /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 2

A /// Entre 0 et 1 la droite est fortement croissante.

Réponse 3

Non /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

5 – 8 /// Avec l'action de gravité la courbe ne peut pas être une droite.

Réponse 5

Même vitesse à une position différente.

Élève 21

Réponse 1a

Non /// La particule A et la particule B ont un point d'intersection cependant ils ne sont pas ni la même distance donc n'ont pas la même vitesse.

Réponse 1b

Plus petite /// La particule B a déjà parcouru 20cm et la particule A n'a parcouru que 10cm.

Réponse 2A /// Vitesse = distance par temps ici la plus grande distance est 10cm en 1 sec.

Réponse 3

Oui /// Car ce sont toutes deux des droites une cm en fonction du temps et l'autre cm/s en fonction du temps.

Réponse 4

5 – 8 /// Il faut que la courbe soit une droite.

Réponse 5

A et B peuvent correspondre à la vitesse de deux objets similaires mais en partant pas en même temps.

Élève 22

Réponse 1a

Oui /// au bout de 3s /// L'objet B se déplace à une vitesse + grande que l'objet A, mais la position de départ n'est pas la même, arrivé

à 3 secondes, les 2 objets se rencontrent et ils ont à ce moment précis la même vitesse.

Réponse 1b

+ petite /// L'objet A se déplace + lentement, l'objet B se déplace à 1s → 10m l'objet A se déplace à 1s donc plus petite que B.

Réponse 2

D entre $t=3$ et $t=+\infty$ /// La courbe évolue (bien nettement) entre $t=3$ et $t=6$, cependant la courbe continue de grimper alors l'hypothèse que l'on peut avancer c'est que la vitesse a été le t élevé entre $t=3$ et $+\infty$.

Réponse 3

Non /// La figure 3 représente un mouvement ascendant, alors que la figure 4 représente un mouvement linéaire.

Réponse 4

8 /// La figure 8 représente le mouvement d'un corps lancé qui tombe du à la poussée de la gravité qui s'établit petit à petit et non d'un corps à du au frottement de l'air.

Réponse 5

La ligne 2 peut correspondre : A = une valeur ----- et le ---- B à un objet ayant ----- des modifications lancé après d'objet A.

Élève 23

Réponse 1a

Non /// Car si ils avaient la même vitesse les droites serait confondu.

Réponse 1b

Plus grande /// Car les courbes se coupent en $t=3s$ la A passe sous la B en ce point.

Réponse 2

A /// Car entre $t=0s$ et $t=1s$ elle passe de -10 a 10m puis reste stable jusque $t=3s$ et de $t=3s$ a 6s va jusque 20m.

Réponse 3

Non /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

6 – 8 /// car une courbe représentant la gravité n'est pas constante au proportionnelle.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 24

Réponse 1a

Oui /// 30/3 /// Les deux droites se croisent.

Réponse 1b

Plus petite /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 2

C /// la courbe augmente à partir de $t=3s$.

Réponse 3

Non /// La courbe est stable.

Réponse 4

6 – 8 /// sur la fig 5 et 7 la droite monte.

Réponse 5

2 voitures qui se déplacent en fonction du temps sur une même route pour pouvoir les comparer.

Élève 25

Réponse 1a

Non /// Comme ce n'est pas le même coeff directeur.

Réponse 1b

Plus petite /// son coef directeur est faible.

Réponse 2

A /// Car elle monte + vite.

Réponse 3

Oui /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

8 /// Car on tombe pas nettement.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 26

Réponse 1a

Non /// Je ne sais pas.

Réponse 1b

Plus petite /// Car la droite est plus horizontale que la droite B donc elle met plus du temps à monter.

Réponse 2

A /// Le début de la figure en un mouvement verticale (à 50%) c'est le mouvement qui monte le plus vite.

Réponse 3

Oui /// Part à la même vitesse.

Réponse 4

8 /// Car c'est la seule figure qui commence vers le haute et qui ne tombe vers le bas.

Réponse 5

Cette figure peut représenter deux personnes lançant un objets avec 2 secondes d'intervalle.

Élève 27

Réponse 1a

Oui /// au moment où ils se croisent /// Même si l'objet A n'a pas la même position que le B, à 3s ils auront la même vue qu'ils ont le même point en commun.

Réponse 1b

Oui /// Car l'objet A part pas de l'origine comme B mais de $\approx 15cm$.

Réponse 2

A /// On remarque que la courbe augmente toujours, mais elle gagne presque 10m en 1s, alors qu'à la fin elle gagne 10m en 3s.

Réponse 3

Non /// La figure B part de , mais elle est proportionnelle.

La figure C part de 10, mais elle est constante .Alors elles ne correspondent pas.

Réponse 4

5 - 8 /// Un corps qui tombe n'est pas forcément verticale, au proportionnelle par l'action de la gravité.

Réponse 5

Ce graphique correspond à 2 objets de même vitesse, à chaque moment (à l'inverse de la figure 1).

Élève 28

Réponse 1a

Non /// Le coefficient des 2 droites sont différent, les droite sont sécante car l'objet B est plus rapide que le A.

Réponse 1b

Plus petite /// l'objet A a une vitesse d'environ 5cm/s^{-1}

L'objet B a une vitesse de 10cm/s^{-1} .

Réponse 2

A /// Dans l'intervalle A car l'objet s'est déplacé de 20m en 1 seconde.

Réponse 3

Oui /// La figure 3 représente la distance parcourue en un seconde et la figure se représente la distance parcourue par seconde.

Réponse 4

5 - 8 /// La figure 5 peut représenter l'accélération pendant la chute. La figure 8 peut représenter l'altitude restante.

Réponse 5

Cette figure peut représenter la distance que parcourt un objet avec un décalage de 2 secondes entre l'objet A parti plus tôt que l'objet B.

Élève 29

Réponse 1a

Oui /// 3s /// ils ont la même vitesse à l'intersection.

Réponse 1b

+ petite /// à 2s l'objet $\rightarrow 20\text{cm}$ (départ 0) alors que objet A $\rightarrow 25\text{cm}$ (départ 15cm).

Réponse 2

A /// Car 20m en 1s (B $\rightarrow 0\text{m}$ en 3s et C $\rightarrow 1\text{m}$ en 3s).

Réponse 3

Oui /// Fig 3 40cm en 4s. Fig 4 10cm/s pour 4s $4 \times 10 = 40$.

Réponse 4

8 /// Car les autres graphiques ne représentent pas de chute.

Réponse 5

Le déplacement de 2 objets à 2s d'intervalle.

Élève 30

Réponse 1a

Oui /// 3s /// Les 2 droites se coupent donc à cette intersection ils ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// Puisque la droite A est au-dessus de la droite B.

Réponse 2

A /// Puisque la droite augmente rapidement en un temps court.

Réponse 3

Non /// Dans l'un on parle de la position et dans l'autre de la vitesse, en fonction du temps.

Réponse 4

6 - 8 /// Le corps tombe par la gravité donc de haute en bas alors c'est une courbe qui descend.

Réponse 5

Vitesse de 2 objets identiques positionnés en 2 temps différents.

Élève 31**Réponse 1a**

Oui /// 3s /// Les deux courbes se croisent en ce point.

Réponse 1b

Plus petite /// Elle est plus petite car la courbe B augmente de 10cm/s alors que la courbe A d'environ 5cm/s.

Réponse 2

A /// Car c'est entre 0s et 1s que la position a varié le plus vite, elle est passée de -10 à 10 en 1s.

Réponse 3

Oui /// La figure 3 représente la position en fait du temps et la figure quatre la vitesse donc ce sont deux choses différentes qui pourraient se compléter.

Réponse 4

6 - 8 /// La courbe 8 est décroissante donc correspond à une chute et la 6 peut l'être également.

Réponse 5

À deux objets qui ont la même vitesse.

Élève 32**Réponse 1a**

Oui /// 3s /// Oui elles ont la même vitesse à un moment car les courbes croisent.

Réponse 1b

Plus grande /// Car à l'instant $t=2$ l'objet va à environ 25cm. s^{-1} alors que l'objet B lui à l'instant s^{-1} à 20cm.

Réponse 2

D $t=6$ $t=1s$ /// Car c'est la qu'elle est la plus haute : entre 0 et 1s c'est l'accélération qui est plus importante pas la vitesse.

Réponse 3

Non /// Car la courbe de la figure 4 doit passer par 0.

Réponse 4

5 - 7 - 8 - 6 /// Car le 6 et la 7 correspondent à la vitesse durant la chute et la 8 et 6

correspondent au corps qui tombe. La fig 6 va avec la 7 et la 8 va avec la 5.

Réponse 5

Cela correspond d'un corps qui part à la vitesse $t=0$ un autre corps part à la même vitesse avec la même accélération mais 2s après.

Élève 33**Réponse 1a**

Oui /// 3s /// Les 2 courbes se croisent.

Réponse 1b

Plus petite /// La courbe B va à 10cm/s que la A va à 0,5cm/s.

Réponse 2

A /// La courbe a monté de 20cm, en 1 second.

Réponse 3

Oui /// Car la courbe est toujours droite.

Réponse 4

6 - 8 /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 5

2 objets qui partent à la même vitesse mais pas en même temps.

COURNEUVE**Élève 1****Réponse 1a**

Oui /// $t=3s$ /// Le graphique montre leur position par rapport au temps et à $t=3s$ ils se croisent.

Réponse 1b

Plus grande /// $t=2s$, l'objet A est à 25cm et le B à 20cm donc l'objet A a une vitesse plus grande.

Réponse 2

C /// De $t=0s$ et $t=1s$ la vitesse va jusqu'à 10m/s ensuite jusqu'à $t=3s$ elle reste constante et à la fin elle augmente.

Réponse 3

Non /// Car dans la fig 3, la vitesse non est de 40cm/s tandis que dans la fig 4, la vitesse reste constante à 10cm/s.

Réponse 4

6 //// Car il tombe verticalement, sans courbe il est tout droit.

Réponse 5

Je n'ai pas compris la question.

Élève 2

Réponse 1a

Non /// à 3s /// La vitesse de la courbe augmente au fur et à mesure du temps plus rapidement que la courbe A, la courbe A étant.

Réponse 1b

Plus petite /// La vitesse est plus petite car à 2s la voiture est situé à 20cm/2s alors que la vitesse de A est de 25cm/s.

Réponse 2

A /// La vitesse en objet parcour plus de un en un s que en autres temps

Réponse 3

Non /// Le premier mouvement est un mouvement rectiligne accéléré la vitesse augmente au cours du temps alors que la courbe de la vitesse est constante elle ne bouge pas.

Réponse 4

6 et 8 /// Car la vitesse est ralentie la vitesse doit être égale à 0.

Réponse 5

Je n'ai pas compris.

Élève 3

Réponse 1a

Oui /// à 3s et 30cm /// $v = \frac{d}{t}$ et 30s, donc la vitesse est identique à ce moment précis et à cette distance précis.

Réponse 1b

Plus grande /// La vitesse de l'objet A est plus grande car la distance parcourue pour l'objet A est plus grande que la distance parcourue pour l'objet B ($v = \frac{d}{t}$)

Réponse 2

Oui /// Dans les deux cas, le mouvement est rectiligne uniforme.

Réponse 3

Oui /// Dans les deux cas, le mouvement est rectiligne uniforme.

Réponse 4

6 et 8 /// Les figures 8 et tombent librement seulement par l'action de la gravité car sur la figure 8, la fonction est décroissante contrairement aux figures 5 et 7. Dans la figure 6, le corps tombe en ligne droite.

Réponse 5

Le graphique peut décrire le mouvement de deux corps en fonction de la distance et du temps. Ces deux corps sont séparés à des distances égales.

Élève 4

Réponse 1a

Non /// aucun /// les deux objets A et B ne vont jamais a la même vitesse sur ce graphique, bien que leurs direction se croise en t(3) a x(30).

Réponse 1b

Plus grande /// car elle traverse plus de distance en une même seconde que l'objet A.

Réponse 2

C /// Lorsque l'on regarde dans le graphique la vitesse est plus élevé entre t=3s jusqu'à t=6s.

Réponse 3

Oui /// Si les deux sont constantes comme sur les figures ci-dessus, ce sont tous les deux des mouvements rectilignes uniformes.

Réponse 4

La 1 et la 4 (la figure 5 et 8) /// La 3 ne peut pas être une courbe de la chute d'un objet car son accélération ne varie pas. La 2 ne peut pas en être une non plus. Car sa vitesse décroît, ce qui n'est plus valable avec la gravité.

Réponse 5

A la trajectoire rectiligne dans l'espace de deux objets A et B dans l'espace (sans gravité) dû à une force F de départ.

Les objets A et B dans l'espace ne sont pas soumis à la gravité ni à aucune force de frottement, leurs vitesses sont donc constantes et leurs mouvements rectilignes.

Élève 5**Réponse 1a**

Oui /// au croisement /// Les valeurs utilisées lors du calcul de la vitesse sont exactement les mêmes lors du croisement (3s ; 30cm).

Réponse 1b

Plus grande /// Car à l'instant $t=2s$ l'objet A a parcouru une plus grande distance (25cm) que l'objet B (20cm) à $t=2s$.

Réponse 2

A /// Car l'objet atteint les 20m en 1s à l'instant $t=0s$ et $t=1s$ alors que par exemple entre $t=3s$ et $t=6$ l'objet met 3s pour parcourir 10m.

Réponse 3

Oui /// Ces courbes pouvaient correspondre au même type de mouvement (rectiligne uniforme) car la figure 3 représente la position au cours du temps alors que la figure 4 représente la vitesse au cours du temps.

Réponse 4

8 /// Car la position de « l'objet » diminue au cours du temps.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 6**Réponse 1a**

Oui /// $t=3s$ /// Oui car ----- $v = \frac{d}{t}$ et à $t=3s$ les objets A et B ont la même d et t .

Réponse 1b

Plus grande /// $v_B = \frac{d}{t} = \frac{20}{2} = 10$ $v_A = \frac{d}{t} = \frac{25}{2} = 12,5$.

Réponse 2

A /// Entre $t=0s$ et $t=1s$ c'est le moment où l'objet se déplace le plus loin en moins de temps.

Réponse 3

Oui /// Je ne sais pas comment le justifier.

Réponse 4

6 /// La figure 6 est la seule qui a une courbe que va seulement vers le bas.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 7**Réponse 1a**

Oui /// $t=3s$ /// A $t=3s$, l'objet A et B ont la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// En effet dans ce graphique nous pouvons remarquer que l'objet A à une plus petite distance que l'objet B à $t=2s$ donc l'objet A à une plus grande vitesse.

Réponse 2

D entre $t=3s$ et plus /// D'après le graphique, nous remarquons que après $t=3s$ la droite augmente donc que la vitesse augmente.

Réponse 3

Oui /// En effet, dans les figures 3 et 4 il s'agit d'un mouvement constant, à chaque fois, on trouve 10cm/s^{-1} .

Réponse 4

5 et 8 /// Lorsque l'on laisse tomber un objet librement sa vitesse augmente car elle est

attiré par la gravité. Ça dépend de la position initiale.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 8

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ /// Les courbes se rejoignent à cet endroit et $v = \frac{d}{t}$ donc pour l'objet A et B c'est $v = \frac{30}{3} s^{-1} = 10cm$.

Réponse 1b

Plus petite /// En 2sec l'objet B parcourt 20cm alors que l'objet A en parcourt 10cm.

Réponse 2

s^{-1} A /// Il parcourt 20m en 1s soit une vitesse de 20m.

Réponse 3

Non /// La position est rectiligne et la vitesse correspond à une forme constant, soit elle est uniforme, Dans la position on voit un mouvement accéléré a position change de place avec le temps.

Réponse 4

6 /// Parce qu'elle tombe droite sans variation de vitesse elle est attiré par la gravité seulement en négligeant toutes les autres forces qui feraient varier la vitesse.

Réponse 5

.Je n'ai pas compris la question

Élève 9

Réponse 1a

Oui /// lorsque $t=3s$ /// Je ne sais pas comment l'expliquer.

Réponse 1b

$$v_B = \frac{20}{2} = 10cm.s^{-1} \quad v_A = \frac{10}{2} = 5cm.s^{-1}$$

Réponse 2

A /// La vitesse est plus élevée entre $t=0s$ et $t=1s$ car la droite qui représente cet instant parcourt plus de distance dans un temps plus court.

Réponse 3

Oui /// Les figures 3 et 4 pourraient correspondre au même type de mouvement étant donné que le mouvement pourrait être rectiligne et uniforme avec une vitesse constante de 10cm/s. De plus, on remarque que la droite représentant la position de l'objet en fonction du temps est affine et passe par l'origine.

Réponse 4

6 et 8 /// Les figures 6 et 8 peuvent représenter le mouvement d'un corps qui tombe librement seulement par l'action de la gravité puisqu'elles représentent des mouvements descendants.

Réponse 5

Je ne comprends pas vraiment le sens du mot « situation » utilisé dans la question. J'ai aussi du mal à comprendre le graphique.

Élève 10

Réponse 1a

Non /// On aurait tendance à croire qu'a 30cm, les objets A et B ont la même vitesse car les lignes se croisent, Tandis que même position ne veut pas dire même vitesse. De plus, A et B ont une vitesse constante propre à eux (ligne).

Réponse 1b

Plus petite /// Elle est plus petite car la droite représentant l'objet B est plus « pentue » c'est-à-dire qu'elle se déplace plus rapidement dans un mouvement rectiligne uniforme. De plus on remarque que la droite passe par l'origine.

Réponse 2

A /// Entre $T=0s$ et $T=1s$, l'objet a la plus grande vitesse, elle fait $20m/s$. Tandis qu'entre $t=3s$ et $T=6s$, elle fait seulement $10m/3s$.

a. Dans quel intervalle de temps la vitesse a-t-elle été plus élevée?

- A. Entre $t=0s$ et $t=1s$ *position aug[↑]*
- B. Entre $t=1s$ et $t=3s$ *la position n'augmente pas.*
- C. Entre $t=3s$ et $t=6s$ *position aug[↑]*

Réponse 3

Oui /// La figure 3 et 4 ont une différence au niveau des unités dans la figure 3, l'objet se déplace à $10cm/s$ et constante.

Réponse 4

8 /// La vitesse de la chute de l'objet augmente.

Réponse 5

Je ne sais pas.

Élève 11

Réponse 1a

Non /// En fait, on observe grâce à la droite A que l'objet à une vitesse de $5cm/s$ tandis que l'objet B a une vitesse de $10cm/s$.

Réponse 1b

+ petite /// Les déplacements des objets A et B sont représentés par des lignes. Ce qui veut dire vitesse constante.

A se déplace à une vitesse de $5cm/s$ et B à $10cm/s$. La vitesse de A ne dépasse jamais celui de B.

Réponse 2

A /// Entre $t=0s$ et $t=1s$, on observe qu'en 1 seconde la particule parcourt $20m$ Entre 1 et 3 secondes elle est restée constante.

Réponse 3

Oui /// La figure 3 représente un mouvement constante tandis que la figure 4 aussi.

Réponse 4

8 /// On observe une descente (de 40 à $0cm$) durant 3 secondes.

Réponse 5

Deux objets A et B ont une vitesse constante. Égale. L'objet A se déplace dès 0 secondes tandis que l'objet B se déplace en décalage de 2 secondes. C'est pourquoi on observe les secondes parallèles.

Élève 12

Réponse 1a

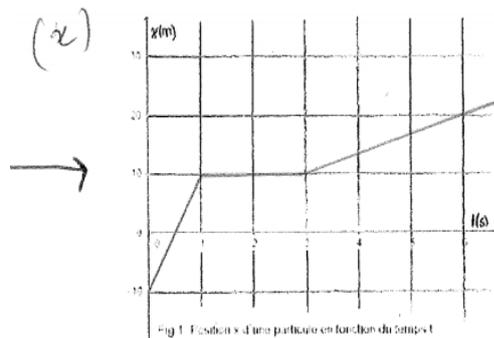
Oui /// (3 ;30) /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 1b

$$V_A < V_B \quad /// \quad A = \frac{0,2}{2} = 0,05m.s \quad v$$

Réponse 2

A



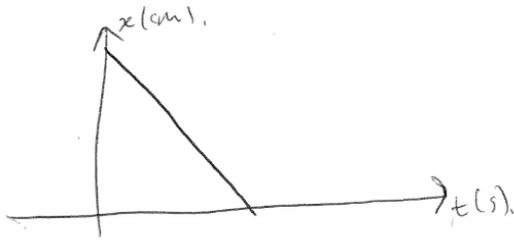
Réponse 3

Oui. MDR.

Réponse 4

Figure 5 et 8. MDR

Réponse 5



Élève 13

Réponse 1a

Oui /// $t=3$ /// On sait que la vitesse = distance / temps, ainsi par lecture graphique on peut voir qu'au croisement des 2 courbes, les 2 objets ont une même vitesse car ils sont à la même position au même moment. Ainsi:

A.N : $d=30\text{cm}$

$t=3\text{s}$

$v=10\text{cm/s}$

Réponse 1b

2) Plus grande ///

$V = \frac{d}{t}$ Objet A : A.N : $d=25\text{cm}$

Objet B : A.N : $d=20\text{cm}$

$t=2\text{s}$

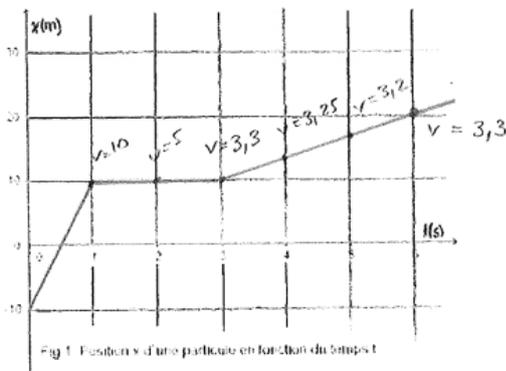
$t=2\text{s}$

$V=1,25x$

$v=1,0x$

Réponse 2

B /// J'ai calculé les vitesses aux différentes positions de l'objet (Représentation graphique).



Réponse 3

Oui /// Le 1^{er} graphique correspond à la position en fonction du temps, tandis que la deuxième correspond à la vitesse en fonction du temps.

On peut voir que le 1^{er} graphique correspond au 2^{ème}, et que $V=10\text{cm/s}$ dans les 2 graphiques.

Réponse 4

PAS RÉPONSE.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 14

Réponse 1a

Oui /// Lorsqu'ils se croisent // On peut voir sur le graphique qu'à 3 secondes, ils ont la même vitesse 30cm.

Réponse 1b

Plus petite /// À $t=2\text{s}$, l'objet A est à 25cm alors que l'objet B est à 20cm.

Réponse 2

C /// La vitesse augmente de plus en plus entre $t=3\text{s}$ et $t=6\text{s}$.

Réponse 3

Non /// La figure 4 correspond à une fonction rectiligne uniforme alors que la figure 3 correspond à une fonction rectiligne non uniforme.

Réponse 4

6 /// Lorsque la pomme tombe sur Newton.

Réponse 5

Je ne sais pas, je comprends pas le graphique.

Élève 15

Réponse 1a

Non /// nous remarquons qu'en 3 secondes ils (objets A et B) ne parcourent pas la même distance.

Réponse 1b

Égale /// La vitesse de l'objet A est égale à la vitesse de l'objet B en 2 secondes les objets parcourent la même distance.

Réponse 2

A /// Car nous on peut voir qu'en 1 seconde l'objet parcourt 20 mètres.

Réponse 3

Oui /// Le mouvement est droit et uniforme malgré le fait que la vitesse n'est pas la même.

Réponse 4

6 /// Théoriquement le corps qui tombe librement par l'action de la gravité devrait tomber vers le bas.

Réponse 5

La situation peut correspondre au fait les objets A et B ont la même vitesse mais pas partir au même mouvement.

Élève 16

Réponse 1a

Oui /// 3s /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 1b

Plus petite /// Les deux objets se coupe en 3s et la distance de l'objet A est plus petite que celle de B, donc, l'objet B doit avoir une vitesse plus grande pour faire couper l'objet A en 3s.

Réponse 2

B /// Dans cette intervalle, la distance est courte et la position est constante (pas croissante).

Réponse 3

Oui /// C'est un mouvement rectiligne.

Réponse 4

8 /// Le corps tombe d'une hauteur, donc sa sera la figure 8.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 17

Réponse 1a

Non /// les 2 courbes ont une fonction différent. Leur vitesse de déplacement ne peut pas être la même. Or, on voit un point d'intersection c'est trompeur car il correspond au point d'intersection des objets.

Réponse 1b

Plus petite /// En observant seulement la croissance des 2 courbes, on observe que la courbe B croît plus vite que la courbe A. C'est évident que la vitesse de l'objet A est plus petite.

Réponse 2

A /// Entre $t=0s$ et $t=1s$, l'objet a parcouru 20m donc une distance élevée en peu temps. En comparant de la même manière les autres intervalles :

$$v = 0 \quad [3; 6]$$

$$[1; 3] \quad v = \frac{d}{t} = \frac{10}{3} \approx 3 \frac{m}{s}$$

Réponse 3

Oui /// On s'intéresse au ce types de mouvements, c'est à dire s'il est circulaire, rectiligne, courbé ligne, etc. On ne demande pas la vitesse au autres, Si on se fil à la question, en effet, il s'agit d'un mouvement rectiligne et uniforme car la forme, la direction et le sens du vecteur vitesse \underline{v} est la même dans le sens où elle ne varie pas au---- des mouvements...

Réponse 4

4^{ème} /// La question indique qu'il s'agit d'une chute libre, Ainsi, il n'est soumis qu'à une seule force, son poids. On néglige la poussée d'Archimède et les frottements. Si je ne me trompe pas (pas sûr), mais il s'agit de faire le

lien avec la deuxième loi de Newton car les conditions nécessaires pour utiliser cette loi est celle-ci.

Réponse 5

Je ne pourrais pas inventer une situation car je n'ai pas saisi la globalité des graphiques mais je pense qu'il s'agit d'un mouvement rectiligne et uniforme. De plus le coefficient directeur des deux droites est la même, c'est-à-dire, qu'elles sont parallèles. Le mouvement de deux objets serait parallèle sauf que le temps ($t=0s$ ou $t=2s$) à partir duquel le mouvement commence diffère...

Élève 18

Réponse 1a

Non /// Les deux objets n'ont pas la même vitesse car on voit bien que l'objet B se déplace plus rapidement. Le fait est que le croisement des droites induit en erreur.

Réponse 1b

Plus petite /// L'objet B a une vitesse constante de 10cm/s celle de l'objet A lui est visiblement inférieure.

Réponse 2

A /// On a une vitesse de 20cm/s alors qu'entre $t=1s$ et $t=3s$, elle est de 0cm/s , et entre $t=3s$ et $t=6s$, de moins de 1cm/s .

Réponse 3

Oui /// Oui car on a dans la figure 3 le graphique d'un mouvement à la vitesse constante, or, la figure 4 représente une vitesse constante en fonction du temps. Donc, ces figures peuvent correspondre au même type de mouvement.

Réponse 4

5 et 8 /// Le 5 ne précise pas si l'origine de l'ordonnée des points correspond au point de départ de l'objet dans sa chute = peut être une chute, ou si c'est le point de départ d'une ascension. Idem pour la 8, pour la 7, on a une chute à vitesse constante, or la gravité est une accélération donc pas la 7. La 6 ne montre pas de changement temporel.

Réponse 5

Aux mouvements rectilignes uniformes de deux objets A et B. On a deux objets au mouvement dans une direction à une vitesse constante, objets soumis à cette trajectoire à un intervalle de 2 secondes, donc l'un après l'autre.

Élève 19

Réponse 1a

Oui /// $t=3$ /// Étant donné que les objets se sont croisés ils ont eu la même vitesse.

Réponse 1b

Plus grande /// En cherchant la vitesse des 2 objets ($V = \frac{d}{t}$) on peut en déduire la vitesse des objets.

Réponse 2

A /// La vitesse était plus élevée en $t=0s$ et $t=1s$ car l'objet a parcouru plus de distance entre ces 2 temps.

Réponse 3

Oui /// La figure 4 et 3 montre que la vitesse est de 10cm/s .

Réponse 4

6 et 8 /// à un objet lancé à la même vitesse mais à des temps différents.

Réponse 5

A un objet lancé à la même vitesse mais à des temps différents.

Élève 20

Réponse 1a

Oui /// Les objets A et B ont la même vitesse à un moment car les courbes se croisent.

Réponse 1b

Égale /// La vitesse de l'objet A est égale à la vitesse de l'objet B car les 2 courbes sont, à ce moment-là, dans la même ligne (20).

Réponse 2

C /// C'est entre $t=3s$ et $t=6s$ car on voit sur le graphique que la courbe est à ce moment-là le plus élevée.

Réponse 3

Non /// Non car dans la figure 4 le mouvement est constant contrairement à la figure 3 où le mouvement bouge.

Réponse 4

6 et 8 /// Comme la gravité elle attire vers le bas. C'est donc logique que c'est les figures 8 et 6.

Réponse 5

La figure peut correspondre à deux mouvement qui font la même trajectoire mais ne débute pas au même moment. A commencé à $t=0s$ et B à $t = 2s$.

Élève 21

Réponse 1a

Oui /// $t=3s$ Car courbe A et courbe B ont un point d'intersection d'après la graphique. Le point d'intersection des deux droites est : $(x=3 ; y =30)$.

Réponse 1b

2) Plus grande//

$$=V_A = \frac{d_A}{t} \approx \frac{25}{2} 1,25 \times 10^1 s^{-1} m.$$

$$=V_B = \frac{d_B}{t} \approx \frac{20}{2} 1 \times 10^1 s^{-1} m.$$

$$\rightarrow V_A > V_B$$

Réponse 2

A /// De manière qualitatif, en regardant l'orientation des droites, on constate que celle de l'intervalle $(0s ; 1s)$ est grande (proche de verticale). D'une manière quantitatif, il faut se fier au coefficient directeur « a » des droites.

Réponse 3

Non /// La figure 3 fait référence à un mouvement accéléré car le coefficient directeur « a » est positif ($a = \frac{y(4)-y(0)}{x(4)-x(0)} = \frac{40-0}{4-0} = \frac{40}{0} = 10 > 0$) Tandis que la figure 4 fait référence à un mouvement uniforme -----.

Réponse 4

5 /// Si on néglige les forces de frottement, les travaux etc... D'emblée la fig 6 (sa courbe ne passe pas par $t=0s$) ne marche pas

La Fig 8 ne marche pas ----- car la vitesse ne fait que de diminuer (alors qu'elle devrait augmenter au leur et à mesure qu'elle descend.

Même si on néglige ces forces et les travaux... se faut garder quand même un esprit réaliste... Alors, la fig 7 ne marche pas car elle varie linéairement (même graphique) alors qu'il existe des interactions différentes de la gravité qui s'appliquent sur le système étudié. Donc c'est la figure 5. (La vitesse augmente petit à petit et qu'elle varie non-linéairement)

Réponse 5

Réponse : PAS DE TEMPS.

Élève 22

Réponse 1a

Oui /// À $t=3s$ et $x=30cm$ /// après avoir observé le graphique, je remarque que les deux droites se coupent sur un point précis. Notamment sur les coordonnées $(3 ; 30)$.

Réponse 1b

Plus grande /// On sait que la droite B est linéaire car elle passe par l'origine. Donc elle est aussi proportionnelle.

À l'instant $t=2s$, le rapport de la distance parcourue (ici 25cm) par le temps est égale à 12,5m/s pour la droite A. Alors que pour la B, le rapport de la distance parcourue par le temps est égal à 10m/s.

Réponse 2

A /// J'ai calculé le rapport de la distance par le temps et j'ai noté les résultats sur le graphique.

Réponse 3

Oui /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 4

PAS RÉPONSE.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 23**Réponse 1a**

s^{-1} Oui /// au moment 3 secondes (vitesse de 10cm.

Réponse 1b

Plus grande /// Si l'on applique la relation $V = \frac{d}{t}$ sur les deux objets, nous obtenons

$$(V_A t = 2s) = \frac{d_A}{t_A} \approx \frac{25}{2} 12,5 m.s^{-1}$$

$$(V_B t = 2s) = \frac{d_B}{t_B} \approx \frac{20}{2} 10 cm.s^{-1}$$

Réponse 2

(je n'ai pas compris la question) D à partir de $t=3s$ /// La vitesse sur la figure a continué à être plus élevé au delà de $t=6s$.

Réponse 3

Oui /// En calculant la vitesse sur la figure 3 de chaque point, nous retrouvons une vitesse de $10 cm.s^{-1}$ la figure 4 reflète la vitesse en fonction du temps. Dans les deux cas la figure, la vitesse est constante sur $10 cm$.

Réponse 4

5 et 8 /// La gravité est connu sous un autre nom qui est l'accélération de la pesanteur Cet accélération est aux variations de la vitesse. Ce qui explique la figure 8 et 5.

Réponse 5

PAS RÉPONSE.

Élève 24**Réponse 1a**

Non /// PAS JUSTIFICATION.

Réponse 1b

Plus petite /// Sur une durée de 2 seconde l'objet A à parcouru environ $10 cm$ ---- de l'objet B en a parcouru 20.

Réponse 2

A /// Une vitesse étant la ----- d'une distance par le temps parcouru pour l'effectuer il faut regarder la période en on a effectué le plus grande distance en un

minimum de temps ----- $t=0s$ et $t=1s$ c'est à ce moment que la vitesse est la plus grande.

Réponse 3

Oui /// D'une part l'un des mouvements est mobile et de l'autre l'objet est immobile, ce qui est contradictoire. a moins que l'on de mouvement de perspective en effet si l'on prend la figure 3 comme une vue du dessus figure 4 comme une vue de côté c'est possible.

Réponse 4

Annexe 4.3. Base de données

Base de données pour le groupe standard

élève	Pré-répon1a	Pré-répon1b	Pré-répon2	Pré-répon3	Pré-répon4	ost-répon1a	ost-répon1b	Post-répon2	Post-répon3	Post-répon4	PreTotCont	PostTotCont
2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	4	3
4	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	1
6	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	2	3
7	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4
9	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
11	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	3
13	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	3
14	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	2	3
15	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	2	3
17	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	2	2
20	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	3	3
23	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	3
27	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	2	3
30	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	3
33	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	3	3
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5
13	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4	5
15	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	2	2
17	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	2
18	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2
23	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4
24	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	2	5
3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2
5	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	2	3
6	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	2	3
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	4	4
11	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4	5
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	5	4
23	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2
24	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	4	3
Total	9	11	24	18	7	10	23	26	24	9		

Base de données pour le groupe expérimental

élève	Pré-répon1a	Pré-répon1b	Pré-répon2	Pré-répon3	Pré-répon4	ost-répon1a	ost-répon1b	Post-répon2	Post-répon3	Post-répon4	PreTotExp	PostTotExp
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4	5
3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4	5
5	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	4
8	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
10	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	3	2
16	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	2	3
18	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	3	5
19	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	3	4
22	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	3
24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
25	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	4	5
26	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	4	3
28	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	5
29	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	3	4
31	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	3	2
32	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	4	4
2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	4	4
6	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	3	5
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	4	4
11	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
12	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	4	3
14	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4
15	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	3	4
17	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	4	4
19	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	2	4
20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
25	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	4	4
Total	14	18	20	17	6	18	24	25	22	9		

Annexe 4.4. Vérification de la normalité des données

Nous allons prendre comme variable d'analyse la différence dans les proportions des bonnes réponses au post-test moins la proportion de réponses correctes au pré-test dans chaque groupe. Nous allons donc les données suivantes :

Groupe Standard (T1)	Groupe Expérimental (T2)
-0,2	0,2
-0,2	0,2
0,2	0,6
0,8	0
0	-0,2
0,4	0,2
0,4	0,4
0,2	0,2
0,2	0,4
0	0
0	0,2
0,2	-0,2
0,2	0,2
0,4	0,2
0	-0,2
0	0,6
0,2	0
0	0
0,2	0,4
-0,2	0
0,6	-0,2
0,6	0,2
0,2	-0,2
0,2	0,8
0,2	0,2
0	0
0,2	0,4

-0,2	0,2
0,2	0
-0,2	

Les échantillons sont considérés comme indépendants étant donné que les observations effectuées dans le groupe témoin et dans le groupe expérimental concernent des personnes différentes.

Par la suite, il est considéré d'ajuster un ANOVA (analyse de variance, test paramétrique), mais il faut d'abord valider l'hypothèse de normalité.

Vérification de l'hypothèse de normalité

Ajustant un modèle ANOVA et en validant l'hypothèse sur les résidus. Nous émettons le système d'hypothèses suivant :

$$H_0: \text{Les résidus sont réparties normalement} \\ \text{vs.}$$

$$H_1: \text{Les résidus ne sont pas distribués normalement}$$

Avec un niveau de signification de 5%, on obtient :

```
> fit<-aov(Diferencia~Tratamiento, data=total_tratamientos)
> shapiro.test(residuals(fit))
```

```
shapiro-wilk normality test
```

```
data: residuals(fit)
W = 0.91311, p-value = 0.0004598
```

Lorsque l'on obtient une valeur $p=0.00045 < 0.05$, l'hypothèse nulle est rejetée, c'est-à-dire que les déchets ne suivent pas une distribution normale.

Annexe 4.5. Comparaisons des observations au pré-test entre les groupes expérimentaux et standard

Pour l'analyse de l'homogénéité entre les groupes, on utilise le test statistique nommé test de comparaison des proportions⁴⁹, en comparant la proportion de bonnes réponses de chaque question dans le pré-test.

Le test d'hypothèse à évaluer pour chacune des questions est le suivant :

$$H_0: P_1 = P_2 \quad \text{vs.} \quad H_1: P_1 \neq P_2$$

Où P_1 est la proportion de réponses correctes dans le groupe témoin et P_2 la proportion de réponses correctes dans le groupe expérimental, c'est-à-dire que l'hypothèse de l'égalité des proportions de réponses correctes dans les deux groupes est contrastée par rapport à ce que les proportions sont différentes, en prenant un seuil de signification de 5%.

Le test a été réalisé à l'aide du logiciel statistique R, avec les résultats suivants pour chaque question :

- **Question 1:**

Groupe Standard

Groupe Expérimental

⁴⁹ Test qui ne fait pas l'hypothèse de normalité.

Proportion de réponses correctes

9/30	14/29
------	-------

Le résultat est le suivant:

```
> # Pregunta 1
> correct <- c(14,9)
> total <- c(29,30)
> prop.test(correct,total)
```

2-sample test for equality of proportions with continuity correction

```
data: correct out of total
X-squared = 1.3735, df = 1, p-value = 0.2412
alternative hypothesis: two.sided
95 percent confidence interval:
 -0.09603074  0.46154798
sample estimates:
 prop 1    prop 2 
0.4827586 0.3000000
```

En obtenant un p-valeur de $0.24 > 0.05$, il est conclu que l'hypothèse nulle (H_0), c'est-à-dire la proportion de réponses correctes dans les groupes standard et expérimental, n'est pas rejetée statistiquement.

- **Question 1b:**

	Groupe Standard	Groupe Expérimental
Proportion de réponses correctes	11/30	18/29

Il en résulte ce qui suit :

```
> # Pregunta 1b
> correct <- c(18,11)
> total <- c(29,30)
> prop.test(correct,total)
```

2-sample test for equality of proportions with continuity correction

```
data: correct out of total
X-squared = 2.8586, df = 1, p-value = 0.09089
alternative hypothesis: two.sided
95 percent confidence interval:
 -0.02670947  0.53475545
sample estimates:
 prop 1    prop 2 
0.6206897 0.3666667
```

Étant donné que le p-valeur $0.09 > 0.05$ il est conclu qu'il existe des preuves statistiques pour ne pas rejeter l'hypothèse nulle, c'est-à-dire que la proportion de réponses correctes est identique dans les deux groupes.

- **Question 2:**

	Groupe Standard	Groupe Expérimental
--	-----------------	---------------------

Proportion de réponses correctes

24/30	20/29
-------	-------

En obtenant ce qui suit :

```
> # Pregunta 2
> correct <- c(20,24)
> total <- c(29,30)
> prop.test(correct,total)
```

2-sample test for equality of proportions with continuity correction

```
data: correct out of total
X-squared = 0.45439, df = 1, p-value = 0.5003
alternative hypothesis: two.sided
95 percent confidence interval:
 -0.3652488  0.1445591
sample estimates:
 prop 1    prop 2 
0.6896552 0.8000000
```

Étant donné que la p-valeur obtenue est supérieure à 0,05, il est conclu qu'il n'y a pas de différence entre la proportion de réponses correctes entre les deux groupes.

- **Question 3:**

	Groupe Standard	Groupe Expérimental
Proportion de réponses correctes	18/30	17/29

Le résultat est le suivant:

```
> # Pregunta 3
> correct <- c(17,18)
> total <- c(29,30)
> prop.test(correct,total)
```

2-sample test for equality of proportions with continuity correction

```
data: correct out of total
X-squared = 2.3411e-31, df = 1, p-value = 1
alternative hypothesis: two.sided
95 percent confidence interval:
 -0.2783117  0.2507255
sample estimates:
 prop 1    prop 2 
0.5862069 0.6000000
```

Étant donné que la valeur p-valeur obtenue est supérieure à 0,05, il est conclu que l'hypothèse nulle n'est pas rejetée, c'est-à-dire que la proportion de réponses correctes est la même dans les deux groupes.

- **Question 4:**

	Groupe Standard	Groupe Expérimental
--	-----------------	---------------------

Proportion de réponses
correctes

7/30

6/29

Le résultat est le suivant:

```
> # Pregunta 4
> correct <- c(6,7)
> total <- c(29,30)
> prop.test(correct,total)
```

2-sample test for equality of proportions with continuity correction

```
data: correct out of total
X-squared = 2.9509e-31, df = 1, p-value = 1
alternative hypothesis: two.sided
95 percent confidence interval:
 -0.2641614  0.2112879
sample estimates:
 prop 1    prop 2 
0.2068966 0.2333333
```

Un p-valeur de $1 > 0.05$ permet de conclure que la proportion de réponses correctes dans les deux groupes est statistiquement identique.

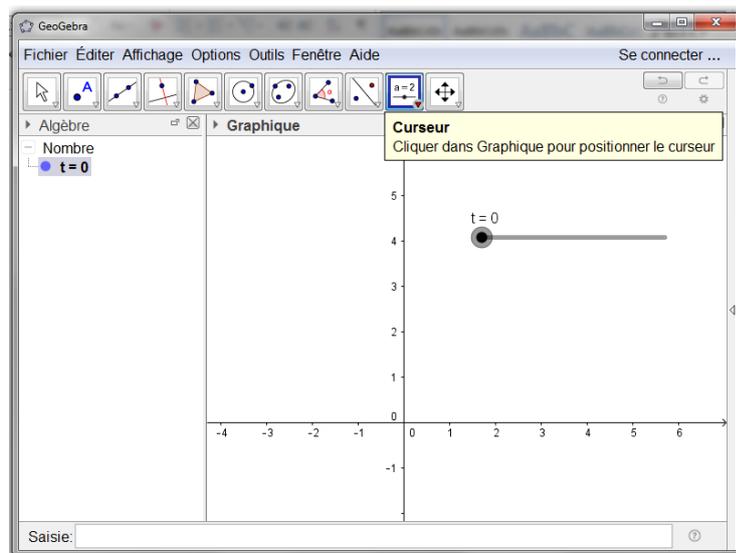
Étant donné que le taux de réponses correctes est statistiquement identique pour les cinq questions, il est conclu que le groupe témoin et le groupe expérimental sont homogènes.

Annexe 4. 6. Nouvelle version du scénario d'enseignement

Atelier sur l'étude du mouvement des objets

Présentation GéoGébra

GéoGébra est un logiciel de géométrie dynamique qui permet de construire des figures mathématiques grâce aux règles de base de la géométrie. Il permet aussi de faire des simulations qui se manipulent avec l'outil « curseur ». Voici, ci-dessous, la fenêtre GéoGébra.



Dans notre cas, pour apprécier les simulations qui sont proposés il est juste nécessaire de manipuler le curseur du temps à l'aide des boutons de déplacement du clavier, ou avec la souris, ou avec le bouton play,

EXERCICES

Exercice 1. Le mouvement de deux objets peut se représenter à travers la simulation 1.

- a) Exécutez la simulation en manipulant le curseur du temps et décrivez le mouvement pour chaque objet.

- b) Répondez aux questions suivantes :

Les points A et B ont-ils la même position à un moment ? S'il en est ainsi, dans quel moment l'ont-ils ? Expliquez votre réponse.

Les points A et B ont-ils la même position à un moment ? S'il en est ainsi, dans quel moment l'ont-ils ? Expliquez votre réponse.

- c) Tracez à la main le graphique de position en fonction du temps qui correspond à la simulation

Espace pour le graphique :

- d) Suite à la construction du graphique répondez aux questions suivantes :

Comment comprenez-vous le graphique ?

Écrivez une relation mathématique pour chacune des courbes tracées.

Exercice 2.

Simulez le mouvement qui correspond au graphique donné. Pour cela manipulez les curseurs comme vous jugez nécessaire. Ecrivez les valeurs que vous avez sélectionnées et expliquez votre choix.

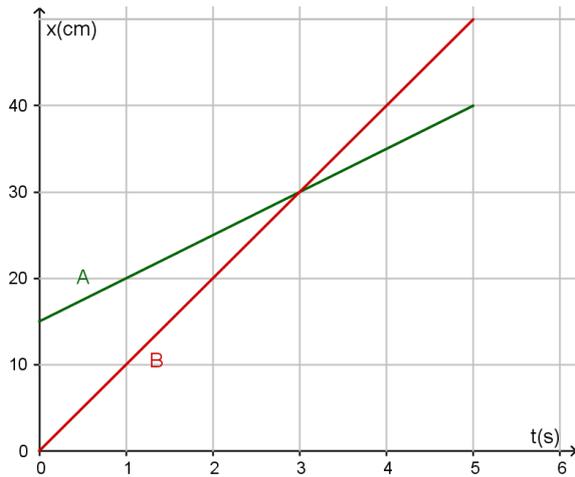


Fig 1. Position x d'une particule en fonction du temps t .

Valeurs de chaque curseur :

Justification de votre choix :

Exercice 3.

Dans la partie supérieure de la simulation 3 on voit le mouvement de deux objets A et B; dans la partie inférieure on voit le graphique de position en fonction du temps pour ces deux objets mais une droite est marquée avec une lettre C et l'autre avec la lettre D. En se basant sur la simulation, répondez :

Durant les deux premières secondes, est-ce la vitesse de l'objet A qui a le plus augmenté, où celle de l'objet B? Pourquoi ?

Annexe 5.1. Avis général des élèves par rapport au scénario d'enseignement

<p>ALAND Samuel #1</p>	<p>J'ai bien aimé les deux activités car elles nous forcent à bien lire les consignes et les graphiques notamment au niveau de l'orientation des axes.</p>
<p>DIKITE #2 Dioula TSA Mardi 14 mars 2017</p>	<p>Le logiciel a été assez difficile à utiliser. Il n'y avait pas de d'unité pour l'ordonnée j'ai mis du temps à comprendre comment il fonctionnait alors que je connaissais déjà ce logiciel j'ai trouvé intéressant qu'on puisse faire des simulations.</p>
<p>FEDDOL Saadia TSA #3</p>	<p>d'activité était intéressante. Elle nous apprend un peu à manipuler le logiciel et à se débrouiller seul.</p>
<p>#4 K. MURALI Eharane</p>	<p>Avis général sur l'activité Geogebra: Les trois activités étaient intéressantes. Je pense qu'il n'y avait aucun point négatif. En vrai cela m'a permis de mieux comprendre les graphiques et à utiliser Geogebra. Peut être un peu plus complexe serait plus un challenge pour les élèves motivés. Mais sinon c'était vraiment intéressant.</p>
<p>Kezza Hamza TSA #5</p>	<p>d'activité m'a permis de mieux comprendre un graphique et de déterminer certaines choses grâce à des calculs de vitesse.</p>

Li
Hao
#6

- Le début a été assez flou, car on ne comprenait pas comment utiliser le logiciel géogébra.
- Une fois qu'on ait compris le principe, l'activité devient assez facile.
- La transition entre l'exercice 1 et 2 a été assez intéressante car c'est ce qui nous a vraiment aidé à comprendre.
- ~~C'est~~ c'est en ~~exo~~ qui travaille beaucoup la réflexion à cause des "pièges" car on confond souvent la position et la vitesse.

GIN
Daniel
#7

L'activité est bien pour faire réfléchir le cerveau et se souvenir des connaissances en lien avec cette activité.

Pato
Braul
TS1
#8

Tout d'abord, l'activité concernant les trois exercices m'ont servi d'un échauffement. Ensuite, lorsque j'abordais d'abord une activité, que ce soit en contrôle ou une épreuve, les premières minutes sont déterminantes, c'est-à-dire, que si j'arrive bien à me concentrer sur le sujet, je le réussis. Mais ce n'est pas le cas tout le temps. Mais, je remarque des détails qu'il faut avoir lors des activités que j'avais pourtant apprenues. C'est souvent lorsque on ne s'impose pas quelque chose et qu'on cherche à faire par soi-même que j'arrive à utiliser pleinement mes capacités. Mais ce cas, l'activité ~~me~~ ^{actuelle} ne m'a pas aidé mais plutôt pour me familiariser un peu ~~avec~~ ^{afin d'aborder} l'activité suivante sereinement.

RAKOTOMALALA
Zoha #9

14 Mars 2017

Le logiciel GeoGebra n'était pas le plus pratique à utiliser, dès qu'on voulait voir des données en déplaçant la fenêtre, on voyait tous les points disparaître. De plus, dans les graphiques, on avait juste la distance (x), sans unités, au lieu d'une position x .

D'un autre côté, j'ai remarqué que ce qu'on étudiait correspondait à ce qu'on avait fait à l'écrit.

L'activité 1 était un peu longue, mais sans plus.

Sinon je trouve qu'il n'y avait rien de spécial, sachant que j'ai peu utilisé cette application avec mon professeur de mathématiques de 3^{ème}.

Merci beaucoup de me faire participer à votre thèse qui, je l'espère, sera un succès.

Cordialement,

Z. Rakotomalala

Ren
Luc
#10
L'activité était assez plaisante, et compréhensible et nous aide à classer les informations importantes des informations peu utiles. Pour moi je pense que cette activité nous aide à être plus attentif et donc à faire plus attention aux consignes et à la réponse attendue.

Motifs
Schatten
TS1

14/03/17

#11

Au niveau du logiciel, le seul problème, c'est peut-être un bouton pour commencer qui disparaît est le manque de certains graphiques. Notamment dans les notes "locus de courbes".
Par ailleurs, dans le bandeau à gauche, on donne la réponse, on comprend tout de suite que $V = \text{vitesse}$.

Certaines questions du questionnaire ont été difficiles à comprendre. Notamment celle de l'exercice n°2. On manquait aussi de précision pour résoudre. Les graphiques de l'exercice n°2.

TS1

SHA Pambhel
#12

AVIS personnel

J'ai trouvé l'activité d'aujourd'hui très intéressante. Notamment sur l'étude de mouvement des objets mais aussi l'interprétation graphique. Toutefois, le nombre de lignes mis sur le sujet me laisse perplexe, cela donne l'impression que l'on doit dire plus de choses que l'on pense. Par contre, dans l'ensemble, tout se passe bien.

#13
NOM : SRIKARANU
PRÉNOM : ANOYA
CLASSE : TS1

Je pense que comme l'exercice m'était posé, on ne doit pas avoir de mal à comprendre ce qu'il fallait faire. De plus, le graphique manquait de précision notamment la légende dans l'exercice 1.