

Les graphiques comme aide pour l'enseignement de la physique : cas de la cinématique dans l'enseignement secondaire tunisien

LAMOUCHE CHEBBI, Kaouthar, Etudiante, ISEFC Tunis/ René Descartes, Paris 5, Tunis, Tunisie

Introduction

Dans ce papier, nous présentons une partie d'un travail réalisé dans le cadre d'une thèse en didactique de la physique. Dans cette thèse, nous avons essayé de mettre en évidence dans un premier temps, les difficultés que rencontrent les élèves de 3^{ème} année du secondaire tunisien (17-19 ans) dans la compréhension du sens des différentes notions de cinématique et de leurs relations (autres que mathématiques). Pour aider ces élèves à comprendre, nous avons dans un deuxième temps expérimenté l'introduction de l'étude qualitative de graphiques de mouvement dans l'enseignement de la cinématique. C'est à cette dernière expérimentation que nous nous intéressons dans cet article.

Cadre théorique

La diversification des représentations et le travail dans divers systèmes sémiotiques faciliterait l'apprentissage dans différents domaines, et en particulier dans celui de la physique. La physique possède en effet plusieurs langages qui se complètent les uns les autres, et il serait regrettable d'emprisonner les élèves dans le seul monde des équations et de les priver de s'exprimer dans d'autres langages tels que celui des graphiques. En effet ces derniers peuvent permettre aux élèves de faire la connaissance des mêmes notions sous une autre forme, ce qui éviterait leur fossilisation sous forme mathématique et favoriserait leur compréhension ainsi que la compréhension des relations entre elles.

Le fait de travailler sur plusieurs systèmes sémiotiques entre autre le système graphique permet d'augmenter les capacités cognitives des sujets (Duval, 1995) et de développer leurs connaissances. En effet les registres "analogiques" comme les figures, les schémas, les graphiques permettent de traiter les informations de façon plus économique et plus puissante que d'autres registres tels que ceux mettant en jeu les textes ou les formules. Dufresne et al (1997) vont dans le même sens et montrent que le fait de diversifier les représentations des problèmes en physique peut aider les apprenants à mieux les résoudre. En effet, la résolution des problèmes dans les cours de physique est souvent algorithmique et procédurale. Les étudiants résolvent les problèmes en mimant les méthodes utilisées par leurs enseignants. La plupart des problèmes proposés sont strictement quantitatifs et leurs solutions peuvent être obtenues facilement en manipulant les équations adéquates.

Face à des activités de résolution purement qualitatives (interpréter un graphique ou expliquer une situation) les élèves se trouvent démunis voire bloqués et ne savent quoi faire de leurs équations (Trowbridge, 1980 ; Trowbridge, 1981 ; Clement, 1981 ; Peters, 1982 ; Arons, 1984 ; Van Ausdal, 1988 ; Van Heuvelen, 1991..).

L'utilisation des graphiques serait un important outil didactique dans l'enseignement de la physique et surtout de la cinématique (Dimitriadis et al., 1999 ; Van den Berg, 2000), mais il

convient de ne pas oublier que c'est un langage qui possède ses propres normes et sa propre structure. Tout cela fait qu'il n'est pas forcément transparent et spontanément compréhensible (Lenton et al., 2000 ; El-Mimi et al., 2002).

Questions de recherche

L'utilisation des formules et des équations occulte souvent le sens physique des situations abordées par l'enseignement. Ce phénomène, bien qu'étant général dans l'enseignement de la physique, n'a pas la même ampleur dans tous les domaines de cette dernière. En effet certains sont plus "mathématisés" que d'autres comme la cinématique où abondent les équations toutes prêtes à l'application.

Il serait donc intéressant de trouver des solutions qui favorisent une compréhension au lieu d'une simple mémorisation de formules mathématiques et de procédures qui deviennent avec l'habitude quasi automatiques. Varier les représentations en physique paraît comme étant une piste prometteuse dans ce contexte, qu'en est-il de l'utilisation des graphiques qualitatifs en cinématique ? Peut-elle procurer de l'aide aux élèves en difficulté de "sens" ? Est-elle capable de les faire renoncer à leur "chères" équations dans les cas où ils n'en ont pas besoin ?

Méthodologie

Dans le secondaire tunisien et au niveau de la 3^{ème} année scientifique les élèves (17-19 ans) tracent des représentations graphiques en cinématique et ce dans le but d'en extraire des équations horaires que ce soit dans le cas du mouvement uniforme ou du mouvement uniformément varié. Nous avons choisi de maintenir le même cours et les mêmes travaux pratiques de cinématique que ceux proposés par le Programme officiel, de faire les mêmes manipulations, de tracer les mêmes courbes et de n'intervenir que sur la façon de les analyser. L'essentiel est de montrer aux élèves que les courbes sont riches en informations sur le mouvement et peuvent donner parfois beaucoup plus que les équations.

Nous avons fait le choix de travailler sur les graphiques en travaux pratiques où nous avons affaire à des groupes plus réduits d'élèves. Notons que ce travail a été mené sur quatre séances de travaux pratiques ayant chacune une durée d'une heure et demi. Notre proposition est la suivante : après le traçage d'une courbe les élèves sont invités à noter par écrit sur le dos de la feuille de papier millimétré sur laquelle a été faite la représentation, les informations qu'elle peut donner sur le mouvement et ce sans faire de calculs, c'est-à-dire de façon qualitative. Ces résultats sont discutés par la suite de façon collective avec la participation de l'enseignant (le chercheur). Les élèves se corrigent chacun avec ses propres mots et par écrit. Ceci a pour objectif d'engager activement les élèves dans l'activité.

Les élèves ayant participé à cette expérimentation sont au nombre de 28 et ils ont été comparés à 26 autres élèves (groupe témoin, même tranche d'âge) lors d'activités d'interprétation qualitative de situations cinématiques. Les élèves du groupe expérimental et ceux du groupe témoins ont eu un même enseignant (le chercheur), un même cours de cinématique et ont effectué les mêmes travaux pratiques de cinématique. Au cours de ces travaux pratiques, ils ont tracé les mêmes courbes mais ne les ont pas exploitées de la même façon.

Nous avons travaillé dans cette recherche sur deux plans : d'une part nous avons suivi l'évolution du groupe expérimental seul et ce à travers les textes écrits par les élèves et dans

lesquels ils interprètent des graphiques qualitatifs de mouvements. D'autre part nous avons comparé ce groupe à un groupe témoin dans un contexte d'exploitation qualitative de graphique en travaux pratiques et dans des contextes de situations "exercices graphiques qualitatifs"

Nous avons collecté à chaque fois ce qui a été écrit par les élèves et nous avons accordé une attention particulière à la façon dont ils parlent des différentes notions.

Résultats

En ce qui concerne l'évolution du groupe expérimental, nous avons constaté à travers les premiers textes collectés en séance de travaux pratiques, que les élèves avaient du mal à se séparer de leurs équations, certains d'entre eux ne distinguaient même pas les variables ciblées par l'étude. Leurs textes étaient tous de nature très générale, une sorte de suite de mots techniques du chapitre. Le graphique tracé est, dans la majorité des cas, confondu avec la trajectoire et est généralement surexploité, c'est-à-dire qu'il pouvait donner des informations sur toutes sortes de notions cinématiques.

Nous avons pu constater qu'après une semaine du premier TP, certains élèves devenaient plus indépendants vis-à-vis des formules et utilisaient des mots de plus en plus pertinents dans leurs réponses (à la place des équations). Leurs réponses écrites sont devenues plus précises sur ce qu'une notion est et ce qu'elle n'est pas et sur la façon d'extraire les informations pertinentes.

La comparaison entre le groupe expérimental et le groupe témoin montre que la majorité des élèves ayant travaillé sur les graphiques de mouvement de façon qualitative s'améliore quant à la compréhension des notions de cinématique telles que la vitesse, l'accélération, la trajectoire et la position, de même que les relations entre elles. Beaucoup d'entre eux deviennent plus indépendants vis-à-vis du formalisme mathématique et moins influençables par les traits de surface, car être en possession de plusieurs outils permet aux élèves d'être plus autonomes. En contrepartie, nous remarquons l'abondance des confusions entre les différentes notions dans le groupe témoin, à cela s'ajoute une influence plus grande par les traits de surface tels que la forme des graphiques, les formules et même les symboles. Ces élèves utilisent majoritairement les équations dans des contextes non appropriés et ne s'interrogent pas, même s'il s'agit parfois de contradictions.

Discussion et Conclusions

Les résultats que nous avons obtenus semblent apporter des réponses à nos questions de recherche. En effet le travail qualitatif sur les graphiques nous paraît intéressant dans le sens où il permet aux élèves d'avoir une vision globale du mouvement au lieu de l'aspect plutôt local et discontinu que procurent les équations. Il leur permet de voir plus clairement les relations qui existent entre les différentes notions (trajectoire, vitesse, accélération) et aussi celles qui n'existent pas. Le sens physique de ces relations est souvent occulté par l'utilisation quasi automatique de formules du type "dérivation" ou "intégration".

Bibliographie

- ARONS Arnold B, february 1984. Student pattern of thinking. *The Physics Teacher*, 22, pp. 88-93.
- CLEMENT John, november 1981, " Solving problems with formulas : some limitations ", *Engeneering education*, 72, pp. 158-162.
- DIMITRIADIS Panagiotis ; KABOURIS Kostas ; KARANIKAS John ; PAPAMICHALIS Kostas ; PAPATSIMBA Lamprini et KALKANIS George, august-september 1999, " Linear motion study throug graphs a new technology-based learning environnement ", *Proceedings of the 2nd intrernational conference of the european science education research, Kiel august 31-september 4*, pp. 36-38.
- DUFRESNE Robert J; GERACE William J et LEONARD William J, may 1997, " Solving physics problems with multiple representations ", *The Physics Teacher*, 35 pp. 270-274.
- EL-MIMI Osama and GALILI Igal, november 2002, " Different modes of representing Physics probems at university level ", *Proceedings of the 2nd international conference on science education, Nicosia 11-13 November*, pp. 327-338.
- DUVAL Raymond , 1995, *Semiosis et pensée humaine*, Paris, PUF.
- LENTON Graham ; STEVENS Brenda and ILLES Robert, december 2000, " Numeracy in science : pupils understanding of graphs ", *School Science Review*, 82 (299), pp.15-23.
- PETERS, P.C, june 1982, "Even honors students have conceptual difficulties with physics ", *American Journal of Physics*. 59, 6, pp. 501-508.
- TROWBRIDGE David E and McDERMOTT Lilian, march 1980, " Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension ", *American Journal of Physics*, 49 (3), pp. 242-253.
- TROWBRIDGE David E and McDERMOTT Lilian C, december 1981, " Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension ", *American Journal of Physics*, 48 (12), pp. 1020-1028.
- VAN AUSDAL Ray G, november 1988, " Structured Problem solving in Kinematics ", *American Journal of Physics*, 26, pp. 518-521.
- VAN DEN BERG Ed ; VAN DEN BERG Rosea ; CAPISTRANO Nilo and SICAM Arni, december 2000, " Kinematics graphs and instant feedback ", *School Science Review*, 82, pp. 104-107
- VAN HEUVELEN Alan, october 1991, " Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies ", *American Journal of Physics*, 59,10, pp. 891-897