



HAL
open science

Changer les conceptions en mécanique des étudiants en L1 à l'Université

Jean-Francois Parmentier, Brahim Lamine, Sonia Bonnafé

► **To cite this version:**

Jean-Francois Parmentier, Brahim Lamine, Sonia Bonnafé. Changer les conceptions en mécanique des étudiants en L1 à l'Université. CFM 2015 - 22ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. hal-03444641

HAL Id: hal-03444641

<https://hal.science/hal-03444641>

Submitted on 23 Nov 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.

Changer les conceptions en mécanique des étudiants en L1 à l'Université

J.F. PARMENTIER^a, B. LAMINE^b, S. BONNAFÉ^c

a. Institut de Recherche en Enseignement des Sciences, Université Paul Sabatier,
118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse, jean-francois.parmenier@univ-tlse3.fr

b. IRAP - OMP 14 avenue Edouard Belin 31400 Toulouse, brahim.lamine@irap.omp.eu

c. Département Évaluation et Pilotage, Université Paul Sabatier,
118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse, sonia.bonnafe@univ-tlse3.fr

Résumé :

Nous présentons ici les résultats de la mise en place de cours interactifs suivant la méthode du peer-instruction dans le premier module de physique en 1^{ère} année de sciences à l'Université. La comparaison avec des amphes témoins, où l'enseignement est resté identique aux années précédentes, a permis de montrer que cette pratique pédagogique améliore significativement la compréhension des concepts de la mécanique chez les étudiants, ainsi qu'améliore sensiblement leurs résultats aux examens traditionnels.

Abstract :

This paper describe our implementation of Peer-Instruction in the first year of a french public university for the mechanical course. Results are compared to traditionnal instruction and show an improvement in concepts understanding and problem solving.

Mots clefs : enseignement interactif, mécanique, préconception, peer-instruction, licence

1 Contexte

Les principes de la mécanique Newtonienne sont devenus une base pour l'enseignement des sciences. Ceux-ci sont enseignés dès le lycée et revus ensuite dans l'enseignement supérieur lors de la première année dans la très grande majorité des formations en sciences. Cependant la recherche en didactique des sciences a montré que ces concepts sont souvent mal compris des étudiants même parmi les meilleurs d'entre eux [1, 2, 3].

Nous avons mis en place à l'Université Toulouse III - Paul Sabatier un enseignement en mécanique de type interactif [4], en suivant la méthode du « Peer Instruction » [5]. Celle-ci s'est effectuée au premier semestre de l'année scolaire 2015-2016 pour les 1050 étudiants en L1 ayant choisi l'option « Sciences Fondamentales Appliquées ». Cette option regroupe des étudiants qui se dirigent vers des licences de mathématiques, informatique ainsi que diverses disciplines de la physique, de la chimie et des sciences

de l'ingénieur. Les étudiants ayant opté pour le portail autour des Sciences de la Vie et de la Terre ou pour une première année commune aux études de santé ne sont pas inclus dans cette option.

L'enseignement de la mécanique est découpé en 8 semaines qui sont consacrées à la mécanique du point : cinématique, lois de Newton, mouvement circulaire, amortissement, oscillateurs harmoniques et amortis. Chaque semaine, les étudiants ont 1h30 de cours en amphithéâtre ainsi que 2h de travaux dirigés en physique et 2h de travaux dirigés en « outils maths ». Les travaux dirigés regroupent en moyenne une quarantaine d'étudiants et les cours en amphithéâtre 150 étudiants. Cependant la présence effective en cours varie considérablement au cours du semestre, allant de 100 % de présence au premier cours à 40 % à la fin du module.

Les étudiants sont issus majoritairement de Bac S (82%) avec une note moyenne de 12,1 à l'épreuve de physique-chimie au Bac. Deux tiers des étudiants sont des néo-bacheliers (bac obtenu l'année de la première inscription dans l'enseignement supérieur). La population est essentiellement masculine (81%).

2 Dispositif expérimental

Six enseignants ont participé à l'expérience. Le programme était identique pour tous et l'avancée dans le programme de chaque groupe est sensiblement similaire. Parmi eux :

- 3 enseignants n'ont pas changé leur méthode d'enseignement vis-à-vis de l'an dernier, correspondant à un cours où l'enseignant diffuse du contenu avec pas ou peu d'interactions avec les étudiants. Leur méthode sera appelée enseignement traditionnel.
- 3 enseignants ont adopté la méthode pédagogique de l'enseignement interactif décrite à la section 3. C'est la première année qu'ils expérimentaient la technique.

L'efficacité du nouveau dispositif pédagogique mis en place a été mesurée suivant deux critères : la progression dans la maîtrise des concepts clés de la mécanique Newtonienne, et les résultats aux examens traditionnels.

Le Force Concept Inventory [6, 7] (FCI) a été utilisé pour mesurer la maîtrise des concepts. C'est un QCM de 30 questions, uniquement qualitatives, portant sur l'application des concepts de Newton dans des cas concrets simples. Les fausses réponses proposées (les distracteurs) reflètent les réponses habituelles des étudiants et permettent d'identifier les mauvaises conceptions des étudiants. Au vu des programmes du secondaire, un étudiant avec un Bac S peut répondre correctement à toutes les questions. Des exemples de questions sont présentés dans un autre article du CFM 2015 [3]. Ce test est reconnu comme la référence internationale pour évaluer la compréhension de la mécanique Newtonienne [4, 7].

Le test a d'abord été effectué une première fois sur moodle (pre-test) puis une seconde fois à la fin des enseignements de mécanique, toujours sur moodle (post-test). Le test était facultatif mais les étudiants répondant à l'ensemble des tests proposés au cours du semestre étaient gratifiés sur leur moyenne. 739 étudiants ont répondu au premier test dont 347 qui ont répondu aux deux tests (137 pour l'enseignement traditionnel et 160 pour l'enseignement interactif). Ce double test permet à la fois de s'assurer que les deux groupes sont bien homogènes et aussi de comparer la progression des élèves.

3 Enseignement Interactif

La méthode d'enseignement interactive choisie est le « peer-instruction » [5]. Pendant son cours, l'enseignant pose régulièrement des questions à choix multiples aux étudiants sur le contenu. Le vote se déroule en plusieurs phases. Tout d'abord la question est présentée et les étudiants doivent répondre individuellement et de manière anonyme. Si le nombre correct de réponses est entre 30 % et 70 % alors l'enseignant leur demande d'entamer une discussion de quelques minutes avec leurs voisins afin de trouver la bonne réponse. A l'issue de cette discussion les étudiants revotent, toujours de manière individuelle et anonyme. L'enseignant donne alors la bonne réponse avec les explications. On observe qu'en moyenne le nombre de réponses correctes augmente entre les deux votes [8, 9]. Si le pourcentage de réponses justes au premier vote est $< 30\%$ ou $> 70\%$, l'enseignant réexplique le concept ou passe directement à la suite en indiquant rapidement la bonne réponse.

Un point important pour l'efficacité de la méthode est le choix des questions. Une personne ressource a fourni aux enseignants, pour chacun de leurs cours, une liste de questions qu'ils pouvaient directement utiliser. Les questions étaient basées sur l'identification des difficultés des élèves et les mauvaises réponses reflétaient les mauvaises conceptions habituelles. Les 3 enseignants expérimentant pour une première fois la méthode ont posé en moyenne 8 questions par cours de 1h30.

4 Résultats

Le tableau 1 synthétise les résultats des scores au FCI. Initialement, les deux groupes ont une moyenne équivalente d'environ 40% (différence non significative : $p=85\%$). Ce score est faible, indiquant qu'une très grande majorité des étudiants ne maîtrisent pas les concepts newtoniens. Après les 8 semaines d'enseignement, le score des étudiants ayant suivi l'enseignement traditionnel a progressé de 3,8 points, passant ainsi à un score moyen de 43,6%. En comparaison, les étudiants ayant suivi l'enseignement interactif ont vu leur score moyen augmenter de 11,4 points, passant à 50,8%. Cette différence est très significative ($p=0,14\%$). Le gain est 3 fois plus grand indiquant que les étudiants ont progressé environ 3 fois plus avec l'enseignement interactif qu'avec l'enseignement traditionnel. Le gain de Hake [4] a aussi été calculé afin de comparer nos résultats aux institutions américaines. Les universités américaines ayant un score initial similaire ont en moyenne un gain de 15% pour les enseignements traditionnels et 30% pour les enseignements interactifs. On observe que les scores sont nettement supérieurs à ceux obtenus dans notre université. Cela peut s'expliquer d'une part par le contexte universitaire très différent du notre, et d'autre part par le fait que c'est la première année que les enseignants expérimentaient la méthode et que seuls les cours en amphis ont été modifiés, les TD et TP étant restés identiques.

Méthode	Nb. réponses	Pre-test	Post-test	Gain brut	Hake gain
Traditionnelle	137	39,8	43,6	3,8	6%
Interactive	160	39,4	50,8	11,4	19%

Tableau 1: Comparaison des scores moyens (en %) au FCI en fonction de la méthode d'enseignement.

Les étudiants ont aussi passé 3 contrôles continus, dont 15% (3 points) portent sur des questions conceptuelles et le reste (17 points) sur la résolution de problèmes. La note moyenne des groupes traditionnels est de 6,5/20 et celle des groupes interactifs est de 7,6/20, supérieure de 1,1 point. Bien que faible, cette différence est statistiquement très significative ($p=0,02\%$). La moyenne globale des étudiants sur la partie conceptuelle est de 1,5 / 3. Au FCI, les étudiants ayant suivi l'enseignement interactif ont un score 20% supérieur aux étudiants ayant suivi l'enseignement traditionnel. On peut

donc estimer l'écart de moyenne sur la partie questions conceptuelles à $1,5 \times 20\% = 0,3$ point. Ainsi l'écart de moyenne sur la partie concernant la résolution de problème est environ $+0,8$ point pour le groupe ayant suivi les cours interactifs.

5 Conclusions

Nous avons montré à travers cette étude, qu'à temps et programme identique, mettre en place un enseignement interactif en 1^{ère} année de sciences à l'université augmentait d'une part la compréhension conceptuelle des étudiants, et d'autre part leur capacité à résoudre des problèmes. La méthode du peer-instruction, développée initialement dans un contexte d'université américaine très sélective (Harvard) s'applique aussi dans notre contexte français sur des étudiants non sélectionnés.

Remerciements :

Ce projet a été soutenu par l'Initiative d'excellence (IDEX) de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées. Les auteurs remercient tous les enseignants qui ont accepté de participer à l'expérience.

Références

- [1] P. C. Peters, Even honors students have conceptual difficulties with physics. *American Journal of Physics* 50 (1982) 501–508
- [2] Viennot, L. *Raisonnement en physique: La part du sens commun*, De Boeck Supérieur, 1996
- [3] J. F. Parmentier, B. Lamine, Que comprennent nos étudiants de la mécanique Newtonienne ?, Congrès Français de Mécanique, Lyon, 24 au 28 août 2015
- [4] R.R. Hake, Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics* 66 (1998) 64–74
- [5] N. Lasry, E. Mazur, J. Watkins, Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics* 76 (2008) 1066–1069
- [6] D. Hestenes, M. Wells, G. Swackhamer, Force concept inventory, *The Physics Teacher* 30 (1992) 141–158
- [7] A. Savinainen, P. Scott, The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning. *Phys. Educ.* 37 (2002) 45
- [8] M. K. Smith, W. B. Wood, W. K. Adams, C. Wieman, J. K. Knight, N. Guild, T.T Su, Why Peer Discussion Improves Student Performance on In-Class Concept Questions, *Science* (2009) 323, 122–124
- [9] M. K. Smith, W. B. Wood, K. Krauter, J. K. Knight, Combining Peer Discussion with Instructor Explanation Increases Student Learning from In-Class Concept Questions. *CBE-Life Sciences Education* (2011), 10(1), 55–63