
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de
La Recherche Scientifique

Ecole Normale Supérieure - Kouba - Alger

THESE

Présentée pour l'obtention du Diplôme de

MAGISTER

Spécialité : Didactique de la physique

Par

Said BOUMGHAR

**DES DIFFICULTES LIEES A LA SCHEMATISATION DANS
L'ENSEIGNEMENT - APPRENTISSAGE DU CONCEPT
« FORCE » : ANALYSE ET PROPOSITIONS DE REMEDIATION**

Soutenue le/11/12 / 2001

Jury

Président : M. Djamel-Eddine MEDJADI, Professeur, E. N. S - Kouba

Examineurs: M. Ferhat HIMRANE, Maître de conférences, E. N. S - Kouba
M. Abdelmadjid BENSEGHIR, Maître de conférences, Université-Sétif
M. Med-Tahar TALBI, Chargé de Cours, E. N. S - Kouba

Rapporteur : M. Ali LOUNIS, Maître de conférences, E. N. S - Kouba

SOMMAIRE

	Pages
I –INTRODUCTION	4
- Objet de la recherche et Problématique.....	4
- Rôle et importance des schémas en résolution de problèmes.....	4
- But et objectifs de la recherche	4
- Hypothèses de recherche.....	5
- Méthodologie.....	6
-Analyse des manuels.....	7
-Enquête et questionnaire.....	8
-Pré-test.....	10
-Présentation des questionnaire A,B,C,D.....	11
II- CADRE GENERAL	14
1-Contexte didactique, généralités	14
1-1-l'élève, son «déjà là » et l'apprentissage en mécanique élémentaire.....	14
1-2- Constat d'échec.....	15
1-3- l'éveil.....	16
1-4- Nouvelle stratégie d'apprentissage.....	17
1-4-1-Décalage entre l'élève et le savoir enseigné.....	17
1-4-2-Que faire ? Apprendre c'est quoi ?.....	17
1-4-3-La fonction didactique du problème.....	18
1-4-4- Qu'en est-il de la résolution des problèmes ?.....	19
1-4-5- Comportement d'un élève démotivé.....	20
1-5- le statut de l'erreur.....	20
1-5-1-Le statut traditionnel de l'erreur.....	20
1-5-2-Un nouveau statut pour l'erreur.....	21
2-Conceptions, représentations des élèves	23
2-1-Conceptions (définition...).....	23
2-2-Conception ou représentation ? (Choix de terminologie).....	24
2-3- Origine possible des conceptions.....	24
2-4- Caractéristiques des conceptions.....	25
3-Concept force, définitions	28
3-1-Rappel théorique.....	28
3-2- Définitions et point de vue épistémologique	29

4 -Origine historique du concept de force.....	33
4-1-Caractéristiques de la science d'Aristote.....	33
4-2-Le concept force en mécanique préclassique.....	35
4-3-Similitudes avec les conceptions des élèves.....	37
III-ETAT DE LA QUESTION.....	40
1-Travaux sur les conceptions des élèves.....	40
1-1-Conceptions des élèves sur la notion de force.....	40
1-2- Les conceptions et les lois de Newton.....	45
1-3-Ambiguïté du langage et apprentissage du concept force.....	47
2-Travaux sur les schématisations de la force.....	49
2-1-Travaux de MENIGAUX.....	49
2-2 -Comportement des élèves devant un problème.....	52
2-3 -Difficultés rencontrées par les élèves lors du choix du système d'étude... ..	52
2-4 - Schématisations proposées par des didacticiens et notations symboliques utilisées.....	55
3-Questions de recherche.....	58
3-1-Question centrale.....	58
3-2-Nécessité d'une schématisation adaptée.....	59
3-3-Nécessité d'une symbolisation efficiente.....	61
3-4-Quel choix recommander ?.....	61
IV- RESULTATS ET COMMENTAIRES.....	62
1-Résultats de l'analyse des manuels.....	62
1-1-Lacunes dans la présentation du principe des actions réciproques.....	62
1-2- Problème de transmission de forces par des corps (tige, fil...).....	63
1-3- Attribution de la force à l'objet.....	71
1-4-Confusion entre poids et masse.....	71
2-Résultats pré-test.....	73
2-1-Présentation des questionnaires du Pré-test.....	73
2-2-Résumé de la communication faite au 4ème Congrès National de la Physique et ses Applications(CNAP, Alger, Novembre 2000).....	75
3-Finalisation des questionnaires	77

4-Résultats de l'enquête et commentaires.....	78
4-1- Des résultats de l'étude faite par l'équipe de didactique des sciences physiques de l'E.N.S, Kouba (1991).....	78
4-2-Résultats globaux.....	79
4-3- Résultats détaillés et comparaison entre schématisation éclatée et pointillé (questionnaires A et B).....	81
4-3-1-Situation Farid-chariot.....	81
4-3-2- Situation Valise-voyageur.....	90
4-3-3- Situation Eléphant-arbre.....	95
4-3-3-a) Analyse des réponses sur la représentation des forces.....	95
4-3-3-b) Analyse des réponses sur l'égalité en grandeur de la paire (action –réaction).....	98
4-4-Résultats détaillés et comparaison des deux notions symboliques. (Questionnaires C et D).....	100
4-4-1- Schématisation des forces en notation symbolique classique et en notation symbolique «interactionnelle ».....	102
4-4-2- Dénomination des forces schématisées en notation symbolique «classique » et en notation symbolique «interactionnelle ».....	110
4-4-3- Explication de l'équilibre(ou du déséquilibre).....	115
5-Conclusion et propositions finales.....	117
5-1-Avantages et inconvénients de chaque schématisation.....	117
5-1-1-Avantages et inconvénients du schéma pointillé.....	117
5-1-2- Avantages et inconvénients du schéma éclaté.....	117
5-2- Limites du rôle du schéma en mécanique.....	118
5-3-Avantages et inconvénients de chaque symbolisation.....	122
5-3-1- Avantages et inconvénients de la notation symbolique classique.....	122
5-3-2- Avantages et inconvénients de la notation symbolique interactionnelle..	123
5-4-Propositions pédagogiques de remédiation.....	125
 -BIBLIOGRAPHIE.....	 131

-Annexes

- Questionnaires A,B,C,D.
- Liste des Manuels analysés
- Résumé (en Arabe)

RESUME

De recherches en didactique de la physique faites durant ces trois dernières décennies, il ressort que des conceptions des élèves et étudiants sur la notion de **force**, font obstacle à la compréhension de la mécanique élémentaire. A titre d'exemple, l'interaction est interprétée communément comme une sorte de «lutte», entre deux objets où l'action de l'un l'emporterait sur la réaction de l'autre, particulièrement dans le cas de mise en mouvement de l'un ou des deux objets. Action et réaction seraient inégales !

Cette conception, entre autres, donne naissance à la confusion entre l'analyse d'une interaction de deux objets et le bilan de forces fait sur un seul objet. Les erreurs accompagnant cette confusion sont exprimées dans le langage courant, mais aussi dans les représentations graphiques classiques tels que les schémas et la notation symbolique de la force, en mécanique. Mais ces erreurs restent **non décelables**.

Apprendre, c'est dénoncer ces conceptions (à travers les erreurs commises), les détruire, les évacuer, ou bien les rectifier, pour en construire d'autres plus correctes, et conformes au savoir de référence.

Dans ce cadre, le thème de recherche abordé concerne les difficultés et les conceptions des élèves en mécanique élémentaire, objet de nombreuses recherches didactiques publiées.

L'objet de cette recherche est restreint aux rôles des schématisations et notations symboliques du concept «force», lequel est enseigné à différents niveaux (au fondamental, au secondaire et à l'université), ainsi qu'à l'analyse et l'évaluation des difficultés correspondantes chez les lycéens algériens.

A cet effet, partant des difficultés liées à la schématisation dans l'enseignement-apprentissage du concept «force» et des acquis théoriques et pratiques de la recherche en didactique de la physique, nous avons testé et comparé deux schématisations nouvelles (schéma éclaté et schéma pointillé) pour distinguer la mieux adaptée. Ensuite nous avons testé et comparé deux notations symboliques de la force (la classique et l'interactionnelle) pour proposer la plus efficiente, qui accompagnerait le schéma élu.

L'enquête faite avec quatre questionnaires (papier-crayon), a permis d'interroger plus de 400 élèves dans plusieurs lycées, et a porté sur des situations simples d'interaction entre objets (interaction de contact et interaction à distance, cas statique et cas dynamique).

En conclusion, après avoir analysé et interprété les résultats obtenus des deux comparaisons, il ressort que le schéma éclaté et la notation symbolique «interactionnelle», avec quelques précautions nécessaires, se prêteraient mieux pour aider à mettre fin à certaines difficultés liées aux conceptions et schématisations, et pour améliorer les performances de l'élève en résolution de problèmes de mécanique élémentaire.

صعوبات مرتبطة بالتمثيل في تعليم و تعلم مفهوم " القوة " : تحليل واقتراح بدائل

ملخص

أظهرت أبحاث تعليمية الفيزياء التي أجريت خلال العقود الثلاثة الأخيرة أن المفاهيم الأولية (أفكار مسبقة) للقوة عند التلاميذ و الطلبة تشكل عائقا في فهم الميكانيكا الأساسية. ومن الأمثلة على ذلك أن التفاعل المتبادل يفسر عادة بأنه تصارع بين جسمين ، حيث: فعل أحدهما يغلب على رد فعل الثاني في حالة حركة أحدهما أو الإثنين معا. الفعل و رد الفعل يكونان غير متساويان!

هذا المفهوم الأولي يعتبر مثالا من بين الأمثلة الأخرى التي قد تولد خلطا بين تحليل التفاعل المتبادل لجسمين ومحصلة القوى المؤثرة على جسم واحد. الأخطاء المرافقة لهذا الخلط يعبر عنها لغويا، و كذلك في التمثيلات البيانية المعتادة كالأشكال و ترميز القوة لكنها بقيت غير ظاهرة.

التعلم يعني كشف هذه المفاهيم الأولية من خلال الأخطاء المرتكبة ، ثم إتلافها أو تعديلها لبناء مفاهيم أخرى أكثر صحة تابعة للمعرفة المرجعية.

في هذا الإطار، مجال البحث المتناول يخص بدراسة الصعوبات والمفاهيم الأولية لدى التلاميذ في الميكانيكا الأساسية، وهو مجال العديد من أبحاث التعليمية المنشورة.

موضوع هذا البحث ينحصر في أدوار التمثيلات البيانية و ترميزات القوة، التي تدرس في مختلف المستويات (من الأساسي إلى الثانوي وإلى الجامعي)، وكذلك تحليل و تقويم الصعوبات المتعلقة بما عند الثانويين الجزائريين.

لهذا الغرض إنطلاقا من الصعوبات المرتبطة بالتمثيلات في التعليم (تعلم مفهوم القوة) والمكاسب النظرية والعملية في أبحاث تعليمية الفيزياء اخترنا و قارنا من جهة تمثيلين جديدين (المنفك و النقطي) لاختيار الأفضل ملاءمة، ومن جهة أخرى اخترنا و قارنا ترميزين للقوة (المعتاد و التفاعلي) لاختيار الأكثر فعالية و الذي يرافق التمثيل المختار. يشمل البحث أربعة استبيانات أجريت على أكثر من 400 تلميذ في عدة ثانويات.

وفي الخلاصة بعد تحليل و تفسير النتائج المتحصل عليها من المقارنات السابقة يظهر أن التمثيل (المنفك) و الترميز التفاعلي للقوة يسمحان (مع قليل من الحذر) بوضع حد للصعوبات المتعلقة بالمفاهيم الأولية و التمثيلات البيانية و تمكين الطالب من تحسين قدراته في حل مسائل الميكانيكا الأساسية.