



جامعة يحيى فارس المدية
مخبر تعليمية اللغة والنصوص (م.ت.ل.ن.)

Université Yahia FARÈS Médéa
Laboratoire de Didactique de la Langue et des Textes
(L.D.L.T.)

L'enseignement et l'apprentissage de la mécanique, cas de la loi de troisième newton: quels types de difficultés rencontrent les élèves?

SERHANE Ahcene

ZEGHDAOUI Abdllhamid

DEBIACHEMehdi

N-body and structure of matter Lab

Ecole Normale Supérieure de Kouba-Alger

Revue Didactiques

ISSN 2253-0436

Dépôt Légal : 2460-2012

EISSN : 2600-7002

Volume (07) N° (02)- juin 2018 /pages 101-124

Référence :Serhane Ahcene, Zeghdaoui Abdllhamid, Mehdi Debiache, « L'enseignement et l'apprentissage de la mécanique, cas de la loi de troisième newton: quels types de difficultés rencontrent les élèves?», Didactiques Volume (07) N° (02)- juin 2018,pp.101-124

<https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/300>

L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DE LA MECANIQUE, CAS DE LA LOI DE TROISIEME NEWTON: QUELS TYPES DE DIFFICULTES RENCONTRENT LES ELEVES?

Ahcene SERHANE

Abdlhamid ZEGHDAOUI

Mehdi DEBIACHE

N-body and structure of matter Lab

Ecole Normale Supérieure de Kouba-Alger

Résumé

En utilisant la notation conventionnelle ou habituelle ($F_{A/B} = -F_{B/A}$) utilisée dans les manuels scolaires et suivie par les enseignants pour représenter les forces sur des diagrammes, nous avons élaboré une série de situations d'interaction entre deux objets, puis nous avons demandé aux étudiants de représenter en termes de la troisième loi de Newton les deux forces d'interaction entre les deux objets (points d'action, directions, lignes d'action et grandeurs, -avec une comparaison qualitative-de l'intensité des 2 forces) dans chaque situation. Les résultats montrent qu'il existe un large fossé de compréhension de la version Newtonienne de la mécanique, et que certains problèmes liés à l'incompréhension, quelle force agit sur quel corps. L'utilisation des termes « action » et « réaction » dans ce contexte spécifique par rapport à leur utilisation scientifique a également été trouvée pour être mal comprise.

Mots-clés: force, notation, conceptions, interactions, représentations.

خلاصة

باستخدام الترميز التقليدي أو المعتاد ($F_{A/B} = -F_{B/A}$) المستخدم في الكتب المدرسية والمتبع من طرف المعلمين لتمثيل القوات على الخرائط، وضعنا سلسلة من حالات التفاعل بين جسمين، ثم سألنا الطلاب لتمثيل من حيث قانون نيوتن الثالث التفاعل بين الجسمين (نقاط التأثير، الاتجاهات، خطوط التأثير والشدات، -مع- المقارنة النوعية بين شدة قوتين) في كل حالة. وتظهر النتائج أن هناك فجوة واسعة في فهم نسخة الميكانيكا النيوتونية، وبعض المشاكل المتعلقة بسوء الفهم، أية قوة

تؤثر على أي جسم. كما أن استخدام مصطلحي "الفعل" و "رد الفعل" في هذا السياق المحدد في ما يتعلق باستخدامهما العلمي يساء فهمهما.

الكلمات المفتاحية: القوة، الترميز، مفهوم، التمثيل

Abstract

Using conventional or usual ($F_A / B = - F_B / A$) notation used in textbooks and followed by teachers to represent forces on diagrams, we developed a series of interaction situations between two objects, we asked the students to represent in Newton's third law the two forces of interaction between the two objects (points of action, directions, lines of action and magnitudes, with a qualitative comparison of intensity of the two forces) in each situation. The results show that there is a wide gap in understanding the Newtonian version of mechanics, and that some problems related to misunderstanding, what force acts on which body. The use of the terms "action" and "reaction" in this specific context in relation to their scientific use has also been found to be misunderstood.

Keywords: strength, notation, designs, interactions, representations

INTRODUCTION

Les élèves commencent généralement dès leur jeune âge à apprendre dans leur cours de physique comment représenter des forces à l'aide de flèches, de lettres, de points et de lignes, etc. L'étude préliminaire discutée dans cet article tente d'introduire et d'évaluer cette méthode (Notation Conventionnelle de Force ou NCF), une technique rapide et efficace pour repérer et identifier les idées fausses des élèves, à savoir celles qui se manifestent par la notation de la force ou exprimées verbalement par les élèves eux-mêmes. Un échantillon de 102 élèves de leur dernière année d'enseignement secondaire (17-18 ans), se préparer pour les épreuves du bac dans différents lycées de différentes régions d'Algérie a reçu un questionnaire papier-crayon comprenant une variété de situations physiques dans lesquelles deux objets interagissent l'un avec l'autre. Nous avons ensuite demandé aux élèves de représenter les deux forces en interaction en utilisant la notation habituelle ($F_A / B = - F_B / A$) utilisée dans les manuels scolaires et suivie par les enseignants (points d'actions, lignes

d'action, sens et grandeurs qualitativement comparées). À la fin de chaque situation, un espace était prévu pour permettre aux élèves d'inclure un argument ou une raison justifiant leurs réponses. L'analyse subséquente des réponses des participants a révélé les conceptions alternatives suivantes:

- ❖ L'interaction mutuelle est comprise comme une séquence entre deux forces.
- ❖ Une tendance à utiliser mal les lettres indiquant des objets.
- ❖ L'action et la réaction ne sont pas toujours égales en importance.
- ❖ Une tendance à restreindre les interactions mutuelles à des objets de repos seulement.
- ❖ Difficulté à localiser les points d'application des forces, en particulier dans les situations de contact.
- ❖ Le mot « réaction » utilisé dans sa forme familière, plutôt que dans l'usage scientifique de la réaction comme une force simultanée, exercée, égale et opposée.
- ❖ Explication informelle dans laquelle le mot « force » n'apparaît pas du tout.

Pozzer et Roth (2003: 1092) soutiennent que « les images semblent être une extension de la nature dans les pages du livre ». On peut suivre ce point de vue et dire que représenter les forces d'interaction mutuelle sur ces images peut être une extension du monde interne des étudiants (leur connaissance et compréhension de la physique) au monde extérieur. L'idée que les méthodes pourraient être utilisées pour susciter la compréhension des élèves a été inspirée par la théorie du double code de Paivio (1986). Selon cette théorie, la cognition humaine emploie deux canaux différents pour traiter et stocker l'information: non verbale (principalement la modalité visuelle) et verbale. Par conséquent, l'apprenant construit le sens du concept, sa représentation mentale, en utilisant les deux canaux. De ce fait, afin d'obtenir ce que les étudiants cachent dans leurs esprits au sujet de certains concepts, il faut les exhorter à montrer ce qui est stocké dans les deux canaux perceptuels. La méthode « NCF » exige que les élèves montrent leurs

conceptions alternatives en représentant les forces (par des symboles) et / ou verbalement (dans l'espace laissé après chaque situation). Et puisque la méthode exige que les participants représentent les deux forces interagissant dans chaque situation, cela peut les forcer à montrer eux-mêmes leurs idées fausses. En fait, une source d'idées fausses des étudiants sont les concepts erronés propagés par les enseignants eux-mêmes (Yip, 1998). En effet, de nombreuses études ont conclu que les enseignants ont aussi bien des idées fausses (par exemple, en physique: Galili et Hazan, 2000), en physique chimique: Gopal et al., 2004, en biologie: Yip, 1998).

Idées fausses liées à la troisième loi de Newton

Les idées fausses liées à la troisième loi de Newton ont été la cible de nombreuses études; elles sont connues et bien documentées. Il convient toutefois de noter que la présente étude vise à introduire et à tester la méthode « NCF » d'une part et à explorer les conceptions des élèves d'autre part. Mettre l'accent sur la troisième loi de Newton sert à cette fin car c'est un sujet bien documenté et, par conséquent, un bon point de référence. De plus, la troisième loi est adaptée aux fins de cette recherche, car, d'une part, elle peut être facilement représentée visuellement à l'aide de photos de situations quotidiennes et, d'autre part, ce n'est pas une loi banale, comme pensent tant d'apprenants. En fait, il ne fait aucun doute que la troisième loi de Newton est difficile à comprendre et est même connue pour cacher quelques-unes des dernières idées fausses à surmonter dans la transition vers un point de vue newtonien (Hestenes, Wells et Swachamer, 1992). Les personnes admettent souvent des doutes quant à la validité de la troisième loi de Newton en toutes circonstances (Gauld, 1998). La troisième loi est fondamentale et définit essentiellement ce qui compte comme force: une force est toujours impliquée dans l'interaction entre deux objets. Brown (1989) explique que la compréhension de la troisième loi de Newton oblige à comprendre que les forces découlent de l'interaction. Il existe au moins cinq idées qui devraient être prises en considération lorsqu'on aborde des problèmes liés à la troisième loi de Newton :

- ✓ Un corps ne peut pas subir une force dans l'isolement.
- ✓ En étroite relation avec le point ci-dessus est le fait qu'un corps ne peut pas exercer une force dans l'isolement. Le corps A ne peut exercer une force que s'il existe un autre corps B pour exercer une force sur A. On dit alors qu'A et B sont mutuellement en interaction.
- ✓ A tout moment, la force exercée par A sur B est de la même grandeur que la force que B exerce sur A.
- ✓ Une conséquence importante du point ci-dessus est qu'aucune des deux forces ne précède l'autre.
- ✓ Dans l'interaction d'A et B, la force exercée par A sur B a un sens exactement opposée au sens de la force que B exerce sur A. Les points ci-dessus peuvent être résumés comme suit: Si le corps A exerce une force sur corps B, le corps B exerce simultanément sur le corps A une force égale en grandeur et opposée dans le sens.

Dans notre vie quotidienne, nous observons fréquemment des situations non symétriques; par exemple, une collision entre une petite voiture et un camion, ou une grosse balle frappant une petite, etc. Nous avons tendance à penser que le plus grand, le plus rapide ou le plus fort exerce une plus grande force que le plus petit, le plus lent ou le plus faible. Nous pouvons interpréter le terme « interaction » avec une « métaphore du conflit » (Hestenes et al. 1992). Les expériences quotidiennes font qu'il semble contre-intuitif qu'un corps massif, en mouvement rapide, et un petit corps en mouvement lent devraient exercer des forces de même magnitude les uns sur les autres quand ils interagissent. En effet, il est plus logique (mais erroné) d'attribuer les forces lors de l'interaction aux corps actifs et de croire que les corps massifs, en mouvement rapide, ont de grandes forces internes et exercent par conséquent des forces plus importantes sur d'autres corps tandis que de petits corps en mouvement lent exercent de petites forces. La troisième loi de Newton, telle qu'elle est présentée dans des situations statiques, est difficile à comprendre. Selon Brown (1989), la conception de la force, en tant que propriété d'un objet unique plutôt que

comme provenant d'une interaction, peut être observée dans des problèmes impliquant des situations statiques.

Objectif

Le but essentiel de cette étude était de montrer l'efficacité et la rapidité de la méthode « NCF » pour repérer et identifier les conceptions alternatives des élèves, en exploitant le principe des interactions réciproques, ou traditionnellement parlant, la troisième loi de Newton comme cas de recherche. Une série d'images diverses, chacune illustrant deux objets en interaction a été administrée aux élèves, puis nous avons demandé aux participants de représenter sur chaque illustration les deux forces impliquées entre les corps interagissant, en utilisant la notation habituelle des forces telle qu'elle était utilisée dans manuels scolaires, et suivie par les enseignants ($F_{A/B} = -F_{B/A}$) -selon la troisième loi de Newton. Un espace a été prévu après chaque situation pour l'étudiant, afin d'ajouter un argument ou une raison justifiant sa réponse. Il convient peut-être de noter que l'appropriation des concepts scientifiques par les élèves présente un défi majeur pour l'enseignement des sciences dans plusieurs systèmes éducatifs dans le monde. Bachelard (1938) déjà l'illustre bien, par le concept d'obstacle épistémologique qui met en relief la rupture à opérer pour comprendre les concepts scientifiques. Selon Mc Dermott (1833), la résultante de la recherche sur la compréhension de la physique par les élèves indique que certaines idées erronées sur le monde physique sont communes aux élèves de différentes nationalités, issus de milieux socioculturels différents, et d'enseignements et d'âges variés. Peut-être, il est important de noter aussi que les programmes d'éducation des enseignants répondent rarement à la nécessité de promouvoir une compréhension plus approfondie du sujet, mais plutôt des axes éducatifs, de la méthodologie pédagogique et de la pratique de la mise en forme (Yip, 1998).

Analyse de la production des étudiants:

Pour que nos résultats soient plus expressifs et plus crédibles, nous avons opté pour deux options d'analyse, l'une est qualitative, qui dépend essentiellement des extraits des

expressions verbales et des termes utilisés par les sujets dans leurs réponses accompagnées par arguments et justifications, l'autre est quantitative, qui (consiste à regarder) les représentations correctes et fausses sur les diagrammes dans chaque situation.

L'analyse qualitative

La première étape pour identifier les catégories d'expositions - expressions, termes et mots utilisés par les élèves - une analyse inductive a été effectuée (Patton, 1990), dans laquelle les schémas, les thèmes et les catégories d'analyse ont été extraits des données. Afin de formuler une compréhension provisoire (Roth, 1995), l'auteur, un professeur de physique d'une longue expérience et deux professeurs de psychologie cognitive ayant une formation en physique ont étudié séparément les expositions, puis lu et relu les arguments et les justifications des participants relatifs aux représentations des forces sur des diagrammes, de lire et de relire le travail des participants (trois fois au total, parfois même plus). Dans les lectures suivantes, on a tenté de confirmer la compréhension provisoire. Dans le cadre de la méthode de vérification (Strauss 1987), les trois ont relu à plusieurs reprises les données; Les catégories initiales ont été révisées à la suite de plusieurs séries de discussions. Les catégories suivantes ont été identifiées.

- 1- Il y a confusion constante entre une situation de contact et une situation à distance; ce qui conduit à la confusion non seulement au sujet des forces à distance et des situations de contact, mais aussi des difficultés à déterminer les points d'actions des forces et par conséquent confusion entre la 2^{ème} et la 3^{ème} loi de Newton.
- 2- Dans les explications des élèves, le mot « réaction » est utilisé de façon familière, c'est-à-dire comme une réponse à un événement, plutôt que dans l'usage scientifique comme une force simultanément exercée, égale, et opposée.

- 3- Il y a des difficultés à identifier précisément les points d'actions des forces - les étudiants ne prêtent pas beaucoup d'attention à cette question ou ils ne peuvent tout simplement pas le faire correctement.
- 4- La majorité des étudiants utilisent à maintes reprises l'expression «la force de ... » dans leurs explications, ce qui étaye la persistance de la conception de la « force comme propriété des objets ».
- 5- L'action et la réaction sont considérées comme un processus temporel, se produisant à travers le temps - l'action vient d'abord et ensuite la réaction après, ce qui est, bien sûr, fausse. C'est peut-être en partie parce que certains manuels continuent d'utiliser les mots traditionnels ou 'obsolète' « action » et « réaction » pour présenter la Troisième Loi, au lieu d'une « interaction mutuelle ». Warren (1979) suggère que les termes « action » et « réaction » impliquent une conséquence temporelle.
- 6- Les étudiants ont tendance à introduire des entités non pertinentes dans leurs explications, en présentant des entités non exerçant une force non pertinente à côté de celles qui sont impliquées dans l'interaction.
- 7- Il y a une tendance à restreindre les applications de la troisième loi à des situations statiques seulement.
- 8- Il y a une tendance à confondre la Troisième Loi avec la Deuxième Loi.
- 9- Les élèves utilisent des explications informelles dans lesquelles le mot « force » est totalement absent, les mots « pousser » et « tirer » étant utilisés à la place.
- 10- Le contexte des situations influence largement la pensée des élèves. Ils peuvent donner des réponses qui sont compatibles avec la vision scientifique dans un contexte alors que, dans un autre contexte, leurs réponses peuvent être opposées ou différentes de celles scientifiquement acceptées. (Montanero, Suero, Perez et Pardo, 2002, Tao et Gunstone, 1999). Les difficultés exposées ci-dessus ne s'excluent pas mutuellement: plus d'une d'entre elles peut

s'appliquer à une réponse particulière. Du point de vue méthodologique, il est très important de noter que les difficultés « 7 » (tendance à restreindre l'application de la troisième loi de Newton aux situations statiques) et « 9 » (explication informelle dans laquelle le mot « force » est totalement absent) reflètent clairement des difficultés conceptuelles qui ne peuvent être déduite directement lors de l'examen d'un seul diagramme, mais devient évidente lorsque l'on considère la totalité de l'échantillon. Les difficultés sont clarifiées plus loin et des exemples explicatifs sont fournis dans la section des résultats ci-dessous.

Analyse quantitative

En ce qui concerne la partie quantitative de l'analyse, nous avons examiné en détail les représentations des forces d'interaction fournies par les sujets dans chaque situation et décider si elles sont correctes ou non c'est-à-dire « d'accord ou non avec le point de vue newtonien. Finalement, il a été conclu qu'il existait trois catégories de réponses:

A-Des représentations correctes (en accord total avec le point de vue newtonien, c'est-à-dire les 2 forces sont égales, de sens opposé, ont la même direction, agissant sur 2 objets différents et les indices indiquant les objets en interaction sont claires);

B- Les représentations incomplètes et / ou imprécises (par exemple, les notations ne sont pas assez claires, l'une des deux forces est absente, certains éléments sont manquants - oubliés ou accordés moins d'attention, abus des indices indiquant les objets interagissant, forces de nature différente etc. Strictement parlant nous le considérons comme réponse incorrecte);

C- Aucune représentation n'est présentée, elle concerne ceux qui s'abstiennent de répondre aux questions.

Présentation du questionnaire

Comme nous l'avons mentionné plus haut, cette étude visait en premier lieu à tester et évaluer la méthode NCF d'une part et examiner les difficultés conceptuelles rencontrées par les élèves algériens (préparation les épreuves du bac) d'autre part. Les étudiants ont été invités à représenter, en termes de la troisième loi de Newton, les forces d'interaction sur chaque image, une variété de situations dans lesquelles deux objets interagissent les uns avec les autres, a été fournie pour cette tâche. La plupart des situations sont familières aux étudiants. Certaines ont même été inspirées des manuels scolaires. Les trois premières situations ont été conçues pour obtenir une vue d'ensemble de la compréhension de la troisième loi. La première situation concernait la situation statique (Fig.1). Le schéma montre une table reposant sur le sol, et les sujets sont invités à représenter précisément les deux forces impliquées en interaction – pied de la table/sol (Figure 1). Seuls 8 élèves de l'échantillon de 102 ont pu représenter correctement ces forces en utilisant la notation ($\mathbf{F}_{p/s} = - \mathbf{F}_{s/p}$) utilisée dans les manuels et suivie par les enseignants, alors que la moitié de la population étudiée (50 %) ont fourni des réponses imprécises et / ou incomplètes (cette catégorie de réponses a été expliquée au point B ci-dessus) et plus de (40%) s'abstiennent de toute réponse. Dans la deuxième situation, l'image montre une balle suspendue par un fil (Fig.2). Une fois encore, on leur demande de représenter les forces d'interaction entre (balle/fil). Seuls (7%) d'élèves ont répondu correctement à cette question. Plus de la moitié de l'échantillon (58%) ont produit des représentations imprécises et / ou incomplètes, plus du tiers des élèves (37%) n'ont pas pris la peine de répondre à la question. Peut-être est-il utile de noter que, bien que la question ait été suffisamment claire, la majorité écrasante de ceux qui ont répondu incorrectement représentaient l'interaction (balle / Terre) à la place. Nous suggérons qu'il semble y avoir une confusion claire chez les étudiants entre situation de contact et celle à distance. Dans

la troisième question il est demandé aux élèves de dessiner sur l'esquisse dans (Fig.3) les vecteurs de force qui représentent l'interaction (aimant / boussole). À peu près (10%) qui ont réussi à représentation correctement cette interaction, en utilisant la notation habituelle ($\mathbf{F}_{A/B} = -\mathbf{F}_{B/A}$) utilisée dans les manuels scolaires, près de (40%) ont produit des réponses incomplètes, la catégorie de ceux qui se contentent de s'abstenir de répondre à la question dépasse légèrement les (50%). Notons, pour le pourcentage relativement élevé de non-réponse, dépassant les (55%) pour certaines questions. Cela suggère que soit cette catégorie d'étudiants est indécis et n'a pas été en mesure de décider ou que la formulation de la question n'est pas assez clair (peu clair). Par conséquent, ce point mérite d'être approfondi. Les deux situations suivantes (S4 et S5) étaient élaborées à relever le rôle important joué par les forces appariées de la troisième loi de Newton comme les forces de frottement qui rendent la marche et le mouvement possibles. En effet, les effets des forces de frottement se manifestent fréquemment à chaque instant de notre vie quotidienne: c'est grâce aux forces de frottement qu'on peut marcher, rouler en moto, en voiture, skier ou travailler au bureau sans glisser exactement comme les stylos et les papiers qui sont stables sur le bureau. Malheureusement, l'idée dominante parmi les étudiants est que la troisième loi est moins importante que les autres lois. (David E Brown, 1989) a remarqué que «de nombreux manuels traitent la troisième loi en passant, soit brièvement citée comme un énoncé de fait non étayé, soit comme une addition à la section couvrant la conservation de la quantité de mouvement », puis conclut que «le résultat de ce type de traitement est insuffisant pour contrer les conceptions erronées des élèves liées à la troisième loi ». Dans le reste des problèmes (S6 et S7), les élèves sont sollicités de prédire l'issue des situations où deux objets interagissent avec d'autres. Dans le premier problème, le diagramme montre un moteur fixe utilisé pour tirer un chariot, par une corde (Fig 6). La question (S7) était en quelque sorte

semblable à la question S6. Elle montre deux objets (un camion et une petite voiture) sur le point de se heurter, et les élèves ont été invités à représenter (qualitativement) les deux forces d'interaction exercée sur chaque objet à l'instant de collision, cette situation a été conçue pour examiner la compréhension des élèves sur les forces d'interaction entre deux objets de masse différentes. Les (S6 et S7) ont été élaborés pour examiner l'une des idées fausses les plus tenaces de la force, tenues par les élèves, qui convergent sur une vision naïve générale de la force comme propriété des objets (les objets ayant plus ou moins de force et donc plus ou moins une telle conception de la force, en tant que propriété des objets plutôt que comme provenant d'une interaction entre objets, peut être observée dans divers problèmes asymétriques. À titre d'exemple, en (S7), la plupart de ceux qui ont produit une réponse imprécise et / ou incomplète (strictement parlant considérée comme une réponse incorrecte) (voir tableau1 ci-dessous) confirment dans leurs justifications avec une grande confiance que le camion exerce plus de force que la petite voiture quand ils entrent en collision, la justification donnée à cette réponse était que le camion avait plus de force.

Exerçait alors une plus grande force que la petite voiture, faisant allusion à la grande taille de sa masse. La situation S5 a également montré des résultats écrasants pour un cadre prévisible. Si l'un des objets en interaction se déplace et que l'autre est fixe, il est très difficile pour les apprenants d'accepter que les forces sur la corde reliant le moteur et le chariot soient égales.

Résultats et discussion

L'analyse a donné lieu à un nombre considérable de difficultés et de catégories de réponses. Les résultats obtenus dans cette recherche sont résumés dans le tableau1 ci-dessous, dans lequel toutes les informations et les pourcentages relatifs sont inclus. Une première lecture de ce tableau montre un très faible taux de réponses correctes qui n'atteint pas (10%), contrairement à ce

score, le taux de réponses imprécises et / ou incomplètes (strictement parlant, elles sont incorrectes) est légèrement inférieur (50%). Si nous combinons les deux réponses (imprécises / incomplète + pas de réponses) alors le taux dépasse (90%). Cela montre simplement à quel point le fossé de compréhension de la troisième loi de Newton et le concept de force sont vastes!

Le tableau1 présente les résultats des différentes catégories de réponses: Correct, imprécises / incomplètes et les non-réponses correspondant à chaque situation

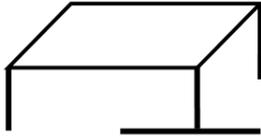
N° de Situation	Réponses correctes	Réponses imprécise/incomplètes	Pas de réponses	Identification des interactions
S1	08	51	43	pied de table/sol
S2	07	58	37	balle suspendue /fil
S3	11	39	52	aimant/bousole
S4	07	54	41	pied de marcheur/sol
S5	10	43	49	roue motrice arrière et avant /sol
S6	09	53	40	motor fixe /chariot
S7	06	41	55	camion/voiture
	8%	48%	45%	Total 7

Moyenne de %				Situations
--------------	--	--	--	------------

Les pourcentages de réponses relatives à chaque situation sont indiqués dans le tableau ci-dessus. Toutefois, il convient de noter que, avec un échantillon de 102 élèves, le nombre de réponses (également donner des pourcentages approximatifs pour chaque catégorie). Avant de détailler les tendances et les difficultés d'interprétation, il est important de préciser que les pourcentages présentés pour chaque situation reflètent les données recueillies à partir des réponses des élèves et ne sont pas représentatifs du degré réel de connaissance des participants. Il est fort probable que plus de participants prennent l'une ou l'autre des idées fausses, mais ils ne se manifestent pas dans les situations proposées. En fait, la plupart des situations sont simples et familières aux étudiants. Dans les situations illustrées dans cette recherche, il y a un objet qui est plus ou moins sans ambiguïté plus petit, plus massif (S7) ou plus fort, et généralement plus évidemment agissant comme agent de causalité (S6) que l'autre objet. Les étudiants habitués au concept de force comme propriété acquise d'un objet devraient répondre que l'objet le plus massif, le plus lourd et le plus fort exercerait une plus grande force que le moins massif, le plus léger, le plus faible ou le plus lent n'aurait pas une force (Maloney, 1984). Dans l'ensemble, près de (50%) des élèves ont trouvé que l'ensemble des situations proposées dans le questionnaire constituait de véritables obstacles et difficultés dans la compréhension des interactions réciproques (3e loi) et leurs représentations en utilisant la notation conventionnelle ($F_{A/B} = - F_{B/A}$) sur les diagrammes, malheureusement les pourcentages de réponses correctes ne dépassent pas (10%),

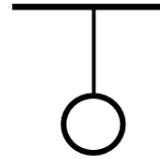
Notez le pourcentage relativement élevé de non-réponse, soit plus de 45% (moyenne des pourcentages), cela suggère que soit cette catégorie d'étudiants est indécis et n'a pas été en mesure de décider ou que les formulations des questions ne sont pas assez claires. Par conséquent, ce point mérite d'être approfondi.

Situation:1



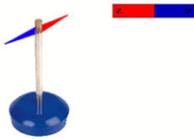
Interaction table's leg/floor
Fig.1

Situation: 2



Interaction balle/fil.
Fig. 2

Situation:3



Interaction: aimant/ boussole
Fig3

Situation: 4



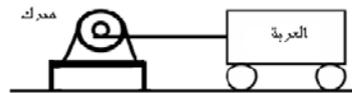
Interaction: pied gauche/sol.
Fig4

Situation:5



Interaction: roue motrice arrière et avant/sol
Fig. 5

Situation: 6



moteur/chariot Ground front wheel
Fig.6

Situation: 7



Interaction: camion/voiture "collision"
Fig.7

Dans les situations S1, S2 et S3, les élèves ont reçu des instructions pour représenter - selon la troisième loi de Newton - les forces d'interaction entre objets en utilisant la notation conventionnelle ($\mathbf{F}_{A/B} = - \mathbf{F}_{B/A}$) utilisée dans les manuels et suivie par les enseignants. Par conséquent, ces trois situations

requièrent que les élèves représentent correctement les forces appariées dans chaque situation. Les résultats présentés dans le tableau 1 montrent que les élèves semblent peu clairs des forces impliquées dans des situations simples d'équilibre statique. Il semble y avoir une conception très commune que les deux forces de la paire de troisième loi agissent sur le même objet pour le maintenir en repos. Ce résultat est assez semblable à une étude antérieure sur l'équilibre statique (Terry et al. 1985), dans laquelle les jeunes enfants pensaient que la seule force agissait sur une boîte au repos sur la table, c'est-à-dire la force de gravité. Mais les élèves plus âgés qui avaient appris la troisième loi de Newton l'ont citée comme la raison de l'équilibre des objets. Ce type d'erreur est confirmé par le deuxième problème qui a montré une balle suspendue par un fil. Sur les 102 élèves de l'échantillon, (58%) ont été incapables de suggérer une représentation correcte et précise. En outre, (37%) des élèves s'abstiennent de répondre à la question. La situation S3 sollicite les élèves à représenter les deux forces appariées que la barre magnétique et l'aiguille de la boussole exercent l'une sur l'autre. Dans leur cours de physique, les élèves ont l'expérience de forces magnétiques qui résultent de pousser et / ou tire. Donc, dans cette situation, l'identification et la représentation des forces impliquées n'auraient pas dû poser de problème. Malheureusement, dans cette situation, la plupart des élèves représentaient une seule force exercée par la barre magnétique sur l'aiguille de la boussole dans le sens de sa rotation (ils le justifient par son mouvement). Ceci suggère qu'après avoir représenté la force exercée par l'aimant sur l'aiguille de la boussole, ils ne voient pas la nécessité d'analyser la situation plus loin - peut-être parce que l'aimant n'a pas bougé. Une fois de plus, dans le problème S3, il n'y avait aucune preuve tangible indiquant que les élèves représentaient l'interaction en termes d'une paire de forces de la 3ème loi. Prenant S1 et S2 ensemble, ces deux problèmes démontrent que les élèves ont mal interprété la troisième loi de Newton. Lorsque les élèves tentent d'identifier un pair de force de la troisième loi, ils ne voient pas la nécessité pour les forces d'agir sur des objets différents. Cela

suggère qu'ils n'ont pas une compréhension de la notion de force et d'interaction. Ils ne comprennent pas que les forces proviennent d'une interaction entre deux objets ou que les forces impliquées dans une interaction peuvent être décrites par la troisième loi. Situations S4 et S5 En fait, les forces de frottement sont omniprésentes dans notre vie quotidienne. Cependant, il serait bon de savoir comment représenter et interpréter l'implication de ces forces dans le mécanisme de la marche ou du mouvement. C'est la raison pour laquelle ces deux situations ont été proposées. À travers les (S4 et S5), ont été élaboré dans le but de savoir si les élèves savent comment construire et argumenter, les schémas de modélisation des interactions entre un marcheur (en général un mobile, marcheur, voiture, moto, bicyclette etc.) et le sol. Dans un cas simplifié, le marcheur utilise l'action du sol sur son pied pour accélérer ou freiner, l'autre pied est dans l'air (cependant, l'effet de l'action du pied sur le sol n'est pas suffisant pour l'accélérer). Tous les élèves avaient auparavant rencontré des situations impliquant des forces de frottement. Malheureusement les réponses aux situations S4 et S5 présentées dans le tableau indiquent la difficulté sérieuse que rencontrent de nombreux élèves lorsqu'ils sont sollicités d'analyser des situations tout simplement légèrement différentes de celles avec lesquelles ils sont familiers. Le fait que (10%) de l'échantillon ont répondu correctement à la S5 peut probablement être attribué à l'utilisation de cette situation comme un exemple, dans le manuel pour introduire les interactions réciproques, seulement (7%) ont interprété correctement le mécanisme de la marche en termes de Troisième loi de Newton. Selon les études de Caldas et Saltiel (1995), les élèves confondent souvent l'application des forces de frottement, la majorité d'entre eux croient que les forces de frottement sont toujours dans le sens opposé au mouvement de l'objet en question et donc très peu acceptent l'idée qu'une force de frottement peut être aussi une force motrice ou de propulsion, plutôt qu'une force dissipative ou résistante s'opposant au mouvement. Par exemple, le marcheur exerce une force sur le sol dans un sens (vers l'arrière) opposé à

celui de la force exercée par le sol (vers l'avant) pour lui permettre de se déplacer. Comprendre le mécanisme de la marche permet aux élèves de faire face à d'autres situations beaucoup plus complexes, comme les interactions entre le sol et la roue motrice d'une moto ou d'une voiture dans une situation d'accélération ou de freinage. Les questions S6 et S7 ont montré que la plupart des élèves utilisaient une approche intuitive et naïve des problèmes, plutôt que d'interpréter les situations en termes d'interactions qui pourraient être décrites par la troisième loi. La situation S6 a montré des résultats accablants pour une idée fautive prévisible. Si un objet avance (le chariot) et l'autre est au repos, il semble clairement très difficile pour la majorité des élèves d'imaginer que les forces sur la corde rejoignant les deux objets sont égales! La preuve, est que (53%) représentaient les deux forces avec leurs grandeurs largement différentes. Citant dans leurs explications que le moteur exerce une force supérieure à celle du chariot. Les raisons typiques étaient: « le moteur donne plus de force », « le moteur doit mettre une plus grande force, car il tire le chariot vers l'avant ». Aucun d'entre eux n'a mentionné les forces d'interaction entre le sol et les deux objets. Le cadre inattendu dans la question a été tiré sur les flèches représentant les forces. Une flèche pointant loin de l'objet (moteur) le long de la corde est classiquement destinée à représenter la force exercée sur le moteur par la corde. Un nombre considérable d'étudiants l'a vu comme étant la force exercée par l'objet (moteur) sur la corde. En fait, 4 fois plus d'élèves ont interprété les forces dans les diagrammes de manière opposée à la convention suivie par les enseignants et les manuels scolaires.

Situation 7: la troisième loi de Newton présente certainement peu de difficultés dans des situations symétriques (les corps d'interaction sont de même masse), mais dans des situations très asymétriques, les étudiants prétendent généralement que les forces d'interaction ne sont pas égales (l'objet plus massif exerce une force plus forte). Ce n'est pas que les étudiants ne connaissent pas ou ne comprennent pas la troisième loi de Newton, ils ne font tout simplement pas confiance. Un élève a

écrit: Je sais que les forces devraient être égales, mais cela n'a aucun sens! Les discussions avec certains élèves qui ont répondu de manière incorrecte (41%) ont montré qu'ils étaient réticents à compromettre leur analyse de la situation de masse inégale. Les réponses à la situation S7 montrent clairement que la plupart des élèves ont une approche intuitive et naïve du problème. Bien que la recherche se concentre principalement sur les situations de contact, comme un livre sur une table (Terry, Jones et Hurford, 1985; Hestenes et al., 1992; Trumper et Gorsky, 1996; Palmer, 2001) et des situations avec des objets à distance. Sont comparativement rares, telles que l'interaction entre la Terre et une balle de golf qui traverse l'air (Kruger, Summers et Palacio, 1990; Hestenes et al., 1992) ou entre la Terre et une balle tombée d'une hauteur (Suzuki, 2005). Les étudiants, cependant, semblent avoir de sérieux problèmes et des confusions dans la localisation des points d'action des forces, en particulier lorsqu'il s'agit de situations de contact. Afin de surmonter ce problème (Viennot, L 1996), a proposé d'utiliser les diagrammes éclatés, à savoir les différents éléments d'une interaction sont délibérément déconnectés même s'ils sont en contact (en situation réelle). Chaque interaction doit nécessairement correspondre à des forces de la même longueur, direction opposée et fonctionnant sur deux corps différents.

Conclusion

Comme il a été mentionné ci-dessus, l'objectif principal de cette étude était d'introduire et d'évaluer l'efficacité de la méthode NCF pour sondage des idées fausses des élèves dans la physique des forces. La méthode repose sur la terminologie de base et les notations conventionnelles utilisées à l'école pour représenter les forces. Dans cette recherche, la méthode NCF a été prise dans le contexte d'un sujet de physique spécial, pour dire des actions réciproques, traditionnellement connue sous la nomination « Troisième loi de Newton ». Notre point de vue est que comprendre les lois physiques comprend la connaissance de la façon de les appliquer à des situations réelles. Cette méthode a démontré la capacité de déterminer si oui ou non les étudiants

sont en mesure d'appliquer des lois physiques abstraites à des phénomènes réels. En fait, toutes les situations proposées étaient pertinentes pour la troisième loi. Cependant, seuls quelques élèves ont réussi à représenter correctement les forces qui interagissent dans chaque situation. Cela peut être dû à la difficulté de combler le monde du physique enseigné en classe et le monde en dehors de la salle de classe. Dans ce contexte, Cajas (1999) soutient que le fait de relier la science de l'école à la vie quotidienne des étudiants - et cela inclut les capacités des élèves à utiliser les connaissances scientifiques dans les situations réelles de la vie quotidienne plutôt que de résoudre simplement les problèmes de texte artificiel - est une tâche complexe. Le travail systématique de Mayoh et Knutton (1997) sur la science scolaire et l'expérience extrascolaire des élèves ont utilisé des photographies pour interroger les élèves et les enseignants sur les situations statiques et dynamiques qu'ils pouvaient observer. Cependant, bien que les images de situations soient au centre de la méthode NCF, le fait que les élèves regardent la situation affichée. En utilisant la notation de la force pour détecter les idées fausses des élèves: les interactions mutuelles mettent l'image à travers la « vision de la science » et la représentent selon la notation conventionnelle (en utilisant des vecteurs) ou verbalement (en utilisant des expressions) les oblige à révéler leur point de vue de la façon dont le réel et l'abstrait viennent ensemble. L'importance de cette méthode est qu'elle a révélé des idées fausses et des tendances non documentées: l'idée fausse selon laquelle la troisième loi décrit une séquence d'événements; L la tendance à introduire des entités non pertinentes dans les représentations; L l'utilisation du mot « réaction » dans son sens colloque. Il a également réaffirmé certaines idées fausses connues, telles que celles liées à la tendance à restreindre l'application de la troisième loi à des situations statiques. Le fait que de nouvelles idées fausses aient été révélées grâce à l'utilisation de la méthode CNF pourrait suggérer qu'il possède un potentiel unique par rapport à d'autres méthodes d'étiquetage fausses. Il convient de noter que la méthode CNF n'a pas suscité toutes les idées fausses documentées dans la littérature. Peut-être

devrions-nous avoir proposé plus de situations pour révéler d'autres idées fausses. Nous pouvons donc conclure que la méthode CNF présente des avantages uniques: 1 c'est très simple et pratique; 2 peut être facilement utilisée par les enseignants comme une partie intégrante de leur instruction; 3, elle peut fournir aux étudiants un moyen intéressant et authentique de relier leurs expériences quotidiennes hors classe avec leur apprentissage physique. Comme on l'a déjà mentionné, le but de cette étude était de tester l'efficacité de la méthode NCF. Les résultats ont montré que la méthode NCF a la capacité de mettre en évidence le manque de compréhension solide de la troisième loi de Newton. Selon Hellingman (1992: 112), « non seulement les étudiants, mais aussi les physiciens professionnels, ne comprennent pas dans une large mesure la notion de force ». En outre, la méthode NCF a également révélé deux autres catégories d'étudiants en ce qui concerne la langue utilisée dans leurs réponses: la première catégorie se caractérisait par un manque presque complet d'utilisation du terme « force » de la physique abstraite et, en revanche, le langage courant comme « pousser » 'Et' tirer 'ont été utilisés; L'autre catégorie utilisait le terme « force ». Les différences de termes et d'expressions comme celles-ci devraient être prises au sérieux. Vygotsky, par exemple, considérait le langage comme le principal de toutes les fonctions mentales supérieures (Vygotsky, 1934/1986). En effet, l'utilisation de termes scientifiques indique que, pour les étudiants qui avaient atteint un niveau de pensée et de compréhension plus élevé, il était plus naturel de décrire le monde réel à l'aide de la terminologie physique. Conscient que la langue joue un rôle crucial dans le processus de croissance conceptuelle, il est important que les enseignants eux-mêmes utilisent des termes formels et encouragent les élèves à utiliser des termes formels lorsqu'ils expliquent des situations réelles impliquant la troisième loi. Cela rend l'explication plus précise et conduit donc à une meilleure compréhension de la loi et son applicabilité dans des situations réelles. Dans ce contexte, il convient de noter que les manuels scolaires, malheureusement, continuent à utiliser une formulation obsolète à l'ancienne de la

troisième loi en termes d'action / réaction plutôt que de force. Mayer et Gallini (1990: 715), dans leur célèbre article « Quand une illustration vaut dix mille mots? », ont déclaré que: ... les outils et les techniques pour améliorer l'apprentissage visuel des étudiants de l'information scientifique présentent un potentiel relativement inexploité pour améliorer les instructions. Nous espérons que ce travail modeste sera une autre brique ajoutée au domaine de l'éducation scientifique et fournira un moyen efficace à la portée des enseignants et des chercheurs afin de moderniser et améliorer l'enseignement en général et en physique en particulier.

Références

Bachelard, G. 1986(1938) *La formation de l'esprit scientifique, contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris Librairie philosophique j. Vrin

Brown, D. E. (1989) *Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law*, *Physics Education*, 24, 353–358.

Cajas, F. (1999) Public understanding of science: using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, 21, 765–773.

Caldas, H. and Saltiel, E. (1995) Static friction: analysis of students' ways of reasoning, *Didaskalia Review*, (6), 55–71.

Galili, I. and Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis, *International Journal of Science Education*, 22, 57–88.

Gauld, C. (1998) Solutions to the problem of impact in the 17th and 18th centuries and teaching Newton's third law today, *Science and Education*, 7, 49–67.

Gopal, H., Kleinsmidt, J., Case, J. and Musonge, P. (2004) An investigation of tertiary students' understanding of evaporation, condensation and vapor pressure, *International journal of Science Education*, 26, 1597–1620.

Hellingman, C. (1992) Newton's third law revisited, *Physics Education*, 27, 112–115.

Hestenes, D., Wells, M. and Swachamer, G. (1992) Force concept inventory, *The Physics Teacher*, 30, 141–153.

Kruger, C. J., Summers, M. K. and Palacio, D. J. (1990) An investigation of some English primary school teachers' understanding of the concepts force and gravity, *British Educational Research Journal*, 16, 383–397.

Mc Dermott, L. (1983). Critical review of research in the domain of mechanics proceeding of the first international workshop on research on physics Education (pp. 137-182). La Londe, les Maures: edition de CNRS

Maloney, D. P. (1984) Rule-governed approaches to physics – Newton's third law. *Physics Education*, 19, 37–42.

Mayer, R. E. and Gallini, J. K. (1990) When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, 82, 715–726.

Mayoh, H. and Knutton, S. (1997) Using out-of-school experience in science lessons: reality or rhetoric? *International Journal of Science Education*, 19, 849–867.

Montanero, M., Suero, M. I., Perez, A. L. and Pardo, P. J. (2002) Implicit theories of static interactions between two bodies, *Physics Education*, 37, 318–323. Paivio, A. (1986) *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford: Oxford University Press.

Palmer, H. D. (2001) Investigating the relationship between students' multiple conceptions of action and reaction in cases of static equilibrium, *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 193–204.

Pozzer, L. L. and Roth, W. M. (2003) Prevalance, function, and structure of photographs in high school biology textbooks, *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 1089–1114

- Suzuki, M. (2005) Social metaphorical mapping of the concept of force 'CHI-KA-RA' *Japanese. International Journal of Science Education*, 27, 1773–1804.
- Tao, P.-K. and Gunstone, R. F. (1999) The process of conceptual change in force and motion during computer supported physics instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 36(, 859–882.
- Terry, C., Jones, G. and Hurford, W. (1985) Children's conceptual understanding of forces and equilibrium, *Physics Education*, 20, 162–165.
- Trumper, R. and Gorsky, P. (1996) A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers, *Physics Education*, 31, 227–236.
- Viennot, L. (2002) *Raisonnement en physique: la part de sens commun*, Ed De Boeck, Louvain la neuve.
- Vygotsky, L. S. 1986 (1934) *Thought and Language. Newly revised, translated and edited by Alex Kozulin. Cambridge, MA: The MIT Press.*
- Warren, J. W. (1979) *Understanding Force*. London: John Murray.
- Yip, D. Y. (1998) Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning, *International Journal of Science Education*, 20, 461–477.
- Bachelard, G. (1938/1986). *La formation de l'esprit scientifique, contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris librairie philosophique j. Vrin
- Mc Dermott, L. (1983). Critical review of research in the domain of mechanics proceeding of the first international workshop on research on physics Education (pp. 137-182). La Londe, les Maures: edition de CNRS