

ANALYSE DES DIFFÉRENTES MÉTHODES DE RÉOLUTION DES PROBLÈMES DE DYNAMIQUE EN CLASSE DE SECONDE

A. T. ZAN BI^{1*}, F. K. KONAN^{2,3}, B. AKA² et B. HARTITI³

¹*Ecole Normale Supérieure (ENS) d'Abidjan, Département des Sciences et Technologie, 08 BP 10 Abidjan 08, Côte d'Ivoire*

²*Laboratoire d'Énergie Solaire et de Nanotechnologie (LESN), IREN (Institut de Recherches sur les Énergies Nouvelles), Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan, Côte d'Ivoire*

³*ERDyS Laboratory, GMEEMDD Group, FSTM, Hassan II Casablanca University, BP 146 Mohammedia, Morocco*

* Correspondance, e-mail : alfredzanbi65@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Cette étude porte sur l'analyse des différentes méthodes de résolution des problèmes de dynamique en classe de seconde. L'approche méthodologique consiste à faire passer un test de résolution de problèmes de solide soumis à trois forces non parallèles, accompagné d'un entretien semi-dirigé aux élèves des classes de seconde C du Lycée Moderne 1 d'Agboville. Nous avons, également, adressé un questionnaire à leurs enseignants sous forme d'entretien semi-dirigé. Les résultats montrent que les difficultés des élèves sont liées aux mauvaises acquisitions des compétences transversales, des notions de base en mécanique et des options didactiques de leurs enseignants. L'entretien semi-dirigé révèle des difficultés imputables à l'insuffisance de temps de travail des apprenants, aux effectifs pléthoriques, et à la divergence des programmes d'enseignement de Mathématiques et de Physique-Chimie. Une réorganisation des progressions des programmes scolaires d'enseignement des disciplines pour une harmonisation des programmes de Physique-Chimie et de Mathématiques est nécessaire ; suivi d'un renforcement du travail dans le cadre de l'interdisciplinarité entre les différentes Unités Pédagogiques (UP) (Mathématiques, Physique-Chimie, Français, etc.) est à encourager.

Mots-clés : *méthodes de résolution, problèmes de dynamique, classe de seconde, entretien semi-dirigé.*

ABSTRACT

Analysis of the different methods of resolution dynamics problems in class of second

This study deals with the analysis of the different methods of resolution dynamics problems in class of second. The methodological approach consists in passing a test to solve solid problems submitted to three non-parallel forces, accompanied by a semi-structured interview with the students in classes of second C of Modern High School 1 of Agboville. We also asked their teachers questions in the form of a semi-directed interview. The results show that students' difficulties are linked to poor acquisition of transversal skills, basic mechanical notions and didactic options of their teachers. The semi-structured interview reveals difficulties due to insufficient working time of students, overcrowding, and diverging curricula in Mathematics, Physics and Chemistry. A reorganization of the progress of school subject teaching programs to harmonize Physics, Chemistry and Mathematics programs is necessary; followed by a reinforcement of work within the framework of interdisciplinarity between the different Pedagogical Units (UP) (Mathematics, Physics - Chemistry, French, etc.) is to be encouraged.

Keywords : *resolution methods, dynamics problems, class of second, semi-directed interview.*

I - INTRODUCTION

Les difficultés d'appropriation des méthodes de résolution de problèmes de mécanique ont fait l'objet de nombreuses études aussi bien en Physique qu'en Didactique de la Physique [1 - 4]. Elles sont généralement liées à la manière d'utiliser les stratégies cognitives et métacognitives, et à l'exploitation de certaines compétences transversales, ou encore « au concept d'obstacle épistémologique qui met en relief la rupture à opérer pour comprendre les concepts scientifiques » [3, 5]. La mécanique est une branche de la Physique qui présente des difficultés à entendre parler les apprenants en s'exprimant parfois de la manière suivante: « la mécanique est difficile à comprendre » ou encore « j'apprends mes leçons mais je n'arrive pas à résoudre mes exercices ou problèmes de mécanique » [2]. Ainsi, la quête de moyens spécifiques et techniques susceptibles d'amener les élèves à réussir une résolution de problèmes ou à maîtriser les stratégies dans le processus de résolution est une problématique dans la communauté scientifique, en particulier dans l'apprentissage de la physique. Les difficultés éprouvées par les élèves pour cette matière sont certes connues de tout enseignant, mieux des travaux effectués par des physiciens et des chercheurs en didactique qui ont démontré

la gravité de la situation [2, 6, 7]. En effet, les psychologues cognitifs et les chercheurs en sciences cognitives ont utilisé la résolution des problèmes comme un contexte permettant d'analyser les processus de pensée [7, 8]. Des recherches visant à mettre au « point des techniques et à enseigner des procédés de résolution pour des problèmes classiques, comme ceux que l'on trouve dans les manuels scolaires », font partie des deux types de problèmes étudiés par ces recherches [9, 10]. En effet, la classe de seconde étant la porte d'entrée au second cycle du secondaire ; la résolution des problèmes de mécanique est une initiation à la démarche scientifique qui se veut d'être progressive et construite dans la durée. Elle mérite bien d'être encouragée à ce stade d'apprentissage. Cela permettrait aux élèves d'être largement initiés aux démarches d'investigation en fin de cycle. Ce travail de recherche porte sur l'analyse des différentes méthodes de résolution des problèmes de dynamique en classe de seconde du Lycée Moderne 1 d'Agboville, Côte d'Ivoire.

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Population

Notre population cible est composée de 142 élèves des classes de seconde C et de 7 professeurs de Lycée dudit établissement. Un seul instrument de collecte de données, le questionnaire ; nous avons soumis aux élèves, un test relatif à l'équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles et un entretien dirigé et un entretien semi-dirigé pour les enseignants. Pour arriver à nos fins, nous avons fait des investigations au Lycée Moderne 1 d'Agboville, notre lieu de stage. Il comporte dix (10) classes de niveau seconde dont cinq (5) pour la série C et cinq (5) autres pour la série A, avec une moyenne de soixante –dix (70) élèves par classe soit un total de sept cents (700) élèves. Treize (13) professeurs titulaires de physique-chimie dont sept (7) professeurs de lycée (PL) et six (6) professeurs de collège (P.C) y dispensent les cours. Il est bon de préciser que chaque classe de seconde C totalise cinq (5) heures de cours hebdomadaires dans un système de double vacation. Nous avons cherché à connaître les difficultés liées à l'application des différentes méthodes de résolution de problèmes de dynamique en classe de seconde, surtout en classe de seconde C, aussi bien chez les apprenants que chez les enseignants. Notre étude s'intéressant singulièrement au niveau seconde, nous avons choisi d'interroger les élèves de ce niveau d'enseignement. Tous les sept (7) professeurs de Lycée (PL) de cet établissement ont également été interrogés pour nous permettre d'avoir une idée étendue de la question.

II-2. Échantillon

Nous avons interrogé des élèves des classes de 2^{nde}C2 et de 2^{nde}C4, notre classe de stage, pour notre enquête. Le nombre d'élèves interrogés est de cent quarante-deux (142), soit soixante-seize (76) en 2^{nde}C2 et soixante-six (66) en 2^{nde}C4. Pour ce qui est des enseignants, les sept (7) professeurs de lycée (P.L) se sont prêtés à notre questionnaire.

II-3. Instrument de recueil des données

Conformément aux stratégies de vérification des hypothèses, nous avons élaboré un instrument de recherche qui permet de recueillir des informations susceptibles d'aider à vérifier nos hypothèses. Nous avons utilisé un seul instrument, le questionnaire. Ce type d'instrument, quel que soit le public auquel il est destiné, poursuit un seul et même but : mettre à notre disposition des indicateurs de vérification des hypothèses. Il a, d'une part, l'avantage d'offrir à l'enquêté la possibilité de choisir des réponses proposées par l'enquêteur et permet, d'autre part, à l'enquêté d'élucider et de détailler certaines réponses afin d'éviter la confusion à notre niveau. Pour avoir une idée sur les difficultés liées à la résolution de problèmes en dynamique, des élèves ont été soumis à un test de résolution de problème de solide soumis à trois forces non parallèles accompagné d'un entretien semi-dirigé. Nous avons ensuite adressé un questionnaire aux élèves et un autre aux professeurs sous forme d'entretien et d'entretien semi-dirigé. Ci-dessous, les différents questionnaires et libellés du test de résolution : Analyse des méthodes de résolution de problèmes de dynamique en classe de seconde : le cas d'un système soumis à trois forces non parallèles » La consigne consiste à mettre une croix dans la case correspondant à votre réponse et éventuellement à la justifier en quelques lignes.

1a- Avez-vous déjà résolu des problèmes de mécanique dans les classes antérieures ?

OUI NON

1b- Qu'avez-vous fait :

✓ Avez- vous calculé la valeur numérique du poids ? OUI NON

Avez-vous représenté le poids à partir d'un tracé géométrique ?
OUI NON

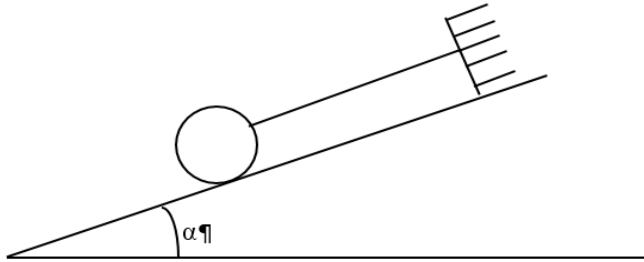
✓ Que faites-vous le plus souvent en mécanique ? :

Tracer des vecteurs calculer la valeur de ces forces les deux à la fois

2- Voici un exercice à traiter

Le père d'un élève de la classe de 2^{nde} C décide d'installer une antenne parabolique de masse $m = 2\text{kg}$ sur le toit de leur maison. Ce toit est incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. L'antenne est maintenue par un

fil de masse négligeable (voir *Schéma* ci-dessous). Pour maintenir cette antenne parabolique en équilibre, il vous est demandé de déterminer la tension de ce fil. $G = 9,8 \text{ N/kg}$



3 - Entretien semi-dirigé : cite-nous la ou les méthodes possibles que l'on peut utiliser pour traiter cette question

4 - Test 1/ Nomme et représente les forces extérieures qui agissent sur l'antenne parabolique.

5 - On te demande de déterminer la valeur de l'intensité du poids de l'antenne parabolique et de déduire celle de l'intensité de la tension du fil.

6-1. Test 2/ Utilise la méthode que tu maîtrises bien et traite cette question.

6-2. Entretien/Cite la ou les méthodes que tu ne maîtrises pas et décris-nous ce qui te pose problème.

Entretien semi-dirigé :

7- Citez les méthodes de résolution de problèmes liés à des systèmes soumis à trois forces non parallèles que vos élèves aiment utiliser -----

Peut-on avoir une raison pour laquelle les apprenants aiment utiliser particulièrement cette méthode ?-----

8- Entretien : Pour vous laquelle(ou lesquelles) des trois méthodes vous semble plus aisées à enseigner ?-----

9- Sentez-vous chez vos élèves la non-maîtrise de certaines de ces 3 méthodes ?
 OUI NON

10- Si oui, laquelle ou lesquelles ?-----

11- Selon vous cette difficulté peut-elle être liée aux connaissances en physiques ?
 OUI NON

12- Si oui, de quel ordre ?-----

13- En dehors de la physique, cette difficulté peut-elle avoir des origines dans d'autres disciplines? OUI NON

14- Si oui, lesquelles ?-----

15- Quelles suggestions pouvez-vous faire pour une amélioration de l'apprentissage des élèves aux résolutions de problèmes en particulier et en physique en général. -

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1. Connaissances antérieures sur des notions en mécanique

Parmi les élèves interrogés, 138 élèves (soit 97,2 %) des classes de seconde (codés « OUI ») se rappellent avoir déjà résolu des problèmes de mécanique dans les classes antérieures, contrairement à seulement 4 (2,81 %) qui n'en ont aucune idée (*Figure 1*). Il est utile de rappeler qu'en classe de troisième, le programme d'enseignement en mécanique parle de poids, de la notion de forces et d'équilibre d'un solide soumis à deux forces. La *Figure 1* ci-dessous illustre cette répartition des élèves.

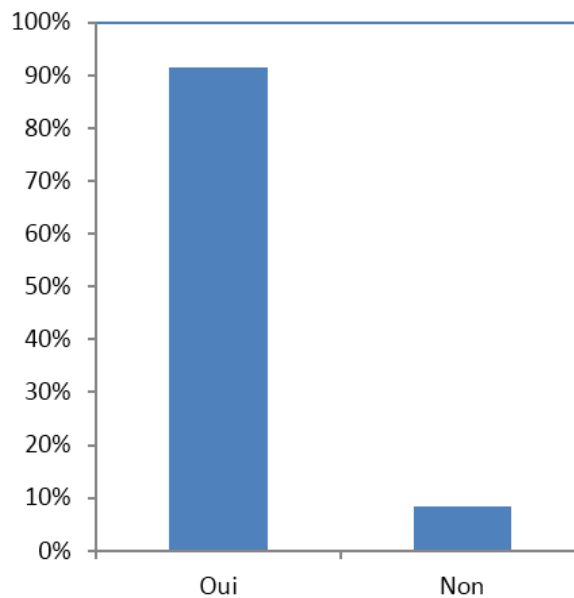


Figure 1 : Répartition des élèves en fonction de leurs connaissances antérieures en mécanique

Tous se rappellent par contre avoir calculé la valeur numérique et représenté le poids. Pour les forces en général, 130 (soit 91,54 %) d'entre eux reconnaissent que l'accent a été plus mis au cours des activités sur le calcul des valeurs des forces au détriment de leur représentation. Les 12 autres, certes marginaux (8,46 %), disent avoir généralement fait les deux activités de façon conjointe. C'est ce qui est d'ailleurs recommandé par le guide et programme de la classe de troisième. Cette défaillance pourrait s'expliquer par le fait que les élèves de seconde en général et particulièrement ceux des secondes série C viennent pour la plupart des autres établissements (surtout privés) de la ville ou même du département. Ceux venant des établissements privés n'ont pas toujours bénéficié pour la grande majorité d'un enseignement dispensé par un

personnel qualifié c'est-à-dire ayant suivi une formation en pédagogie et en didactique à l'Ecole Normale supérieure (ENS) ou encore à travers des séminaires organisés par l'Antenne régionale de la Pédagogie et de la Formation Continue (APFC). En effet ceux-ci ont souvent un problème de la notion d'habileté à installer chez l'apprenant, autrement dit un problème d'interprétation des documents pédagogiques officiels [11, 12].

III-2. Connaissance et maîtrise des différentes méthodes de résolution de problèmes

Par ailleurs, tous connaissent au moins deux autres forces en dehors du poids (notamment la tension d'un fil et la réaction d'un support). Pour ce qui est de la résolution de problèmes concernant un solide soumis à trois forces non parallèles, nous avons d'abord cherché à savoir s'ils connaissent les différentes méthodes, de les dénombrer et les citer. A travers un entretien semi-dirigé, la grande majorité des sondés 87,23 % disent connaître les trois (3) méthodes, alors que 17,80 % disent ne connaître que seulement deux (2) méthodes. Quelle pourrait être la cause ou les causes éventuelles de cette ignorance ? Nous y reviendrons.

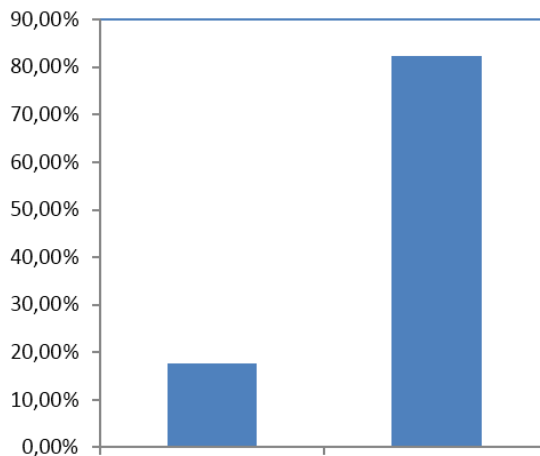


Figure 2 : Répartition des élèves en fonction de leurs connaissances du nombre de méthodes de résolution de problèmes

Une chose d'entendre parler de ces méthodes et une autre en est de savoir les appréhender ou de les mettre en pratique. Sur ce point nous nous sommes bien vite rendu à l'évidence qu'il existe un écart très important. En effet, on observe à partir de la **Figure 2**, 24 de ces élèves (16,9 %) disent ne maîtriser aucune des trois méthodes même s'ils les connaissent, alors que 57 élèves (40,14 %) pensent en maîtriser une seule. 41 autres (28,87 %) estiment pouvoir appliquer sans difficulté deux (2) des trois (3) méthodes et seulement 20 élèves (14,08 %) assurent pouvoir appliquer avec aisance toutes les trois méthodes.

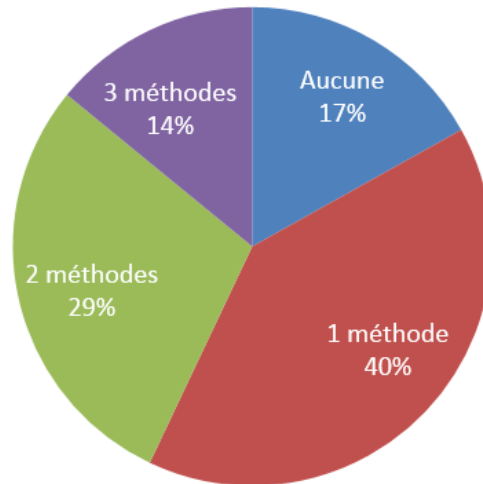


Figure 3 : Répartition des élèves en fonction de leur maîtrise des méthodes de résolution de problèmes

III-3. Erreurs récurrentes des apprenants en résolution de problèmes de mécanique

Le test de résolution de problème que nous avons fait faire par les élèves, après le questionnaire révèle toute autre chose que ce qu'ils affirment être capables de faire ; la réalité est donc bien différente. Les résultats de ce test sont consignés dans le *Tableau 1*.

Tableau 1 : Répartition des élèves selon leur choix de méthode de résolution de problèmes

Méthode	Choisie	Réussie	Pourcentage
Analytique	71	25	35,21 %
Graphique	40	28	70 %
Géométrique	29	12	41,37 %

Le *Tableau 1* montre bien ce que nous disions plus haut, à savoir ce que pensent pouvoir faire les élèves et la réalité, il y a un énorme fossé. Pour les apprenants, ces difficultés d'assimilation trouveraient leurs explications dans deux facteurs qui sont :

- De l'avis de 122 (soit 85,9 %) des élèves, le professeur n'aurait pas su faire passer son message ou n'aurait pas traité les trois méthodes avec le même intérêt. Pour ce facteur, nous pensons plus au fait que l'enseignant n'associe pas assez l'apprenant à la construction de son savoir comme l'enseigne Vigotsky à travers le socioconstructivisme ; multiplier les activités de groupe où

l'apprenant serait au centre de son apprentissage. Par ailleurs, le problème ne se situerait-il pas au niveau de la transposition didactique ? Le professeur a certes la connaissance académique requise, mais arrive-t-il à la transformer en "savoir enseigné" ? Nous n'en sommes pas si sûr. Cette défaillance, s'il en était une, pourrait trouver une solution dans les activités du conseil d'enseignement (CE) ou de l'unité pédagogique (UP). Malheureusement, ces structures ne sont pas fonctionnelles. En effet, depuis notre mise en stage le 7 Janvier 2017 jusqu'à la fin, nous n'avons vu aucune activité de ces différentes structures.

- Les obstacles liés à la non maîtrise des autres disciplines qui interviennent dans l'enseignement de la physique-chimie, tels que les mathématiques et le français comme le reconnaissent 125 d'entre eux soit 88,02 % des sondés.

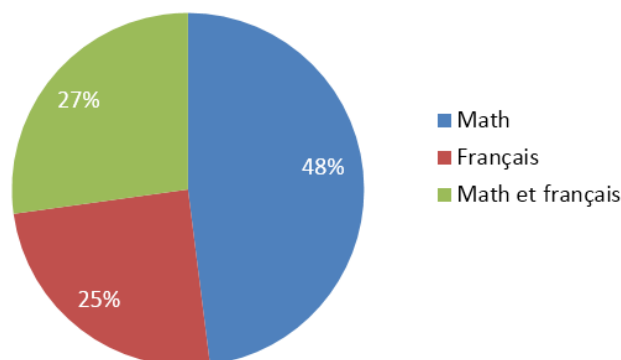


Figure 4 : Catégorisation des élèves en fonction des causes des difficultés

Nous avons poussé la réflexion plus loin concernant le deuxième facteur. A ce niveau, comme le montre le graphique de la **Figure 4**, 60 (48 %) des 125 élèves ayant admis leurs difficultés liées aux disciplines transversales, pointent du doigt les lois et règles mathématiques alors que 31 (24,8 %) indexent plutôt le français comme obstacle à leur apprentissage [13]. Quant aux 34 restants soit 27,2 %, ils admettent que ce sont les deux à la fois (**Tableau 1**). L'analyse du diagramme **Figure 4** souligne que la deuxième raison des difficultés évoquées plus haut n'influencerait-elle pas la première ? N'est-ce pas parce que les élèves ont de réelles difficultés dans les deux disciplines précitées qu'ils prendraient l'enseignant comme bouc-émissaire ?

III-4. Pratiques effectives d'enseignement

A cet effet, nous nous sommes aussi intéressés aux sept (7) professeurs de la discipline enseignant au second cycle. Il faut d'entrée signaler que parmi les

enquêtés, deux (2) sont issus du concours direct de recrutement c'est-à-dire, n'ont jamais fait l'Ecole Normale Supérieure (ENS), l'unique école ivoirienne chargée de la formation des formateurs du secondaire général. Cependant, ils sont pour la plupart (5/7) des enseignants qui totalisent au moins dix (10) années d'exercice professionnel. Cinq (5) d'entre eux reconnaissent l'existence des difficultés à enseigner la physique-chimie et en particulier la mécanique en classe de seconde. Ils lient ces difficultés aux effectifs pléthoriques, au manque de matériels d'expérimentation ; or l'expérimentation est l'essence même de l'enseignement de la physique-chimie. En effet, ne dit-on pas que mieux vaut voir une fois que d'en entendre parler mille fois? Au nombre de ces difficultés, il faut ajouter le manque de salle adaptée à l'enseignement de la physique-chimie, science expérimentale sans occulter les origines diverses des élèves qui pour la plupart ont une connaissance approximative des grandes notions en Physique-Chimie [15]. Quand nous leur avons posé la question de savoir pour quelle méthode allait la préférence de leurs élèves, ils sont unanimes à dire que c'est la méthode graphique, parce qu'elle exige moins de ressource en mathématique et elle est plus rapide à exécuter. Ce qui ne veut pas dire qu'ils la maîtrisent pour autant. Quant à leur propre aptitude à enseigner, 6 des 7 disent être très à l'aise à enseigner la méthode analytique et le seul restant trouve la méthode graphique plus aisée à enseigner. Le **Tableau 2** présente la pratique enseignante :

Tableau 2 : *Proportion des enseignants pour l'enseignement des différentes méthodes*

Méthodes enseignées	Analytique	Graphique	Géométrique
Effectif	7	5	2
Pourcentage	100	71,42	28,57

De l'avis de tous les enseignants interrogés, les grandes carences en mathématiques et le nombre très insuffisants d'activités de résolutions dû au manque de temps pourraient expliquer les difficultés des élèves. Ces enseignants soulignent aussi que leurs élèves ne maîtrisent pas du tout les différentes méthodes de résolutions. Ces difficultés d'apprentissage des élèves ont donc pour cause principale l'accumulation des lacunes en mathématique tout au long de leur parcours, le manque d'harmonie entre les programmes d'enseignement des mathématiques et physique-chimie et la connaissance approximative des phénomènes physiques liés à ces notions [16]. Il est à noter ces années en Côte d'Ivoire, les années scolaires arrivent difficilement à leur terme, d'où les difficultés des enseignants à achever correctement (dans le délai) les programmes d'enseignement. C'est en cela que tous suggèrent une harmonisation des programmes d'enseignement des mathématiques et de la physique-chimie [12].

IV - CONCLUSION

Nous avons soumis des élèves à un test de résolution de problème de solide soumis à trois forces non parallèles accompagné d'un entretien semi-dirigé, et également adressé un questionnaire à leurs professeurs sous forme d'entretien et d'entretien semi-dirigé. L'étude montre que les élèves ont des connaissances en mécanique avant la classe de seconde, connaissent plus ou moins les différentes méthodes de résolution de problèmes de dynamique ; mais éprouvent des difficultés à appliquer ces méthodes lorsqu'ils doivent résoudre des problèmes. La première difficulté résulte de la posture des élèves à travers leur non (ou quasi) maîtrise des règles et lois de Mathématiques. Ensuite, la deuxième est liée aux représentations des élèves qui font obstacle à la compréhension des concepts utilisés dans les énoncés des problèmes, à la langue d'enseignement (le français) et aux difficultés de communication de l'enseignant. En outre, il y a les conditions difficiles de travail, le manque de temps, les effectifs pléthoriques et le manque d'harmonie entre les programmes d'enseignement de Physique-Chimie et de Mathématiques.

RÉFÉRENCES

- [1] - I. A. HALLOUN and D. HESTENES, *Amer. J. Phys.*, 53 (11) (1985) 1056 - 1065
- [2] - G. ROBARDET, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 720 (1990) 17 - 28
- [3] - A. DUMAS-CARRÉ, M. CAILLOT, J. MARTINEZ-TORREGROSSA and D. GIL-PEREZ, *Aster S*, (1989) 135 - 157
- [4] - D. MALAFOSSE and A. LEROUGE, *Aster*, 30 (2000) 65 - 85
- [5] - BOILEVIN, J.-M. & DUMAS-CARRÉ, A. *Aster*, 32 (2001) 63 - 90
- [6] - M. GOFFARD and A. DUMAS-CARRÉ, *Aster*, 16 (1993) 9 - 28
- [7] - G. ARSAC, M. DEVELAY and A. TIBERGHEN, "*La transposition didactique en mathématiques, en physique, en biologie*". Lyon, IREM, LIRDIS, (1989)
- [8] - G. ROBARDET, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 836 (2001) 1173 - 1190
- [9] - CAILLOT M. & DUMAS-CARRÉ A. Collection Rapports des recherches Paris : INR, 12 (1987) 197 - 244
- [10] - PHILIPPE BUSSETTA, Modélisation et résolution du problème de contact mécanique et son application dans un contexte multi-physiques. Thèse de Doctorat unique, (2009) 175 p.
- [11] - G. DUVAUT and J. L. LIONS, "*Les inéquations en mécanique et en physique*", Ed. DUNOD, Paris, (1972)
- [12] - MENETFP, Guides pédagogiques et programme des classes de Seconde. Abidjan. MENETFP/DPFC/S-SP, (2016)
- [13] - C. T. SALL, S. KANE, S. DIOUF, Une approche constructiviste de la résolution de problème en chimie. LIENS. Nouvelle Série, *Revue Internationale Francophone*, (1998)

- [14] - L. S. VIGOTSKY, “*Mind in society: the development of higher psychological process*”, Cambridge, Mass : Harvard University Press, (1978)
- [15] - A. GIORDAN, “*Les savoirs sur les savoirs scientifiques et techniques*”, Actes JIES, 17 (1996)
- [16] - R. SAMURÇAY, P. RABARDEL, “*Recherches en didactique professionnelle*”, Toulouse : Octarès Editions, (2004) 163 - 180