



NOUVELLE METHODOLOGIE BASEE SUR TROIS TECHNIQUES D'ANALYSE POUR LE DIAGNOSTIC DES OBSTACLES EN MECANIQUE AU SECONDAIRE: GROUPE DE DISCUSSION, TECHNIQUE DU GROUPE NOMINAL ET LE QUESTIONNAIRE

NEW METHODOLOGY BASED ON THREE TECHNIQUES OF ANALYSIS TO DIAGNOSE OF OBSTACLES IN MECHANICS IN SECONDARY SCHOOL: FOCUS GROUP, NOMINAL GROUP TECHNIC AND THE QUESTIONNAIRE

| El Hassan El Hassouny ^{1*} | Fatiha Kaddari ¹ | Abdelrhani Elachqar ¹ | Issam Habibi ¹ | and | Hassan Barouca ² |

¹ University Sidi Monamed Ben Abdellah | Faculté des Sciences Dhar El Mahraz | Laboratoire de Didactique, d'Innovation Pédagogique et Curriculaire - LADIPEC | BP 1796 Fès Atlas | Fes | Morocco |

² Institut Supérieur des Professions Infirmières et Techniques de Santé | Errachidia | Maroc |

|Received | 20 July 2016|

|Accepted | 02 August 2016|

|Published 11 August 2016 |

Résumé

Contexte : Le nombre d'études empiriques sur la compréhension de la mécanique chez les élèves dépasse le nombre total des études dans tous les autres domaines, alors que La plupart de ces études ont montré que Les difficultés et les obstacles d'apprentissages de la mécanique sont multiples. **Objectifs :** Cette recherche vise à localiser les sources des difficultés rencontrées par certains étudiants de deuxième année du baccalauréat en mécanique. **Méthodes :** Nous avons utilisé trois méthodes d'analyse bien connus : Groupes de discussion, la Technique du groupe nominal et le Questionnaire crayon/papier. **Résultats :** Les données obtenues ont montré que les conditions préalables sont surestimées bien que les étudiants ont déjà appris durant les cours de méchaniques en tronc commun et la première année de baccalauréat. Ils ont encore des difficultés dans l'assimilation des notions de base sur ce sujet. **Conclusions :** les résultats du questionnaire et le TGN et Groupes de discussion sont similaires et complémentaires. Il devient clair que l'utilisation de TGN et groupes de discussion et le questionnaire sont des outils efficaces pour diagnostiquer les difficultés et obstacles des élèves du secondaire en mécanique. Donc, TGN et groupes de discussion peut être utilisés non seulement pour identifier les problèmes des élèves avec des notions scientifiques en mécanique, mais aussi dans d'autres matières.

Mots-clés : la Technique du groupe nominal TGN, groupes de discussion, mécanique classique, physique, Questionnaire.

Abstract

Background: The number of empirical studies on the understanding of the mechanics in students exceeds the total number of studies in all other areas, while most of these studies have shown that the difficulties and obstacles of learning the mechanics are multiple. **Objectives:** This research aims to locate the sources of the difficulties in mechanical courses experienced by some students of second year of the Bachelor. **Methods:** We used three well-known analytical methods: Focus Groups, the Nominal Technique Group and pencil / paper Questionnaire. **Results:** The data obtained showed that the prerequisites are overestimated although students have already learned in the core courses in mechanical and the first year of the baccalaureate. They still have difficulties in the assimilation of basic knowledge on the subject. **Conclusions:** The results of the questionnaire and the NTG and Newsgroups are similar and complementary. It becomes clear that the use of NTG and focus groups and questionnaire are effective tools to diagnose the difficulties and obstacles of high school students in mechanics. Thus, NTG and discussion groups can be used not only to identify the problems of students with scientific concepts in mechanics, but also in other subjects.

Keywords : the Nominal Technique Group NTG, discussion groups, classical mechanics, physics, Questionnaire.

1. INTRODUCTION

Aux niveaux secondaire et collégial, la discipline mécanique classique constitue un des piliers conceptuels sur laquelle s'appuient plusieurs domaines scientifiques : phénomènes oscillatoires, l'électrodynamique, l'hydrodynamique, la physique des plasmas et l'astrophysique,...etc. En effet, en s'articulant autour de mouvement est ses causes, la mécanique classique s'avère fondamentale dans les sciences physiques classiques et un passage indispensable vers la mécanique quantique.

Cependant, la recherche en didactique de la physique a bien montré que les concepts multiples et variés de la mécanique paraissent complexes et induisent souvent des difficultés d'apprentissages chez les élèves [1, 2]. En effet, ces recherches ont mis en évidence que les sources des obstacles susceptibles de freiner et entraver l'apprentissage

de la physique sont multiples : nature de la discipline elle-même, conceptions alternatives, savoir partagés par les élèves appris en dehors des classes, [3, 4, 5, 6, 7].

Un enseignement/apprentissage efficace dépend fortement de l'identification des obstacles chez l'apprenant. En fait, diagnostiquer les difficultés permet d'approcher l'univers conceptuel des élèves et appréhender leur degré d'acquisition et d'intégration des concepts d'une discipline et ainsi agir en conséquence.

Les méthodes utilisées pour repérer les difficultés sont multiples et variées : questionnaire, entretien, test,...etc. Dans ce travail, ayant pour objectif le diagnostic des difficultés rencontrées dans l'enseignement et l'apprentissage de mécanique de 2ème année baccalauréat, nous avons eu recours à deux méthodes originales utilisées habituellement en sciences de la gestion qui est la Technique du Groupe Nominale (TGN) et le Groupes de discussion. Dans la deuxième étape, le diagnostic des difficultés s'est fait par le questionnaire, ce qui a appuyé et consolidé les données de la TGN et le groupes de discussion.

1.1 Technique du Groupe Nominale (TGN)

1.1.1 Description de la technique TGN : La Technique du Groupe Nominal (TGN) est une technique qui trouve son origine dans les études psychosociales de fonctionnement en petit groupe (10-15 personnes). Mise au point en 1968-1975 par Delbecq et Van de Venet Gustafson, ses premières applications furent dans le domaine de la gestion. Elle s'est vite étendue à différentes pratiques des sciences sociales [8] pour devenir la technique de recherche optimale pour la description objective, systématique et quantitative du contenu manifestant des communications [9]. En effet, il s'agit d'une méthode plus structurée de brainstorming très utile pour l'autoévaluation et l'autodiagnostic qui permet de mettre en exergue le choix de priorités au sein d'un groupe de personnes réunies à un même endroit autour de la même problématique. Le point fort de cette résulte dans le fait qu'elle combine et alterne le travail individuel et la discussion du groupe. Ainsi, le groupe répond d'abord individuellement à la question nominale mais l'animateur œuvre pour faire ressortir la réflexion collective et cela en suivant six étapes [10, 11]:

- Étape 1: chaque participant écrit les réponses qu'ils jugent solution à la question nominale.
- Étape 2: recueil des idées produites par les participants et leur exposition devant le groupe, on les écrit sur le tableau.
- Étape 3: l'animateur veille à clarifier le sens des différentes propositions énoncées. Il peut en annuler certaines si elles sont jugées redondantes ou non pertinentes par rapport à la problématique ;
- Étape 4 : présentation des réponses retenues et discussion.
- Étape 5: les participants sont invités à choisir 9 propositions parmi celles présentées et les classer par ordre de priorité. Conscient du fait que les propositions de réponses citées en premier sont les plus significatives, nous avons attribué à chacune des réponses une note de pondération π_i qui décroît de la première réponse à la dernière.
- Étape 6: l'animateur doit dresser un tableau présentant les réponses et leur π_i correspondant.

1.2 Groupes de discussion

1.2.1 Description de la technique : La technique du Groupe de discussion ou "Focus group"; est en quelque sorte une méthode de recherche sociale et qualitative. Elle est qualitative car elle encourage la libre expression et invoque une analyse des besoins, des problèmes et des solutions apportés par les participants plutôt qu'une analyse des données statistiques. Elle est sociale car elle traite des phénomènes connus, produits et vécus par et pour la population [12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,20,22,23,24,25].

Cette méthode s'inspire de la théorie de la dynamique de groupe dont le champ d'étude est l'interaction entre les membres de petits groupes dans une relation égalitaire au niveau de la discussion et de l'expression des idées. Elle accorde une grande importance à l'individu. La parole et la pensée de tous et de chacun y sont la source même de l'analyse et elle fait appel à l'expression libre et spontanée des participants sur une problématique donnée (expérience, perceptions...). L'objectif n'est pas de prouver, mais plutôt de fouiller le pourquoi et le comment des phénomènes.

Le nombre de participants est important pour la réussite de cette technique. Le groupe idéal serait de 5 à 12 personnes. Un plus petit nombre ne serait pas représentatif alors qu'un plus grand nombre rendrait la gestion difficile. Les petits groupes encouragent la discussion et permettent une meilleure identification des membres. En technique du Groupe de discussion l'animateur guide un groupe de participants à travers une série de questions ou d'exercices liés à un sujet particulier.

Au départ, l'animateur situe la problématique. Il précise qu'il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. En autant que la réponse exprime le vécu ou le senti des participants, tout est recevable et valable. L'animateur situe aussi son rôle :

- éliminer les digressions ;
- accorder un droit de parole équitable à tous les membres du groupe;
- faire éventuellement des synthèses ;
- solliciter des précisions pour approfondissement.

Il peut être pertinent de commencer par un tour de table pour permettre à chaque participant de s'exprimer et d'écouter ses propos. Mais il est important de ne pas insister, certaines personnes préférant s'exprimer plus tardivement. Il reviendra à l'animateur de susciter la participation des personnes plus silencieuses ou plus réservées, en temps opportun. Il lui revient aussi d'éviter que la parole ne soit monopolisée par certains au détriment des autres. L'animateur aura, au préalable, prévu un certain nombre de sous-questions de façon à bien cerner le sujet ou encore à relancer le groupe en cas de panne...tout en demeurant souple et ouvert aux aspects qu'il n'avait pas prévus. Prévoir à l'avance des façons de recueillir l'information (secrétaire, autre que l'animateur ou membre du groupe, enregistrement, fiches au tableau,..etc).

2. Expérimentation et Résultats

2.1 Groupe de discussion : Nous avons réuni un groupe d'experts, composé de sept enseignants de sciences physiques au lycée ayant une expérience professionnelle, dans un format groupe de discussion sous la direction d'un animateur qui présente le problème et qui partage son approche théorique avec les experts. L'animateur a posé les questions suivantes :

Quels sont les difficultés et les problèmes que vous rencontrez lors de l'enseignement de mécanique ?
 Quels sont les difficultés et les problèmes des élèves que vous rencontrez lors de l'enseignement de mécanique ?
 Après la présentation du problème, un tour de parole libre se ouvre dans laquelle les experts soulèvent des doutes, recherchent des explications ou de transmettre des expériences, des idées ou des réflexions. la réunion duré une heure et demi, au bout de laquelle nous avons présente les données recueillies dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Le tableau présent les problèmes et les obstacles.

Les problèmes et les obstacles
L'interdisciplinarité pédagogique, Niveau bas, paresse,...
L'oubli des notions et concepts de mécanique enseignés dans les années précédente (collège, tronc commun, 1ere année baccalauréat),
La résolution de problèmes (les exercices),
Les Concepts de mécanique difficiles à comprendre,
Manque d'exercices de renforcement
Les cours des sciences Physique restent théoriques (manque des travaux pratiques)
Manque d'équipement dans les salles des travaux pratique,
Programme et Cours trop chargé et temps limité,
le Manque de motivation des élèves,
Manque de communication entre enseignants et l'élève,

La plupart des problèmes et obstacles de Groupe de discussion sont déjà évoqués par la méthode TGN mais deux nouveaux problèmes sont détecté par la présente méthode à savoir le niveau bas et paresse des élèves et l'interdisciplinarité pédagogique.

En ce qui concerne l'interdisciplinarité pédagogique, il s'agit des relations établies entre diverses disciplines scolaires. En effet on constate que les élèves trouvent des difficultés à assimiler les cours de sciences physiques parce qu'ils rencontrent le plus souvent des concepts (logarithme ; exponentiels ; les équations différentiels d'ordre 2...) qui doivent être préalablement appris en mathématiques ce qui entrave l'apprentissage des élèves.

2.2 Technique du Groupe Nominale : Dans une classe, nous avons rassemblé un groupe de 15 élèves niveau deuxième année baccalauréat sciences physiques choisis au hasard et nous leurs avons posé la question nominale suivante :

- Quels sont les difficultés et les problèmes que vous rencontrez lors de l'apprentissage de mécanique ?

Après les avoir mis en confiance, nous les avons incités et encouragés à s'exprimer librement et sans contraintes sur une des deux feuilles que nous leur avons distribuées. La collecte des données a mis en évidence 16 réponses que nous avons transcrites sur le tableau. Conformément à l'étape 3, nous avons éliminé les propositions redondantes et

celles qui nous ont semblé non pertinentes telles que les réponses n'ayant de sens que dans la logique des répondants. Ainsi, le nombre des réponses retenues s'est réduit à 13. Dans l'étape suivante, nous avons demandé aux élèves de choisir 9 parmi ce lot et de les classer par ordre de priorité en attribuant la pondération 9 à la réponse en tête de liste, 8 à la seconde et ainsi de suite ainsi de suite jusqu'à la dernière. Une fois les données recueillies, nous avons dressé le tableau suivant où les réponses sont classées selon Σpi décroissant.

Tableau 2 : Le tableau présent les problèmes et les obstacles par TGN.

Réponses des élèves	Σpi	Ordre
L'oubli des notions et concepts de mécanique enseignés dans les années précédente (collège, tronc commun, 1ere année baccalauréat),	110	1
La résolution de problèmes,	107	2
Les Concepts de mécanique difficiles à comprendre,	104	3
Manque d'exercices de renforcement,	100	4
Les cours des sciences Physique restent théoriques (manque des travaux pratiques),	85	5
Manque d'équipement dans les salles des travaux pratiques,	80	6
Effectif élevé des élèves par groupe de travaux pratiques,	73	7
Programme et Cours trop chargé et temps limité,	71	8
Manière de l'explication des enseignants : manque de clarté et rapidité,	60	9
Méthodes d'enseignement encourageant la passivité des apprenants,	52	10
Examens difficiles, questions de mémorisation, absence des contrôles pratiques,	36	11
Le Manque de motivation des élèves,	33	12
Manque de communication entre enseignants et l'élève,	27	13

L'examen du tableau2 met en évidence que les élèves attribuent leurs difficultés en mécanique principalement à l'oubli des notions et concepts vus au collège, tronc commun, et 1 ère année baccalauréat, à la résolution de problèmes et à la complexité et difficultés des concepts.

En effet, la réponse qui vient en tête de liste avec le poids le plus élevé (110) fait référence à l'oubli des notions et concepts vus au collège, au tronc commun et en 1ère année baccalauréat.

La deuxième source d'obstacle est la difficulté de résoudre les problèmes, a un poids très voisin (107) du premier point qui s'articule autour de l'oubli. Le poids (104), correspondant au troisième point où les élèves incriminent la complexité des concepts de base en mécanique, est également très voisin des deux précédents. Ces réponses vont dans le sens des résultats de la recherche bibliographique qui confirment que l'acquisition des notions scientifiques n'est pas aisée, que les concepts de physique sont difficiles à comprendre et que la savoir scientifique en général est peu intégré ou rapidement oublié [26, 27, 10, 11]. La réponse 2 qui fait allusion à la résolution des problèmes est également en parfaite accord avec la synthèse bibliographique qui a bien mis en évidence que la difficulté des élèves à résoudre des problèmes en sciences physiques est un constat reconnu à l'unanimité par les chercheurs en didactique de la physique. Selon ces chercheurs, l'obstacle vient du fait que la capacité à résoudre les problèmes dépend non seulement de l'apprentissage des procédures, mais également de la capacité de faire appel à des savoirs annexes appropriés [28, 29, 30, 31]. Ce résultat est corroboré par la réponse 4 où les élèves avouent qu'ils n'ont pas eu suffisamment d'exercices de renforcement.

Par les réponses 5, 6 et 7 correspondants aux poids respectifs 85, 80 et 73, les élèves incriminent fortement le fait que les cours de physique, dans les établissements d'enseignement secondaire qualifiant soient théoriques. Ils sont donc bien conscients de la nature expérimentale de la discipline et ainsi, ils attirent notre attention sur le manque des équipements et du matériel scientifique de base et également sur les effectifs des classes secondaires très élevés (souvent plus de 40). Cela oblige à inventer des méthodes de travail, des organisations de locaux et de protocoles expérimentaux adaptés à cette situation.

La réponse 8 présentant un poids non négligeable de 71, met en évidence que les élèves estiment qu'il y a une inadéquation entre le savoir enseigné "mécanique" et le volume horaire consacré à l'apprentissage. Cela traduit le malaise des élèves et leur incapacité d'assimiler les notions programmés pendant le temps normalement prévu par les instructions et orientations pédagogiques.

En plus des obstacles didactiques liés aux difficultés du contenu, les méthodes pédagogiques d'enseignement sont également mises en cause par les élèves. En témoigne, la réponse 9 avec un poids considérable de 60 révélant que les élèves n'apprécient pas la manière d'explication des enseignants. Les réponses 10, 12 et 13 vont également dans ce sens, elles précisent que La méthode de transmission des connaissances est loin d'être approuvée. En fait, ils estiment que ces méthodes incitent à la passivité et à la démotivation et ils notent l'absence de communication entre l'élève et l'enseignant.

L'évaluation a été également évoquée dans la réponse 11. A priori, les élèves estiment que l'évaluation est plus basée sur la mémorisation que sur la pratique.

2.3 L'enquête par questionnaire : Comme nous l'avons déjà précisé, afin de vérifier les données obtenues par la TGN relatives aux difficultés des élèves, nous avons élaboré un questionnaire pré-évaluation (Annexe 1) composé de deux catégories d'items. La finalité des items de la première catégorie est d'apprécier le degré d'oubli des concepts de mécanique de base vus au tronc commun et 1^{ère} année baccalauréat, les questions se rapportent donc au pré-requis. En revanche, les items de la seconde catégorie consistent en des questions sur les concepts de mécaniques introduits en 2^e année baccalauréat sciences physiques et cela afin d'apprécier leur degré de difficultés.

- Questions catégorie 1 (G1) : Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, Q13, Q14, Q15, Q16, Q17, Q18, Q19 et Q20.
- Questions catégorie 2 (G2) : Q20, Q21, Q22, Q23 et Q24.

Il faut noter que les questions ont été formulées en tenant compte des objectifs du programme et des questionnaires proposés précédemment par d'autres enseignants.

Rappelons que l'échantillon se compose de 100 élèves choisis au hasard trois semaines après le cours.

3. RESULTATS

Tableau 3 : Le tableau présente les résultats de réponse des élèves.

Questions	n° Q	Pourcentages des réponses Justes (%)	Nombre des réponses fausses (%)	Non réponses (%)	Total Réponses insatisfaisantes (%)
Quantités physiques scalaires et vectorielles : position, déplacement, vitesses	Q ₁	19	74	7	81
	Q ₂	30	65	5	70
	Q ₃	24	73	3	76
	Q ₄	15	81	4	85
	Q ₅	28	68	4	72
La gravitation universelle	Q ₆	26	71	3	74
	Q ₇	27	55	8	63
Rotation d'un corps rigide autour d'un axe fixe	Q ₈	62	28	10	38
	Q ₉	49	49	2	51
Travail et puissance d'une force	Q ₁₀	17	70	13	83
	Q ₁₁	80	19	1	20
	Q ₁₂	43	47	10	57
L'énergie cinétique et énergie potentielle de pesanteur	Q ₁₃	70	24	6	30
	Q ₁₄	32	65	3	68
	Q ₁₅	25	81	4	75
	Q ₁₆	15	76	9	85
	Q ₁₇	2	90	8	98
Energie mécanique d'un solide	Q ₁₈	90	7	3	10
	Q ₁₉	22	70	8	78
	Q ₂₀	25	60	15	75
Les principes de Newton	Q ₂₁	45	50	5	55
	Q ₂₂	40	55	5	60
	Q ₂₃	8	80	12	92
	Q ₂₄	10	80	10	90

L'analyse des réponses a permis de constater que les élèves interrogés, bien qu'ils aient eu un enseignement prolongé sur la mécanique (dans les programmes du cycle de l'enseignement collégial, au tronc commun et en 1^{ère} année baccalauréat) sont loin de maîtriser toutes les compétences de base relatives à ce thème. En fait, on peut dire que ces élèves ne se sont pas "familiarisés" avec les concepts fondamentaux de ce contenu. Ils présentent encore des difficultés conceptuelles sur les fondements de la mécanique tels que : la vitesse, l'énergie, la notion de référentiel,... Ce constat confirme les données de la littérature par rapport à certains concepts comme celui de l'énergie [32]. Ce constat confirme également celui de la TGN où les élèves disent qu'ils trouvent difficiles les concepts de la physique.

La lecture des données du tableau met aussi en évidence que les pourcentages des réponses correctes est très faible dans le cas des questions des deux catégories G1 et G2. Cela va également dans le sens de la recherche bibliographique [32-10, 11] concernant l'oubli des concepts appris. Cet oubli pointe d'une part, la non assimilation effective et l'apprentissage en surface [33, 34] et d'autre part, la non maîtrise des prérequis. Cela peut constituer un

véritable obstacle à un apprentissage efficace et donc favoriser et renforcer l'apprentissage en surface [33, 34, 35]. Il faut noter que les élèves ont soulevé ce point lors de l'expérimentation TGN.

Le troisième constat a également été mis en évidence par la TGN et rapporté par la littérature didactique de la physique. Il s'agit de la résolution de problèmes qui a été catégorisée par les chercheurs comme l'un des obstacles majeurs en physique.

En effet, les pourcentages relatifs aux modalités de réponse à la question 24 : 10% des réponses justes, 80% des réponses fausses et 10% « je ne sais pas » montrent clairement que les élèves interrogés ont des difficultés à résoudre ce problème. Ce fait est du probablement à :

- ✓ l'inaptitude à l'autonomie et à l'adaptation aux nouvelles situations,
- ✓ l'incapacité d'ajuster des concepts qu'ils ont étudiés à des situations-problèmes,
- ✓ l'incapacité de mobilisation des savoirs annexes appropriés et de l'implication des compétences transversales,
- ✓ la non acquisition des concepts relatifs à l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur, les principes de Newton, la gravitation universelle et la vitesse,
- ✓ L'incapacité d'analyse et de synthèse,

En fait, le traitement des données de ce questionnaire a permis de mettre en évidence, qu'en plus de ces différentes difficultés conceptuelles relatives à la discipline sciences physiques, les élèves testés semblent avoir des lacunes dans les savoirs connexes à la physique tels que l'algèbre et la géométrie. Ainsi, nous avons noté :

- la confusion entre un vecteur et sa norme,
- la confusion entre un mouvement et sa trajectoire,
- la confusion entre la notion de vitesse et l'accélération...

Reconnaissance : je tiens à apporter mes profonds remerciements à tous les élèves, les professeurs et le directeur de lycée pour leur collaboration et leur engagement pour la réussite de cette étude.

4. CONCLUSION

Au terme de ce travail, ayant pour finalité le diagnostic des difficultés et obstacles relatifs à l'apprentissage des séquences d'enseignement « Mécanique », nous exécutons une proposition de méthodologie qui est un hybride de trois techniques qui sont largement reconnus et ont une longue feuille de route: face-à-face des groupes de discussion dirigés ou groupes de discussion, la Technique du Groupe Nominal (TGN) et le Questionnaire crayon/papier. Chacun des trois a ses propres caractéristiques qui sont très approprié pour obtenir les résultats nécessaires, mais ils ont aussi leurs inconvénients. Une combinaison judicieuse de ces caractéristiques peut réduire leurs limites tout en conservant ce qu'ils contribuent. A ce propos nous pouvons dire que :

Groupe de discussion : méthode d'investigation qualitative rapide, fournissant une grande richesse narrative par les interactions qu'elle permet entre les experts. Cette méthode est donc fort intéressante pour les didacticiens, qui peuvent l'utiliser dans le but de diagnostics des difficultés et obstacles relatifs à l'apprentissage des séquences d'enseignements.

La TGN : qui consiste en une méthode de génération d'idées a permis de donner un aperçu sur les difficultés et les obstacles des élèves se rapportant à ce contenu. Ainsi, selon les données obtenues par cette technique, les élèves estiment qu'ils sont confrontés à trois principaux problèmes communs aux deux contenus : la complexité des concepts scientifiques, l'oubli rapide des notions apprises et la charge élevée du programme, ils ajoutent un autre problème qu'ils jugent sérieux à savoir la résolution de problème.

Ces constats ont été corroborés par les données obtenues par l'analyse de questionnaire (mécanique). En effet, les élèves semblent avoir oublié les notions apprises et présentent des difficultés apparentes en cas de résolution de problèmes. En fait, il semble que la mécanique induit beaucoup plus de difficultés. Il faut noter que l'analyse par questionnaire a permis également de mettre en évidence des difficultés conceptuelles et des confusions notionnelles chez la population interrogée. Ainsi, par exemple, on peut citer les notions du référentiel, la force, l'énergie, ... Par ailleurs, il faut noter que les résultats obtenus par la TGN, le Groupe de discussion et le questionnaire se sont avérés concordants et complémentaires.

Enfin, nous pouvons dire également que cette méthode de génération d'idée : TGN est un outil de diagnostic « indicatif » des difficultés des apprenants et joue le rôle de "détecteur de fumée". Les obstacles et les problèmes détectés sont à vérifier et confirmer par les méthodes de diagnostics classiques tels que le questionnaire et l'entretien. Il faut souligner que dans le cas de notre étude, toutes les données de la TGN même celles que nous n'avons pas eu l'occasion de vérifier ont été relatées par la communauté des chercheurs en didactique des sciences ou des sciences de l'éducation.

La technique de Groupe de discussion dite de Focus group mérite de se développer. Elle permet une approche qualitative de nombreuses problématiques rencontrées dans l'enseignement et l'apprentissage. Le développement de la recherche en des sciences de l'éducation nécessite de créer des liens avec les sciences humaines et d'assimiler des méthodologies issues de recherche marketing et de recherche sociale.

4. REFERENCES

- [1] Coulaud, M. Evaluer la compréhension des concepts de mécanique chez des élèves de secondes : développement d'outils pour les enseignants. Thèse de doctorat, Université, Lyon 2. 2005.
- [2] Caldas, H. and Saltiel, É. Le frottement cinétique : analyse des raisonnements des étudiants. *Didaskalia*. 1995; 6:55-71. Available: http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/23754/DIDASKALIA_1995_6_55.pdf;jsessionid=7A6C94489C0AE442C21203745D548B7F?sequence=1
- [3] Bachelard, G. La formation de l'esprit scientifique. Paris, Vrin. 1938. Available: http://classiques.uqac.ca/classiques/bachelard_gaston/formation_esprit_scientifique/formation_esprit.pdf
- [4] Piaget, J et Inhelder, B. Le développement des quantités physiques chez l'enfant. Neufchâtel : Delacheaux-Niestlé ; 1941.
- [5] Koffi kouakou-innocent. Les conceptualisations des élèves ivoiriens concernant les interactions mécaniques en physique. RADISMA ; Numéro 6, 26 décembre 2010. ISSN 1990-3219. Available: <http://www.radisma.info/document.php?id=1021>
- [6] Salmone, F. Élaboration et expérimentation d'une situation d'enseignement et d'apprentissage pouvant permettre à des élèves de première S du Sénégal de construire le concept d'énergie potentielle. Thèse en co-tutelle Lyon II – UCAD. 2007.
- [7] Viennot, L. Raisonner en Physique, la part du sens commun. Bruxelles : De Boeck ; 1996.
- [8] Lapointe, J.J. La conduite d'une recherche en éducation et en formation. Québec : Presse de l'Université du Québec ; 1995.
- [9] Ghalloudi, J. et al. Apport didactique des outils hypermédias à l'apprentissage des concepts géologiques. EPI. Nov 2006; (89) ; a0611c. Available: <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00277820/fr/>
- [10] El Hassouny, El Hassan et al. Diagnostic des obstacles en optique géométrique par la TGN et le questionnaire. *Le Bup* . Juin 2012; 106(945). Available: <https://www.udppc.asso.fr/national/index.php/le-bup>
- [11] El Hassan El Hassouny, Fatiha Kaddari, Abdelrhani Elachqar, and Driss Marjane. The nominal group technique and the questionnaire: the diagnosis method for the obstacles in learning mechanics in high school. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2016; 2(5): 203-209.
- [12] Goldman A.E. The group depth interview. *J. Mark.* July, 1962; 61:68.
- [13] Krueger R.A. Focus Groups a Practical Guide for Applied Research. (2nd ed.) London : Sage; 1994.
- [14] Merton R.K, Fiske M., Kendall P.L. The Focused Interview: a Manual of Problems and Procedures. New York: Free Press; 1990.
- [15] Robinson N. The use of focus group methodology—with selected examples from sexual health research. *J. Adv. Nurs.* 1999;29(4):905-913.
- [16] Blackburn R. Breaking down the barriers: using focus groups to research small and medium-sized enterprises. *Int. Small Bus., J.* 2000;19(1):44-63.
- [17] Armstrong J.S. Long-range Forecasting: from Crystal Ball to Computer. Wiley: NY; 1978.
- [18] Merton R.K., Fiske M., Kendall P.L. The Focused Interview: a Manual of Problems and Procedures. New York: Free Press; 1990.
- [19] Hyde A., Howlett E., Brady D., Drennan J. The focus group method: insights from focus group interviews on sexual health with adolescents. *Soc. Sci. Med.* 2005;61:2588-2599.
- [20] Williams P.L., White N., Klem R., Wilson S.E., Bartholomew P. Clinical education and training: using the nominal group technique in research radiographers to identify factors affecting quality and capacity. *Radiography*. 2006;12(3):215-224.
- [21] Krueger R.A. Focus Groups-a Practical Guide for Applied Research. (2nd ed.) London: Sage; 1994.
- [22] Erffmeyer R.C., Lane I.M. Quality and acceptance of evaluative task: the effects of four group decision-making formats. *Group Organ. Stud.* 1984;9:509–529.
- [23] Sniezek J.A. An examination of group process in judgmental forecasting. *Int. J. Forecast.* 1989;5:171–178
- [24] Hornsby J.S., Smith B.N., Gupta J.N.D. The impact of decision-making methodology on job evaluation outcomes. A look at three consensus approaches. *Group Organ. Manag.* 1994;19(1):112–128
- [25] Graefe A., Armstrong J.S. Comparing face-to-face meetings, nominal groups, Delphi and prediction markets on an estimation task. *Int. J. Forecast.* 2010;27:183–195.
- [26] Giordan, A and De Vecchi, G. Les Origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques. *Revue française de pédagogie*. 1988; 84(1):95-97. Available: http://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1988_num_84_1_2441_t1_0095_0000_2
- [27] Bautier, E and Goigoux, R. Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle, in Evaluer et comprendre les effets des pratiques pédagogiques. *Revue Française de Pédagogie*. 2004;148:89-100. Available: <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/revue-francaise-de-pedagogie/RF148.pdf>
- [28] Reif, F. Understanding and teaching problem-solving in physics, In G. Delacote, A. Tiberghien, and J. Schwartz (Eds.), *Research on Physics Education: Proceedings of the First International Workshop, La Londe les Maures, France, June 26-July 13, 1983* (pp. 15-53). Paris France: Éditions du CNRS; 1983.
- [29] Reif, F. Acquiring an effective understanding of scientific concepts. In L.H.T. West and L. Pines (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change*. Orlando, FL: Academic Press; 1985. pp. 133-151.
- [30] Reif, F. Millikan Lecture: Understanding and teaching important scientific thought processes. *American Journal of Physics*. 1995;63:17-32,. Available: <http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/ajp/63/1/10.1119/1.17764>
- [31] Maloney, D.P. Rule-governed approaches to physics-Newton's third law. *Physics Education*.1984;19:37-42. Available: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1984PhyEd..19...37M>
- [32] Bruguère, C. Contribution à l'identification des réseaux conceptuels associés à l'enseignement-apprentissage de l'énergie. Thèse de doctorat, Université Montpellier II. 1997.
- [33] Barnier, G. Le tuteur dans l'enseignement et la formation. Paris : Le Harmattan ; 2001. ISBN : 2-7475-0591-X. Available: <http://www.editions-harmattan.fr/index.asp?navi=catalogue&obj=livre&no=10445>
- [34] Romainville, M. L'évaluation de la qualité de l'enseignement Supérieur. Troisième congrès Rapes, 2001.
- [35] Romainville, M. L'échec dans l'université de masse. Paris : Le Harmattan ; 2000. Available: http://www.scienceshumaines.com/l-echec-dans-l-universite-de-masse_fr_1358.html
- [36] Noël, B. et Romainville, M. Accompagner les étudiants. Dans M. Frenay, B. Noël, Ph. Parmentier et M. Romainville (Dir.). *L'étudiant apprenant, Grilles de lecture pour l'enseignant universitaire*. Bruxelles : De Boeck ; 1998. p. 129-148.

Cite this article : NOUVELLE METHODOLOGIE BASEE SUR TROIS TECHNIQUES D'ANALYSE POUR LE DIAGNOSTIC DES OBSTACLES EN MECANIQUE AU SECONDAIRE : GROUPE DE DISCUSSION, TECHNIQUE DU GROUPE NOMINAL ET LE QUESTIONNAIRE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2016; 2(8): 353-362.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Annexe 1

I) Répondez par vrai ou faux aux propositions suivantes :

Q₁ - La vitesse moyenne d'un point d'un objet en mouvement entre deux instants dépend du référentiel par contre leur vitesse instantanée ne dépend pas du référentiel.

- Vrai
- Faux
- Je ne sais pas

Q₂ - La forme de trajet d'un point d'un solide en mouvement dépend du référentiel.

- Vrai
- Faux
- Je ne sais pas

Q₃ - Tous les points d'un corps en déplacement ont la même vitesse instantanée au même instant.

- Vrai
- Faux
- Je ne sais pas

Q₄ - Le vecteur vitesse \vec{v} d'un corps en mouvement rectiligne uniforme change.

- Vrai
- Faux
- Je ne sais pas

Q₅ - Le vecteur vitesse \vec{v} instantané d'un corps en mouvement de rotation uniforme, varie.

- Vrai
- Faux
- Je ne sais pas

II) Choisissez la proposition correcte parmi les suggestions suivantes:

Q₆ - Lorsque la lune est en mouvement autour de la terre, elle subit l'attraction universelle appliquée par :

- La terre et non pas le soleil.
- La terre et le soleil ensemble.
- Toutes les planètes et le soleil.
- Je ne sais pas

Q₇ - Considérons une balle de masse $m=700g$ située à une distance $d=1m$ entre le centre de la balle et la surface de la terre. La Valeur de la force d'attraction universelle entre la balle et la terre est :

- $F = 6.8N$
- $F = 684N$
- $F = 6.84.10^{-3}N$
- Je ne sais pas

III) Choisissez la proposition correcte parmi les suggestions suivantes:

Q₈ - Lorsqu'un corps solide non déformable tourne autour d'un axe fixe pendant la période du temps dt :

- Tous les points appartenant à ce corps tournent selon le même angle.
- Tous les points appartenant à ce corps tournent selon des angles différents.

- Tous les points appartenant à ce corps parcourent les mêmes distances.
- Je ne sais pas.

Q9- La vitesse d'un point appartenant à un corps solide en rotation autour d'un axe fixe dépend de la :

- Position du point par rapport à l'axe de rotation seulement.
- Vitesse angulaire seulement.
- Position du point par rapport à l'axe de rotation et de la vitesse angulaire du corps.
- Je ne sais pas

IV) Choisissez la proposition parmi les suggestions suivantes:

Q10 - La puissance du travail d'une force constante diminue lorsque :

- La vitesse de déplacement du point d'interaction de la force augmente.
- La vitesse de déplacement du point d'interaction de la force diminue.
- La vitesse de déplacement du point d'interaction de la force reste constante.
- Je ne sais pas

Q11 - Le travail d'une force constante est une grandeur :

- Scalaire
- Vectorielle
- Toujours positive
- Je ne sais pas

Q12 - Le travail d'une force constante est moteur durant le déplacement \overline{AB} si leur point d'interaction est :

- Perpendiculaire au vecteur déplacement \overline{AB} .
- Parallèle au vecteur déplacement \overline{AB} et de même sens.
- Parallèle au vecteur déplacement \overline{AB} et de sens opposé.
- Je ne sais pas

V) Choisissez la proposition correcte parmi les suggestions suivantes:

Q13 - L'énergie cinétique est une grandeur :

- Algébrique
- Scalaire toujours positive
- Vectoriel
- Je ne sais pas

Q14 - L'énergie potentielle de pesanteur est une grandeur :

- Positive
- Négative
- Algébrique
- Je ne sais pas

Q15 - La variation de l'énergie potentielle de pesanteur et le travail du poids d'un corps entre deux instants t_1 et t_2 étant :

- Différents
- Egaux
- Opposés
- Je ne sais pas

Q16 - Identifier les conditions nécessaires pour écrire la formule de l'énergie potentielle de pesanteur comme suit :

- $E_{pp} = mgz$
- $E_{pp} = mg(z - z_0)$
- Je ne sais pas

Q17 - Rappeler les étapes à suivre lorsque vous appliquez le théorème de l'énergie cinétique.

V) Choisissez la proposition correcte :

Q18- L'énergie mécanique d'un corps solide est la suivante:

- $E_m = E_c - E_{pp}$
- $E_m = E_c + E_{pp}$
- Je ne sais pas

Q19- L'énergie mécanique d'un corps solide en interaction avec la terre est égale à :

- Le travail de ce corps
- La somme des travaux des forces appliquées sur ce corps à l'exception du poids
- La somme des travaux des forces appliquées sur ce corps.
- Je ne sais pas

Q20- L'énergie mécanique d'un corps solide en mouvement sous l'effet du poids :

- Augmente
- Diminue
- Se conserve
- Je ne sais pas

Q21- On peut affirmer que la somme vectorielle des forces appliquées à un solide est nul si :

- Le solide est immobile.
- Le solide est animé d'un mouvement rectiligne uniforme
- Le vecteur vitesse v_g du centre d'inertie du mobile est constant
- La vitesse v_g du centre d'inertie du mobile est constante
- Je ne sais pas

Q22- Énoncez les 3 principes de Newton établissant les lois du mouvement.

Q23- Rappelez les étapes à suivre lorsque vous appliquez la 2^{ème} loi de Newton.

Q24- Un ballon de 200 g est lancé du sol verticalement vers le haut avec une vitesse initiale de 10 m/s. Que peut-on affirmer ?

- Lorsque la vitesse du ballon s'annule, son Énergie potentielle vaut 10 J.
- Le ballon montera de 10 m.
- Le ballon montera de 5 m.
- Lorsque le ballon se trouve à 3 m du sol, son énergie cinétique vaut 4 J.