



NOUVELLE TECHNIQUES DE DIAGNOSTIC DES OBSTACLES EN OPTIQUE GEOMETRIQUE AU SECONDAIRE : LA METHODE DELPHI, LA TECHNIQUE DU GROUPE NOMINALE ET LE QUESTIONNAIRE

| El Hassan El Hassouny¹ | Fatiha Kaddari¹ | Abdelrhani Elachqar¹ | Issam Habibi¹ | and | Hassan Barouaca² |

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 Higher Institute of nursing and technic of health | Errachidia | Morocco |

|Received | 02 September 2016|

|Accepted | 15 SEtember 2016|

|Published 21 September 2016 |

RESUME

Contexte: Ce travail présente une nouvelle méthodologie basée sur trois techniques qualitatives bien connus (la méthode Delphi, Technique du groupe nominal et la et le questionnaire), en vue d'harmoniser leurs potentialités et de réduire leurs limites, grâce à l'application dans des contextes réels avec des experts qui sont des professionnels dans leur activités respectives et des élèves.

Objectifs: Cette recherche vise à localiser les sources des difficultés rencontrées par certains étudiants de première année baccalauréat sciences expérimental en optique géométrique. **Méthodes:** Nous avons utilisé trois méthodes d'analyse bien connus : La méthode Delphi, la Technique du groupe nominal et le Questionnaire crayon/papier **Résultats:** Les données obtenues ont permis de constater, d'une part que les prérequis sont surestimés, car les notions apprises dans le cycle collégial sont oubliées et d'autre part que la notion de « trajectoire de rayon lumineux », notion basique en optique géométrique, semble présenter des difficultés pour ces apprenants. **Conclusions:** les résultats du questionnaire et de la Technique du Groupe Nominale (TGN) et la méthode Delphi sont similaires et complémentaires. Il devient clair que l'utilisation de la TGN et la méthode Delphi et le questionnaire sont des outils efficaces pour diagnostiquer les difficultés et obstacles des élèves du secondaire en optique géométrique. Donc, la TGN et la méthode Delphi peut être utilisés non seulement pour identifier les problèmes des élèves avec des notions scientifiques en optique géométrique, mais aussi dans d'autres matières.

Mots-clés: la Technique du groupe nominal TGN, la méthode Delphi, optique géométrique, physique, Questionnaire.

ABSTRACT

Background: This work presents a new methodology based on three well-known qualitative techniques (Delphi, Nominal Group Technique and and questionnaire), to harmonize their potential and reduce their limits through the application in real contexts with experts who are professionals in their respective activities and students.

Objectives: This research aims to locate the sources of the difficulties some freshmen baccalaureate experimental sciences in geometrical optics. **Methods:** We used three well-known methods of analysis: The Delphi method, the Nominal Group Technique and pencil / paper Questionnaire. **Results:** The obtained data have shown, firstly that the prerequisites are overestimated because concepts learned in college cycle are forgotten and further that the concept of "light beam path" concept in basic geometric optics, seems to present difficulties for these learners. **Conclusions:** The results of the questionnaire and the Nominal Group Technique (NGT) and Delphi method are similar and complementary. It becomes clear that the use of the TGN and the Delphi method and questionnaire are effective tools to diagnose the difficulties and obstacles of high school students in geometrical optics. So the TGN and the Delphi method can be used not only to identify the problems of students with scientific concepts in geometrical optics, but also in other subjects.

Keywords: the Nominal Group Technique TGN, the Delphi method, geometrical optics, physics, Questionnaire.

1. INTRODUCTION

L'optique géométrique est une partie fondamentale de la physique et incontournables dans toutes les formations en sciences. Ainsi, à l'instar de la majorité des pays, cette partie sont introduite très tôt dans le cursus des apprenants et donc depuis le primaire par des séquences sur l'ombre, corps opaques et transparents... Les notions de « lentilles » et de « formation des images » sont programmées au collège et leur niveau de formulation se complexifie au fur et à mesure jusqu'au lycée et l'université.

L'optique géométrique est l'exemple type du champ disciplinaire qui peut être enseigné pour les trois finalités ou logiques : matière-objet, matière-outil et matière-utile [1]. Elle permet l'interprétation des phénomènes relatifs à la lumière, donc la description des comportements des rayons lumineux et la construction géométrique des images lors

des observations proches (loupes, microscopes...) et lointaines (téléscopes...). L'optique géométrique est également la discipline qui a attiré le plus l'attention des chercheurs, car il a été montré que dans ce domaine en particulier, les apprenants ont des difficultés à résoudre les problèmes, à comprendre la nature complexe des concepts et notions et à cerner leur mise en pratique [2,3,4]. Ainsi, par exemple, le rôle de la lentille dans la formation de l'image est non perçu. Il est souvent réduit au fait de « retourner, renverser ou déformer » une image et non au fait de la former. Cette image est comprise comme voyageant en bloc de l'objet à l'écran, d'où l'idée d'un raisonnement en terme « d'image voyageuse » qui se déplace le long d'un système optique en se modifiant au fur et à mesure des obstacles rencontrés sur son trajet. Ainsi, les élèves ignorent l'apport du rayon passant par le foyer objet dans la construction de l'image [5,6,7,8,9,10].

Dans ce travail, nous nous intéressons au rapport au savoir « optique géométrique » et les relations cognitives que l'élève lycéen peut entretenir avec cette discipline. L'objectif est d'approcher l'univers conceptuel des élèves et d'appréhender leur degré d'acquisition et d'intégration des concepts de cette matière. Les méthodes utilisées pour repérer les difficultés sont multiples et variées : questionnaire, entretien, test,... Dans ce travail, ayant pour objectif le diagnostic des difficultés rencontrées dans l'enseignement et l'apprentissage d'optique géométrique de première 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 La méthode Delphi. 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 La méthode Delphi.

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 [11] pour devenir la technique de recherche optimale pour la description objective, systématique et quantitative du contenu manifestant des communications [12]. 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 [13,14]:

- 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 $\sum \pi_i$ correspondant.

2.2 La méthode Delphi

2.2.1 Description de la technique : La méthode Delphi [15, 16, 17, 18, 19, 20], est une technique de recherche sociale qui cherche à obtenir un avis de groupe fiable à partir d'un ensemble d'experts.

Le terme « expert » ne doit pas faire croire que cette méthode est réservée à la consultation d'autorités scientifiques de haut rang. Il faut entendre par « expert » toute personne ayant une bonne connaissance pratique, politique, légale ou administrative d'un sujet précis et ayant une légitimité suffisante pour exprimer un avis représentatif du groupe d'acteurs auquel elle appartient.

C'est une méthode de structuration de la communication entre un groupe de personnes qui peuvent fournir une aide précieuse pour résoudre un problème complexe. Il a été utilisé depuis les années soixante dans les milieux universitaires et d'affaires et a été utilisé principalement comme une technique pour la planification et le consensus dans des situations d'incertitude dans laquelle il ne est pas possible d'utiliser d'autres techniques basées sur des informations objectives. Sa souplesse et sa simplicité ont conduit à son application réussie dans différents contextes et thématiques [21,22].

La méthode Delphi fournit des solutions de grande valeur pour les problèmes inhérents à l'opinion de groupe traditionnel basé sur une interaction directe: la réduction de l'influence de certains effets psychologiques indésirables

parmi les participants (inhibition, distraction, personnalités dominantes ...), la rétroaction sélective de l'information pertinente, une réflexion plus approfondie en raison de l'itération.

La méthode delphi a pour but de rassembler des avis d'experts sur un sujet précis et de mettre en évidence des convergences et des consensus sur les orientations à donner au projet en soumettant ces experts à des vagues successives de questionnements, qui génèrent des avis qui permettent de consolider les orientations à donner à un projet. Cette méthode trouve toute son utilité là où de nombreuses incertitudes pèsent sur la définition précise d'un projet et où de nombreuses questions se posent quant à son opportunité et sa faisabilité. Elle apporte un éclairage des experts sur ces zones d'incertitude en vue d'une aide à la décision et d'une vérification de l'opportunité et de la faisabilité du projet.

Il existe de nombreuses variantes à la méthode delphi. Voici une variante classique, à 4 étapes en premier tour.

L'étape 1 : consiste à définir avec rigueur et précision l'objet sur lequel portera le DELPHI. Par objet, on entend le problème que vont devoir examiner les experts et les grands questionnements liés à ce problème. La définition de l'objet est importante tant pour la rédaction des questionnaires que pour le choix des experts.

L'étape 2 : Au cours de laquelle on procède au choix des experts, par exemple sur base d'une carte des acteurs établie pour la circonstance. Pour éviter la mise en question future du processus DELPHI, il importe de veiller à :

- la bonne représentativité des experts choisis par rapport à l'objet visé ;
- leur indépendance ;
- leur excellente connaissance de l'objet sur lequel porte le DELPHI.

L'étape 3 : élaboration du questionnaire selon un processus rigoureux. Les questions doivent être ciblées, précises et éventuellement quantifiables. Très souvent le questionnaire de départ repose largement sur des questions faites d'items ou d'échelles à choisir par les experts.

L'étape 4 : administration du questionnaire et du traitement des résultats. Le questionnaire de départ est administré par courrier (physique ou électronique) aux experts. Le même questionnaire servira de fil conducteur à tout l'exercice DELPHI, il sera juste enrichi, à chaque tour, des résultats et commentaires générés par le tour précédent.

Au deuxième tour de questionnaire, les experts reçoivent les résultats du premier tour et doivent à nouveau se prononcer sur le questionnaire, en ayant maintenant l'opinion du groupe consulté. Si leur nouvelle réponse dévie fortement de la moyenne du groupe, ils doivent la justifier.

Au troisième tour, on informera les experts des résultats du deuxième tour ainsi que des commentaires justifiant les opinions déviantes. Les experts seront à nouveau invités à répondre au questionnaire mais aussi à commenter les opinions déviantes.

Le quatrième et dernier tour livrera aux experts toute l'information récoltée au cours des tours précédents et leur demandera de répondre une nouvelle fois au questionnaire. Ce quatrième tour donnera les réponses définitives : les opinions consensuelles médianes et la dispersion des opinions autour de cette médiane, cette dispersion pouvant être interprétée à l'aide des justifications et commentaires recueillis auprès des experts.

A l'issue du DELPHI, les analystes rédigent un rapport synthétique reprenant : les opinions consensuelles médianes qui se sont dégagées au sein du groupe d'experts et la dispersion des opinions autour de cette médiane ; les justifications et commentaires des experts à propos des opinions qui divergent du consensus pour interpréter la dispersion des opinions ; la composition du groupe d'experts ; éventuellement, le questionnaire soumis aux experts.

2. Expérimentation et Résultats

2.1. La TGN : Nous avons rassemblé dans une classe un groupe de 15 élèves de première année baccalauréat option sciences expérimentales choisis au hasard et nous leur avons posé la question nominale suivante :

« Quels sont les difficultés et les problèmes que vous rencontrez lors de l'étude de l'optique géométrique ? ».

Après avoir mis en confiance les quinze élèves de l'échantillon, 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 18 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 12. Dans l'étape suivante, nous avons demandé aux élèves de choisir 9 parmi ce lot et 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 jusqu'à la dernière.

Une fois les données recueillies, nous avons dressé le tableau 2 où les réponses sont classées selon Σp_i décroissant.

Tableau 2 : Le tableau présente les réponses des élèves, classées selon le Σp_i décroissant.

Réponses des élèves	Σp_i	Ordre
Oubli d'une grande partie des programmes enseignés au collège	77	1
Programme et cours trop chargés et temps limité	70	2
Difficultés à assimiler les concepts de l'optique	62	3
Explications des enseignants peu claires et trop brèves	59	4
Manque de communication entre l'enseignant et l'élève.	56	5
Manque d'équipements dans les salles des travaux pratiques	54	6
Examens difficiles, questions de mémorisation, absence des contrôles pratiques	48	7
Manque d'exercices de renforcement	46	8
Cours mal expliqué	34	9
Effectif élevé des élèves par groupe de travaux pratiques	32	10
Manque de motivation des élèves	30	11
Méthodes d'enseignement encourageant la passivité des apprenants	25	12

L'examen du tableau 2 révèle que les élèves attribuent leurs difficultés en optique géométrique principalement à l'oubli des notions et concepts vus au collège, à la surcharge des cours par rapport au temps alloué à l'enseignement des séquences de cette discipline et à la complexité et difficultés des concepts.

En effet, la réponse qui vient en tête de liste avec le poids le plus élevé ($\Sigma p_i = 77$) fait référence à l'oubli. Par ailleurs la réponse 3 exprime clairement la difficulté de ces élèves à comprendre les notions et concepts de l'optique géométrique. Ces réponses vont dans le sens des résultats de la recherche bibliographique qui confirment avec une régularité certaine que le savoir scientifique passe mal, qu'il est peu intégré ou rapidement oublié [23,24,25,26]. Quant à la réponse 2 où les élèves incriminent fortement l'inadéquation du savoir à enseigner "optique géométrique" et le volume horaire qui est consacré à son apprentissage (Σp_i de 70), elle traduit le malaise des élèves et leur incapacité à assimiler les notions dans la limite de la durée normalement prévue par les instructions et les orientations pédagogiques. Ce résultat est corroboré par la réponse 8 où les élèves estiment ne pas avoir suffisamment d'exercices de renforcement.

En fait, les différentes réponses formulées par les élèves reflètent que ces derniers sont confrontés à des obstacles didactiques et pédagogiques. Ainsi, la réponse 4 avec un poids considérable de 59 révèle que les élèves n'apprécient pas la manière d'explication des enseignants et la réponse 9 avec un poids moindre met en évidence un jugement très négatif sur ces explications.

La méthode de transmission des connaissances est également mise en cause, réponses 5, 11 et 12 qui s'articulent autour du manque de communication, de motivation, encouragement de la passivité...etc

Ces constatations sont vérifiées par un questionnaire, les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

3.2 La méthode Delphi

3.2.1 Classique exercice Delphi : le questionnaire initial est construit à partir des idées ou les propositions recueillies dans la TGN, complétées par d'autres contributions recueillies auprès d'autres sources [23, 24, 25, 26, 27, 28].

Le questionnaire Delphi est aussi une partie introductive pour aider les nouveaux experts se concentrent sur l'objectif et l'orientation de l'étude, et pour rafraîchir la mémoire de ceux qui ont participé à la première étape. En plus d'évaluer les propositions contenues dans le questionnaire initial, les experts peuvent faire de nouvelles propositions qui seront évaluées en cycles successifs.

Afin de recruter un groupe d'experts, composé de sept enseignants de sciences physiques au lycée ayant une expérience professionnelle. Tous les experts identifiés ont été contactés et invités à participer à cette étude. Dans la méthode Delphi l'objectif est d'atteindre, si possible, à un consensus sur diverses questions en utilisant deux ou trois séries de questionnaires. Il n'y a pas niveau acceptable d'accord nécessaire à la revendication consensus; certaines études acceptent un accord de 51%, tandis que les autres 75% ou 80%. Dans cette étude, un consensus niveau de 70% a été arbitrairement choisi.

La première tour

Les données a été assemblé comme un ensemble des questions d'échelle Likert qui exige l'experts pour indiquer leur accord avec la condition déclarations de totalement d'accord (5) fortement pas d'accord (1), et des questions ouvertes pour faciliter la création de nouvelles contributions, cotisations et commentaires par tous les experts qui souhaitent participer, où qu'ils soient, et avec une flexibilité en termes de temps. Dans le processus de vote le risque d'inhibition provoquée par des personnalités dominantes et des comportements qui cherchent l'approbation sociale est évitée, se il est vrai que la méthode traditionnelle introduit une certaine pression vers la conformité (ou de consensus). Les experts ont assez de temps pour penser à leurs réponses, et de la nature structurée de l'exercice rendent inutile distractions et l'apparition de l'information non pertinente. Tous les sept experts répondu au premier questionnaire. Les résultats présentés organisé par score médian et inter quartile et le degré d'accord / désaccord pour chaque énoncé.

Tableau 2 : questionnaire de la première tour.

Les problèmes et les obstacles rencontrés lors de l'enseignement d'optique géométrique	Median	IQR	% D'accord et tout à fait d'accord
L'interdisciplinarité pédagogique	4,14	1,5	71
niveau bas, paresse,...	4	1	86
l'oubli des notions et concepts d'optique géométrique enseignés dans les années précédente	5	0	100
La résolution de problèmes (les exercices)	4,4	1	86
Les Concepts d'optique géométrique difficiles à comprendre	4,4	1	71
Manque d'exercices de renforcement	4	1	86
les cours des sciences Physique restent théoriques (manque des tp)	3,9	2	71
Manque d'équipement dans les salles des TP	4,2	1	86
Programme et Cours trop chargé et temps limité	4,3	1	86
le Manque de motivation des élèves	3,3	3	43
Manque de communication entre enseignants et l'élève.	2,5	2,5	29
les conceptions alternatives	3,3	3	43

À la question d'un (tableau 2) consensus a été atteint pour tous, sauf trois déclarations; la déclaration (le Manque de motivation des élèves, IQR 3), la déclaration (Manque de communication entre enseignants et l'élève, IQR 2,5) et déclaration (les conceptions alternatives, IQR 3). Par conséquent ces trois déclarations ont été incluses dans l'ouverture de texte du deuxième questionnaire Delphi permettant aux experts l'occasion d'expliquer leurs vues de manière plus détaillée.

Au deuxième tour de questionnaire, les experts reçoivent les résultats du premier tour et doivent à nouveau se prononcer sur le questionnaire, en ayant maintenant l'opinion du groupe consulté. Si leur nouvelle réponse dévie fortement de la moyenne du groupe, ils doivent la justifier.

Tableau 3 : Le tableau présente le questionnaire de deuxième tour

Les problèmes et les obstacles lors de l'enseignement d'optique géométrique	Median	IQR	% D'accord et tout à fait d'accord
L'interdisciplinarité pédagogique	4,7	0,5	100
niveau bas, paresse,...	4,3	1	86
l'oubli des notions et concepts d'optique géométrique enseignés dans les années précédente .	5	0	100
La résolution de problèmes (les exercices)	4,4	1	86
Les Concepts d'optique géométrique difficiles à comprendre	4,4	1	86
Manque d'exercices de renforcement	4	1	86
les cours des sciences Physique restent théoriques (manque des tp)	4,6	0,5	86
Manque d'équipement dans les salles des TP	4,2	1	86
Programme et Cours trop chargé et temps limité	4,3	1	86
le Manque de motivation des élèves	4,6	0,5	86
Manque de communication entre enseignants et l'élève.	3,7	2	57
Les conceptions alternatives	4,6	0,5	86

En questionnaire de deuxième tour (tableau 3), le consensus était atteint en tout sauf une déclaration (Manque de communication entre enseignants et l'élève, IQR 2),

Au troisième tour, on informera les experts des résultats du deuxième tour ainsi que des commentaires justifiant les opinions déviantes. Les experts seront à nouveau invités à répondre au questionnaire mais une réponse oui / non (Tableau 3).

Tableau 4 : Le tableau présent le résultats de questionnaires du troisième tour.

Les problèmes et les obstacles lors de l'enseignement d'optique géométrique	% non	% oui
l'oubli des notions et concepts de mécanique enseignés dans les années précédente	0	100
L'interdisciplinarité pédagogique	0	100
Programme et Cours trop chargé et temps limité	0	100
La résolution de problèmes (les exercices)	0	100
Les Concepts d'optique géométrique difficiles à comprendre	0	100
les cours des sciences Physique restent théoriques (manque des tp)	0	100
les conceptions alternatives	0	100
Niveau bas, paresse,...	14	86
Manque d'exercices de renforcement	14	86
Manque d'équipement dans les salles des TP	14	86
le Manque de motivation des élèves	14	86
Manque de communication entre enseignants et l'élève.	42	58

En questionnaire du troisième tour (tableau 4), le consensus était atteint en tout sauf une déclaration (Manque de communication entre enseignants et l'élève, 42% non),

La plupart des problèmes et obstacles de La méthode Delphi sont déjà évoqués par la méthode TGN mais trois nouveaux problèmes sont détectés par la présente méthode à savoir le niveau bas et paresse des élèves, les conceptions alternatives 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 vecteur (sens ; son direction et norme...) qui doivent être préalablement appris en mathématiques ce qui entrave l'apprentissage des élèves.

Les conceptions des élèves constituent l'une des caractéristiques individuelles principales qui influencent le plus l'apprentissage, puisque les élèves ont des conceptions (représentations) des phénomènes observés avant leur enseignement qui sont souvent en décalage avec les concepts scientifiques. En fait, il a été montré que ces conceptions peuvent constituer un réel blocage [28] et un enseignement qui ne tiendrait pas compte des conceptions des élèves souffrirait de carences majeures [28, 29, 30, 31].

Le résultat final attire démocratiquement les contributions de tous les experts, et de sa nature quantitative facilite la communication et la prise de décision.

2.3 L'enquête par questionnaire : Sur la base des données obtenues par la TGN et la méthode Delphi, nous avons élaboré un questionnaire (annexe 1) qui a été construit sous forme de questions au choix multiples, de questions ouvertes, de schémas à construire et de correspondances à faire.

Rappelons que les questions sont réparties en deux catégories d'items. La finalité des items de la première catégorie est d'apprécier le degré d'oubli des concepts d'optique géométrique de base vus au collège, les questions se rapportent donc au prérequis. En revanche, les items de la seconde catégorie consistent en des questions sur les concepts d'optique géométrique introduits au lycée et cela afin d'apprécier leur degré de difficultés.

- Questions catégorie 1 (G1) : Q1, Q2, Q3, Q4, Q8, Q13 et Q14
- Questions catégorie 2 (G2) : Q5, Q6, Q7, Q9, Q10, Q11, Q12

Il faut noter, par ailleurs que le questionnaire a été administré à 30 élèves choisis au hasard trois semaines après les cours.

3. RESULTATS

Tableau 3 : Le tableau présent les résultats de diagnostic des difficultés en optique géométrique.

	Question	% Réponses Justes	% Réponses fausses	% Réponses Je ne sais pas
Questions catégorie 1 (G1)	Q ₁	33	60	7
	Q ₂	50	43	7
	Q ₃	43	47	10
	Q ₄	0	67	33
	Q ₈	23	43	34
	Q ₁₃	40	33	27
	Q ₁₄	33	40	27
Questions catégorie 2 (G2)	Q ₅	83	13	4
	Q ₆	73	20	7
	Q ₇	17	67	17
	Q ₉	83	13	4
	Q ₁₀	50	33	17
	Q ₁₁	67	33	0
	Q ₁₂	70	7	23

Le premier constat qui ressort de l'analyse du tableau est que le nombre de réponses correctes aux questions de la catégorie G2 est nettement supérieur à celui des réponses correctes aux questions de la catégorie G1. En effet, hormis la question Q7, plus de la moitié des élèves ont répondu correctement aux questions G2, ce pourcentage dépasse 80% pour certaines questions. La situation est inversée dans le cas des questions G1 où les pourcentages des réponses fausses prennent le dessus. Ainsi, nous notons que, le meilleur score de bonnes réponses à G1 ne dépasse pas 50%. Il s'agit de la question Q2 où la moitié des élèves ont décrit correctement les conditions de Gauss. En revanche, seul 10 élèves parmi 30 (donc le 1/3 l'échantillon interrogé) ont pu identifier les types de lentilles, 5 élèves (1/6 de la population testée) ont réussi à représenter le trajet d'un faisceau lumineux traversant une lentille convergente et aucun élève n'a pu reproduire le trajet du faisceau lumineux à travers la lentille divergente. Ces résultats mettent en évidence que les connaissances de l'année en cours (niveau première année du baccalauréat sciences expérimentales) semblent être mieux connues par les élèves interrogés. En effet, ces élèves paraissent plus performants dans leurs réponses aux questions relatives aux notions récentes par rapport aux questions portant sur les notions apprises antérieurement, ce qui stipule beaucoup plus un effet de mémorisation qu'une maîtrise des concepts. Les connaissances antérieures sont oubliées, ce qui pointe un apprentissage non effectif se limitant à la mémorisation et n'allant pas jusqu'à l'approfondissement des connaissances, donc un apprentissage en surface [31, 32, 33, 34].

Le deuxième constat à noter se rapporte aux très faibles pourcentages (0 à 20%) des réponses aux questions sur la trajectoire des rayons lumineux (Q4, Q7 et Q8) et cela dans les deux catégories G1 et G2. Les élèves testés ont manifestement des difficultés à conceptualiser la notion de trajectoire et cette difficulté persiste malgré leur progression dans les séquences sur l'optique géométrique. En effet, seul 5 élèves soit 17% ont pu décrire la trajectoire des rayons solaires (Q7, catégorie G2), ce qui met en évidence que les prérequis non assimilés peuvent bien constituer un obstacle à l'apprentissage effectif et favoriser l'apprentissage en surface [31,32,33,34].

4. CONCLUSION

L'optique géométrique est une discipline qui a interpellé beaucoup des chercheurs, car il a été montré que dans ce domaine en particulier, les apprenants de tous les niveaux scolaires (du primaire voire la maternelle à l'université) ont des difficultés à comprendre la nature complexe des concepts et notions et à cerner leur mise en pratique. Au terme de ce travail ayant pour finalité le diagnostic des difficultés et obstacles relatifs à l'apprentissage des séquences d'enseignement d'optique géométrique, avec une approche basée sur trois techniques : La Méthode Delphi, la Technique du groupe nominal TGN et le Questionnaire crayon/papier. Ces techniques sont largement utilisées en sciences infirmières et en gestion de la qualité. L'utilisation des techniques TGN et méthodes Delphi en didactiques n'a jamais été reporté à ma connaissance. Ce travail est considéré comme la première étude ayant utilisé ces techniques en didactique des sciences. Nos résultats montrent que ces trois techniques ont chacune ses propres caractéristiques qui sont très approprié pour obtenir les résultats nécessaires, mais ils ont aussi leurs inconvénients. Une combinaison bien réfléchi de ces caractéristiques peut réduire leurs limites tout en conservant ce qu'ils contribuent. Cependant nous pouvons conclure que :

La Méthode Delphi: est une méthode qualitative visant à organiser la consultation d'experts sur un sujet précis, souvent avec un caractère prospectif important. Cette méthode est donc fort intéressante pour les didacticiens, qui peuvent l'utiliser dans le but de diagnostiquer 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 (d'optique géométrique). 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 l'optique géométrique 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,...etc.

Par ailleurs, il faut noter que les résultats obtenus par la TGN, la Méthode Delphi 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 Méthode Delphi est une technique qui diffère dans sa structure à des autres techniques basées sur le jugement d'experts, l'enquêteur doit recueillir la connaissance, l'opinion et la créativité qui sont possédés principalement par ces experts professionnels, alors il doit obtenir la collaboration d'un nombre suffisant d'experts qualifiés et d'établir les conditions pour l'extraction, le transport et le traitement efficace de ces connaissances. L'activité principale de ces experts n'est pas que de collaborer avec l'enquêteur; ils collaborent volontairement dans le degré de leur participation sert à satisfaire leurs propres besoins en matière de relation, l'apprentissage, la reconnaissance, etc., et ne demande pas trop d'entre eux en termes de temps ou de risque.

Nos résultats révèlent que la Méthode Delphi mérite une attention toute particulière de la part des didacticiens afin de la déployer. Cette technique permet d'approcher qualitativement de nombreux problèmes rencontrés dans l'enseignement et l'apprentissage. Le développement de la recherche en sciences de l'éducation nécessite des ponts de liaisons entre les sciences humaines et les méthodologies issues de la recherche marketing et sociales.

la Méthode Delphi 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.

5. REFERENCES

- [1] Tiberghien A. Transposition didactique en mathématique, en physique en biologie, Transposition didactique. Cas de la physique, Ouvrage collectif. Lyon : Publications de Tirém/Lirdis ; 1989.
- [2] Colin P. et Viennot L. Les difficultés d'étudiants post-bac pour une conceptualisation cohérente de la diffraction et de l'image optique. *Didaskalia*. 2000;(17).
- [3] Alami M. et Benjelloun N. Correspondance objet image dans un système optique de formation d'image par une lentille mince. Actes du symposium international Formation, Apprentissage et Évaluation en Sciences et Techniques à l'Université ; 2006, p.109-117.
- [4] Buty C. Étude d'un apprentissage dans une séquence d'enseignement en optique géométrique. Thèse, Université Lumière Lyon 2, 2000.
- [5] Fawaz A., et Viennot L. Image optique et vision : enquête en classe de première au Liban. *Bull. Un. Phys.* juillet-août-septembre 1986; 80(686 (1)) :1125-1146.
- [6] Kaminski w. Conception des enfants (et des autres) sur la lumière. *Bull. Un.Phys.* juillet-août-septembre 1989;83(716):973-996.
- [7] Goldebrg F.M. and Mc dermott L.C. An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirrors. *American Journal of Physics*. 1987;52(2):108-119.
- [8] Galili I. Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*. 1996, 18(7), p. 847-868.
- [9] Viennot L. Anticipating teachers' reactions to innovative sequences. Examples in optics. In International Conference on Physics Education, Barcelona. Paris : Elsevier, GIREP 2000, p. 173.
- [10] Maurines L. Students and the concept of object in optical imaging. In Proceedings of the International Conference on Physics Education, Barcelona, Paris: Elsevier, GIREP 2000, p. 237.
- [11] Lapointe, J.J. La conduite d'une recherche en éducation et en formation. Presse de l'Université du Québec. 1995.
- [12] 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/>
- [13] 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>
- [14] 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.
- [15] Dalkey N., Helmer O. An experimental application of the Delphi Method to the use of experts. *Manag. Sci*. 1963;9:458-467.
- [16] Gordon T.J., Helmer O.. Report on a Long-range Forecasting Study. Santa Monica, CA: The Rand Corporation P-2982; 1964.
- [17] Linstone H.A., Turoff M. (Eds.), The Delphi Method, Techniques and Applications. Reading, MA: Addison-Wesley; 1975.
- [18] Turoff M. The design of a Policy Delphi. *Technol. Forecast. Soc. Change*. 1970;2:149-171.
- [19] Parentee R.J., Anderson J.K., Myers P., O'Brien T. An examination of the factors contributing to Delphi accuracy. *J. Forecast*. 1984;3:173-182.
- [20] Rowe G., Wright G. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *Int. J. Forecast*. 1999;15:353-375.
- [21] Landeta J. El método Delphi. Barcelona: Ariel; 1999.
- [22] 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.
- [23] Tiberghien A. Difficultés dans la formation des concepts. Innovations dans L'enseignement des sciences et de la technologie. Paris : Unesco, 1988, p. 101-114.
- [24] Giordan A. et DE VECCHI G. Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé ; 1994.
- [25] Edibi N. Vers une pédagogie centrée sur les conceptions initiales des élèves en didactique des sciences physiques. Exemple des concepts de poids et de masse. Mémoire de DEA. Inédit. CUSE de Dakar, 2000.
- [26] Bautier E. et Goigoux R. Difficultés d'apprentissage, processus de secondarissations et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle, in Evaluer et comprendre les effets des pratiques pédagogiques. *Revue Française de Pédagogie*. 2004;(148), INRP.
- [27] Viennot. L. Raisonner en Physique, la part du sens commun. Bruxelles, De Boeck, 1996.
- [28] Giordan. A et De Vecchi. G. Les Origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques. Neuchatel : Delachaux et Niestlé ; 1994. Available on : [http:// www.educnet.education.fr/phy/igen/exper1.htm](http://www.educnet.education.fr/phy/igen/exper1.htm)

- [29] Bachelard. G. La formation de l'esprit scientifique. Paris : Vrin ; 1938.
 [30] Piaget. J et Inhelder. B. Le développement des quantités physiques chez l'enfant. Neuchâtel : Delacheaux-Niestlé ; 1941.
 [31] Romainville M. L'échec dans l'université de masse. Paris : L'Harmattan ; 2000.
 [32] Romainville M. L'évaluation de la qualité de l'enseignement Supérieur. Troisièmes congrès Rapes, 2001.
 [33] Barnier G. Le tutorat dans l'enseignement et la formation. Paris: L'Harmattan; 2001.
 [34] Tinto V. Leaving College: Rethinking the causes and cures of student attrition. Chicago: University of Chicago Press, 1987.

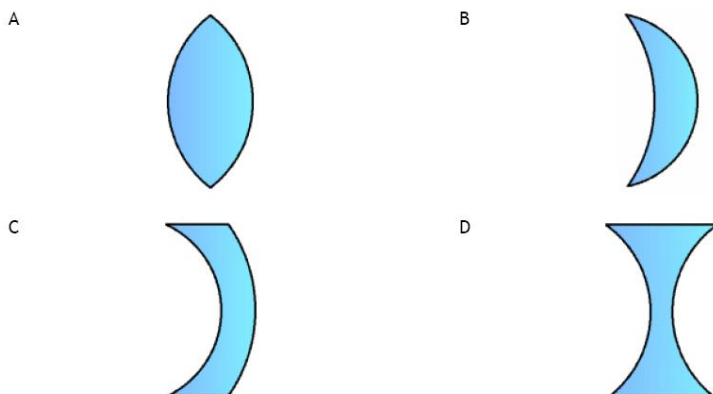
Cite this article: El Hassan El Hassouny. NOUVELLE TECHNIQUES DE DIAGNOSTIC DES OBSTACLES EN OPTIQUE GEOMETRIQUE AU SECONDAIRE : LA METHODE DELPHI, LA TECHNIQUE DU GROUPE NOMINALE ET LE QUESTIONNAIRE. Am. J. innov. res. appl. sci.. 2016; 3(1): 423-433.

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 :

Questionnaire Diagnostique de difficultés en optique géométrique

Q₁ Parmi, ces lentilles, quelles sont celles qui sont convergentes



- A et B
- B et C
- C et D
- A et D
- je ne sais pas

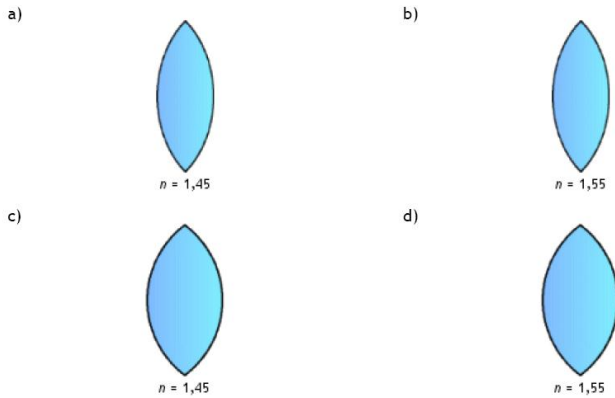
Q₂-Pour être dans les conditions de Gauss, il faut :

- des rayons passant le plus proche possible du centre optique O,
- des rayons peu inclinés par rapport à l'axe optique,
- des rayons proches des bords de la lentille,
- je ne sais pas,

Q₃- Représenter le parcours d'un faisceau lumineux qui traverse une lentille convergente ?

Q₄ -Représenter le parcours d'un faisceau lumineux qui traverse une lentille divergente ?

Q₅- Parmi ces lentilles, quelles sont celles qui possèdent la plus grande vergence?



Q₆- Préciser dans quel cas la vergence d'une lentille convergente augmente :

- plus elle est épaisse au milieu,
- moins elle est épaisse au milieu,
- plus le foyer principal s'approche de l'axe principal,
- je ne sais pas,

Q₇-On envoie un faisceau de lumière parallèle sur une lentille mince convergente :

- le faisceau émergent converge,
- le faisceau émergent diverge,
- le faisceau émergent reste parallèle ,
- je ne sais pas,

Q₈-Un rayon lumineux passant par le centre d'une lentille mince convergente :

- converge vers le foyer image,
- diverge en passant par le foyer objet,
- est non dévié,
- je ne sais pas,
-

Q₉-Pour obtenir une image à l'infini avec une lentille mince convergente, il faut placer l'objet :

- dans le plan focal image,
- dans le plan focal objet,
- collé à la lentille,
- Je ne sais pas,

Q₁₀- Si la distance entre un objet et la lentille est plus grande que la distance focale, alors l'image est :

- Renversée,
- plus grande que l'objet,
- renversée et plus petite que l'objet,
- je ne sais pas,

Q₁₁-Un microscope est constitué de deux lentilles minces convergentes, l'objectif puis l'oculaire, laquelle de ces deux lentilles a la plus grande distance focale :

- l'objectif,
- l'oculaire,
- je ne sais pas,

Q₁₂-L'image définitive formée par un microscope doit être :

- à l'infini,
- au niveau où l'on place l'œil,
- juste derrière l'oculaire,
- je ne sais pas,

Q₁₃-Le microscope est constitué de :

- 2 lentilles convergentes,
- 2 lentilles divergentes,
- la 1ère convergente et la 2ème divergente,
- je ne sais pas,

Q₁₄- La loupe est une lentille :

- convergente quel que soit son foyer,
- divergente son foyer est petit,
- convergente son foyer est entre 2cm et 5 cm,
- je ne sais pas,
-

Donner un schéma,

Cite this article: Insert you Name and First name of all authors of article. All names should be given in full. Insert title of your article her (FORM CALIBRI, 10). *Am. J. innov. res. appl. sci.*. 2016; 2(x): xx-xx.

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/>.