

CONSTRUCTION DU SAVOIR D'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE PAR LA DÉMARCHÉ D'INVESTIGATION EN CLASSE DE PREMIÈRE SCIENTIFIQUE.

Winnie KENFACK NGUETSOP

Département de didactique des disciplines

Faculté des sciences de l'éducation

Université de Yaoundé 1

winnienguetsop@yahoo.com

Willy-Nelson KOUAKAM GONTIO

Département de didactique des disciplines,

Faculté des sciences de l'éducation

Université de Yaoundé 1

gf_nelson15@yahoo.fr

AYINA BOUNI

Département de Science de l'Éducation,

Ecole Normale Supérieure

Université de Yaoundé 1

Résumé

La démarche d'investigation est une stratégie d'enseignement-apprentissage utilisée dans les sciences expérimentales qui vise à favoriser chez l'apprenant, la construction du savoir et le développement des compétences. Ainsi, nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle l'utilisation de la démarche d'investigation améliore le raisonnement des élèves des classes de première scientifique sur le phénomène d'induction électromagnétique. Cette démarche a été expérimentée au lycée de Ngoa-Ekellé en classe de première D. Les évaluations subies à la fois par les apprenants du groupe témoin et ceux du groupe expérimental ont consisté en deux tests d'habiletés, l'un avant (pré-test ou test d'homogénéité) l'autre à la fin de l'expérimentation (post-test ou test expérimental). La comparaison des résultats des deux groupes à l'aide d'outils statistiques montre que l'utilisation de la démarche d'investigation influence positivement la construction du savoir et améliore significativement les scores des apprenants.

Mots clés : *Démarche d'investigation, construction du savoir, induction électromagnétique, pré-test, post test.*

Abstract

The investigative approach is a teaching-learning strategy used in the experimental sciences which aims to promote in the learner, the construction of knowledge and development of skills. We made hypothesis that using investigative approach improve the reasoning of learners on the phenomenon of

electromagnetic induction. This strategy was experienced at government high school of Ngoa-ékellé in the class of première D. Two tests of ability were successively administered to two groups of students; the first test (pre-test or test of homogeneity) before and the second test (post-test or experimental test) at the end. The comparison of the results from the two groups revealed that the investigation approach used alongside positively influence the acquisition of knowledge and improved considerably students' scores.

Keywords: *investigative approach, construction of knowledge, electromagnetic induction, pre-test, post-test.*

1. Introduction

Les nombreuses réformes et réflexions sur l'enseignement des sciences physiques ainsi que la formation continue des enseignants de physiques, sont la preuve de l'importance de la complexité de cette discipline dans tout le système éducatif Camerounais. Dans les pays en voie de développement, la beauté et la force de cette matière s'estompent à causes des difficultés économiques et sociales, et surtout à cause de la résignation des acteurs de l'enseignement des sciences physiques face aux défis pédagogiques et didactiques qui les interpellent. Le Cameroun dans cette dynamique n'est pas en reste.

La physique est une science qui regorge une multiplicité de concepts parmi lesquels le phénomène d'induction électromagnétique. Ce phénomène constitue un élément essentiel du comportement du champ électromagnétique : il commande directement des applications les plus importantes de l'électricité, les générateurs et les moteurs, pour ne pas parler des transformateurs, freins, fours, etc... ; il intervient également de manière essentielle dans le couplage entre champ électrique et champ magnétique, ce qui rend possible la propagation des ondes électromagnétiques et leur détection.

Par ailleurs, bien que ce phénomène soit important et passionnant, plusieurs apprenants rencontrent des difficultés conceptuelles dans la construction du savoir.

Le présent article vise à vérifier si l'utilisation de la démarche d'investigation dans l'enseignement de l'induction électromagnétique pourrait améliorer l'évolution du raisonnement chez les élèves des classes de premières scientifiques.

2. Contexte et problématique

L'existence du phénomène d'induction électromagnétique a été

très tôt (c'est-à-dire dès le premier tiers du XIX^{ème} siècle) ressentie comme une sorte de besoin. Mais les conditions de cette apparition sont complexes puisque l'élément déterminant est la variation dans le temps du flux magnétique à travers le circuit, c'est-à-dire une quantité qui, il faut l'avouer, ne s'impose pas à priori comme une caractéristique primordiale du champ magnétique dans lequel baigne le circuit. C'est en 1811 avec les recherches de Faraday, que le phénomène d'induction électromagnétique sera complètement repéré, décrit et analysé quantitativement, et pour que soit énoncée la loi fondamentale que résume en notation moderne la relation :

$$e = -\frac{d\phi}{dt},$$

Liant la f.e.m d'induction e à la dérivée par rapport au temps t du flux magnétique ϕ à travers le circuit.

Ce phénomène fondamental constitue bien-sûr un point de passage obligé de tout enseignement de l'électromagnétisme dans les établissements secondaires. Mais, il reste un phénomène intrinsèquement complexe. Ses origines, à priori nettement distinctes, confrontent toute présentation à des problèmes de natures diverses ; ce qui rend difficile son apprentissage (Abboud, 1984) et son enseignement au lycée et à l'université. Nous avons entre autres :

- La phénoménologie est complexe, et caractérisée par des conditions d'apparition à priori nettement distinctes, mais toutefois régie par une loi unique.

- La formalisation du phénomène fait largement usage de l'analyse vectorielle qu'un enseignement secondaire ne peut pas entièrement inclure. En particulier, échappent à cet enseignement la manipulation des opérateurs différentiels et le calcul intégral. Par la suite, les équations de Maxwell ne peuvent pas être mise à profit ni pour décrire, le couplage entre les deux champs E et B , ni pour faire découler, à partir de la relation $\text{div } B=0$, les propriétés analytiques du flux magnétique. On ne pourra donc pas justifier complètement le traitement quantitatif de l'induction électromagnétique, sauf dans des cas simples. D'autre part, même dans ces cas, il reste un aspect technique très délicat : celui du sens des effets induits.

- Les applications techniques de l'induction électromagnétique ont des conditions de réalisation un peu complexes ; ce qui nécessite une modélisation simplificatrice des situations qu'on choisit de présenter.

-Les phénomènes d'induction sont assez abstraits : disques de Faraday, courants de Foucault, etc...

Voici donc réaffirmé quelques problèmes didactiques auxquels un enseignement secondaire de l'induction électromagnétique est confronté. Entre autres, nous avons remarqué que pour des raisons multiples, plusieurs simplifications doivent être obligatoirement admises. Et malgré tout, on doit s'attendre à ce que des difficultés persistent, d'une manière ou d'une autre au cours du processus d'apprentissage.

Dans le concept d'électromagnétisme, on voit électricité et magnétisme. Ces deux notions sont introduites dans le cursus camerounais séparément à partir de la classe de quatrième en conformité avec l'arrêté N°419/14/MINESEC/IGE DU 09 DEC 2014, portant définition des programmes d'études des classes de 4^{ème} et 3^{ème} de l'enseignement Secondaire Général. La notion de magnétisme est introduite dans le cursus secondaire, précisément dans la classe de quatrième avec l'étude sur les aimants et sur le champ magnétique terrestre. Ici, on emmène l'enfant à savoir identifier les pôles d'un aimant, à interpréter les interactions entre les pôles des aimants, à interpréter le comportement d'une aiguille aimantée et à utiliser la boussole pour s'orienter. De même pour l'électricité, elle est introduite dans cette classe notamment avec l'étude des types de circuits électriques en courant continu. La notion d'électromagnétisme proprement dite n'est introduite dans le cursus secondaire qu'à partir de la classe de première scientifique des séries 'C'est 'D'. Elle s'étend sur tout un thème dont le titre est le courant alternatif. Il est prescrit de partir du cours sur les aimants pour introduire la notion d'électromagnétisme et de montrer expérimentalement l'impact des différents paramètres (champs, surface, etc...) sur la force électromotrice induite. Mais à aucun moment on ne met l'accent sur ce que l'élève doit faire ou alors comment sera construit le concept. C'est pourquoi on observe généralement des exposés de types magistraux qui excluent complètement l'élève d'un apprentissage qui lui est pourtant complètement destiné.

Les didactiques des disciplines ont pour objet central les processus de construction des connaissances et de savoir-faire qui sont à l'œuvre dans un système didactique (Bronckart & Chiss, 2018). C'est allant dans le même ordre d'idée que nous avons voulu nous intéresser à la manière dont la connaissance est construite chez les élèves de première scientifique sur le phénomène d'induction électromagnétique. Étant d'accord avec d'autres auteurs tels que Roja Bagheri-Crosson et Patrice

Venturini (2006) sur le fait que les élèves ont une organisation cognitive très pauvre lorsqu'il faut expliciter les procédures qu'ils utilisent en électromagnétisme pour résoudre tel ou tel problème.

Constat et formulation du problème de recherche

Nous nous sommes intéressés pendant notre période de stage, aux élèves de première scientifique des séries C et D et nous avons fait un certain nombre de constats que nous présentons ici :

- Les élèves organisent très peu leurs conduites et sont habitués pour la plupart à appliquer des formules de manière routinière sans trop savoir pourquoi ils le font ou quand ils le font ;
- L'électromagnétisme apparaît pour beaucoup comme un phénomène étrange et la compréhension même du phénomène est un réel problème ;
- Lorsqu'ils sont face à un exercice d'électromagnétisme, beaucoup sont ceux qui ne parviennent pas à « démarrer » et se sentent contraint d'abandonner complètement l'exercice ce qui a un énorme impact sur la performance finale en physique. La conséquence est cet écart que nous retrouvons entre les notes de la première et de la deuxième séquence, ceux de la deuxième séquence étant plus basse ; l'enseignant de la classe explique que cette baisse est aussi liée au fait que les élèves performant moins sur la partie de l'épreuve consacré à l'électromagnétisme.
- Les élèves établissent très difficilement les liens entre les concepts tels que le champ magnétique, le flux magnétique, la surface, etc... ils intègrent très difficilement qu'une variation du flux dans un circuit fermé induit un courant dans ce circuit ; et ils intègrent encore plus difficilement les différents paramètres qui font varier le flux et donc susceptibles d'induire un courant dans le circuit.

D'autres études ont montré que les élèves attribuent au magnétisme, le statut de quelque chose d'abstrait ou d'une substance (Maarouf & Benyamna, 1997). S'agissant des procédures, les élèves éprouvent des difficultés à donner du sens aux concepts et à utiliser les procédures comme le remarque Maarouf et Benyamna. En ce qui concerne le rapport à l'électromagnétisme, les élèves le considèrent comme difficile avec la prépondérance de la mathématisation, et des formules qu'ils faut retenir

par cœur, ce qui rend difficile l'appréhension du sens physique des situations (Venturini & Albe, 2002). Les élèves trouvent en l'électromagnétisme un domaine d'étude purement utilitaire et non un domaine dans lequel on se projette dans l'avenir. Ils utilisent et manipulent les formules de manière routinière sans aucun contrôle et témoignent d'une organisation cognitive très pauvre (Greca & Moreira, 1997).

Quel que soit le public, ce bref aperçut met en évidence l'existence de difficultés importantes liées à l'utilisation du concept de champ magnétique et des concepts associés à l'électromagnétisme. Lorsqu'ils sont face à des problèmes d'électromagnétisme, très peu d'élèves apportent un raisonnement logique et très peu encore parviennent à établir un lien entre les différents concepts clés de l'électromagnétisme à savoir le champ magnétique, le flux magnétique et l'induction électromagnétique. Cette désastreuse réalité nous démontre à suffire que l'enseignement proposé pour qu'on en arrive là, n'explique pas assez les différents concepts et procédures à utiliser face à un problème d'électromagnétisme. En effet, si les différents concepts étaient assez explicites, alors les élèves n'auraient pas tant de mal à raisonner et à donner un sens physique à ces concepts bien que fortement liés aux concepts mathématiques. De plus, parce que les élèves trouvent en l'électromagnétisme une dimension purement utilitaire, on pourrait se demander si ce phénomène est assez contextualisé au point d'intéresser les élèves. Toutes ces remarques nous amènent à poser dans le cadre de cette étude le problème lié au type d'enseignement à dispenser et de la méthode adéquate à utiliser pour améliorer le mode de raisonnement des élèves et donc leurs performances.

3. La théorie de l'action conjointe (Sensevy, 2009)

Initialement centrée sur le travail du professeur, la théorie de l'action conjointe en didactique s'intéresse aux apprentissages des élèves, puis à l'action conjointe du professeur et de l'élève. La théorie de l'action conjointe en didactique (TACD) (Sensevy, 2007, 2009, cité par Venturini & Tiberghien, 2012) a pour objectif de rendre compte à la fois des dimensions socio-historique et située des pratiques d'enseignement et apprentissage en modélisant les transactions entre les différents acteurs survenant à l'occasion de la transmission d'un savoir particulier (Ligozat & Schubauer-Leoni, 2009, p. 88-91), cité par (Venturini & Tiberghien,

2012). Elle concerne donc le processus de construction du savoir par les élèves à travers des activités d'explicitation des concepts, de contextualisation et de réinvestissement ; lesquelles permettront de faire évoluer le raisonnement des apprenants sur le concept d'induction électromagnétique.

Sensevy (2009, p.113) cité par Venturini &Tiberghien (2012) considère d'une manière générale que les actions effectuées en situation selon la logique de la pratique mettent en jeu à la fois la maîtrise de jeux de langage spécifiques, un processus sémiotique particulier et l'inférence conjointe à partir de l'environnement. Ce point de vue permet d'envisager la modélisation des pratiques (d'enseignement-apprentissage) en termes de jeux. En effet, la logique de la pratique étant incorporée dans la logique des situations qui la constituent, on peut considérer qu'un individu qui agit dans une partie du monde social (et donc construit à cette occasion du sens à travers la pratique) joue un certain jeu dans des situations liées à des institutions. Le jeu est un modèle qui permet de relier situation et institution. En suivant ce point de vue, les situations liées aux pratiques d'enseignement-apprentissage se déroulant dans des institutions particulières peuvent donc être décrites comme un ensemble de jeux didactiques, chacun ayant un enjeu particulier lié à la construction de savoirs en vue de faire évoluer le raisonnement des apprenants. Chaque jeu comporte des joueurs représentant respectivement l'instance professeur et l'instance élève (Sensevy, 2007, p. 14, cité par Venturini &Tiberghien, 2012, p. 101).

Cette théorie propose trois concepts pour expliquer un jeu didactique. La première est la **mésogenèse** qui concerne la genèse du milieu didactique. Selon Brousseau (2005, p. 3, cité par Venturini &Tiberghien, 2012, p. 101), le milieu didactique est « tout ce qui agit sur l'élève [ou l'enseignant] et tout ce sur quoi l'élève [ou l'enseignant] agit ». Sensevy (2007, p. 23) l'envisage à la fois comme un contexte cognitif commun rendant possible l'action conjointe et comme un contexte antagoniste résistant aux actions et pensées des élèves. Il inclut des éléments matériels et conceptuels amenés par les élèves ou le professeur au cours du jeu, mais aussi le résultat du processus sémiotique coconstruit au cours des interactions. La mésogenèse décrit donc le processus par lequel le professeur et les élèves organisent ou réorganisent le milieu. La deuxième est la **chronogenèse**, c'est-à-dire la genèse du temps didactique, elle décrit l'évolution du savoir résultant des

transactions successives entre les acteurs. Et enfin la troisième qui est la *topogenèse*, c'est-à-dire la genèse des positions dans la classe, décrit la répartition de la responsabilité épistémique entre professeur et élève (Venturini P., 2012, p. 102).

4. Methodologie

Le propos de cette recherche a été de vérifier si l'utilisation de la démarche d'investigation dans l'enseignement de l'induction électromagnétisme peut favoriser l'évolution du raisonnement des élèves des classes de premières scientifiques, tout en améliorant leurs scores. Il sera donc question de faire une comparaison entre des pratiques pédagogiques traditionnelles d'une part et l'enseignement par la démarche d'investigation d'autre part.

Dans le cadre de ce travail, il s'agit d'une recherche expérimentale basée sur un protocole de recherche selon le schéma pré-test, test (une séance d'expérimentation) et post-test. Nous optons ainsi pour une approche quantitative d'investigation en suivant une démarche hypothético-déductive (N'DA, 2015). Cette démarche hypothético-déductive consiste pour le chercheur à se poser une question, à formuler une réponse provisoire, à élaborer des conjectures théoriques et à les soumettre à des tests empiriques dont le but est de vérifier la véracité de la réponse provisoire. Notre population est composée de l'ensemble des élèves de première scientifique du lycée de Ngoa-Ekellé. Cet établissement est situé dans la région du centre, département du Mfoundi, arrondissement de Yaoundé III^{ème}, entre l'INJS et la gendarmerie de Ngoa-Ekellé. Au préalable, nous avons fait un pré-test pour nous assurer de l'homogénéité des deux groupes ; après avoir passé l'expérimentation, nous avons invité les deux groupes à répondre aux questions du post-test. Ces questions ont été construites avec trois enseignants de sciences physiques et un didacticien de science. La construction des questionnaires d'évaluations (sous forme de QCM) a été faite en tenant compte du programme en vigueur et de la langue d'enseignement. La méthode quantitative nous donnera l'occasion d'apprécier les scores des élèves après une expérience en situation de classe sanctionnée par un test d'évaluation formative. L'objectif visé est de faire évoluer le raisonnement des apprenants tout en mesurant leurs scores à travers l'évaluation formative qui leur sera proposée. La typologie de notre étude est mixte, mais pour des raisons de synthèse des

travaux, nous explorerons le volet quantitatif. Ainsi, en nous situant dans une approche empirique quasi-expérimentale, nous optons pour un échantillonnage par quotas (choix raisonné). Après les résultats du pré-test, nous avons constitué deux groupes à peu près équivalents. Cette notion d'équivalence a permis d'opérer un contrôle efficace sur les variables nuisibles qui pourraient brouiller les résultats de l'étude. Ceci signifie notamment qu'avant le début de l'expérience, les deux groupes d'élèves avaient à peu près le même âge ; le même niveau de compétence, les mêmes conditions matérielles, le même environnement. Bref, les élèves étaient semblables sur toutes les caractéristiques pouvant avoir un effet sur leurs acquisitions. Tout ceci vise à « contrôler l'influence des facteurs externes à l'expérience en vue de s'assurer que les résultats de l'expérience sont bien dus au protocole de recherche, et non à d'autres variables » et ainsi à assurer la validité interne de l'expérience (Coman & al, 2016, p. 27).

Pour notre échantillonnage, nous avons donc constitué deux groupes après le pré-test et nous avons fait un tirage au hasard par un élève de la classe ; Nous avons mis dans l'urne deux bouts de papier correspondant aux deux groupes, puis nous avons effectué un tirage sans remise par l'élève pour déterminer le groupe qui constituerait le groupe expérimental et celui qui constituerait le groupe témoin. L'échantillon est choisi de façon à constituer une image aussi fidèle que possible de la population. Notre échantillon est donc constitué d'un groupe témoin de 23 élèves et d'un groupe expérimental 24 élèves. Les deux groupes sont semblables en tout point selon les caractéristiques plus haut citées. Nous avons utilisé comme instrument de collecte des données : les questionnaires d'évaluations sous forme papier/crayon. Des questions portant sur des notions d'inductions électromagnétiques sont posées aux apprenants ; pour la plupart ce sont des questions ouvertes parce que nous voulons évaluer le raisonnement des élèves. Avant de les administrer, nous avons fait une analyse à priori ; cela nous a permis de contrôler et de réduire les biais au niveau des informations contenues dans le questionnaire, et de tester sa fiabilité. Avant l'expérimentation, nous avons fait un pré-test qui nous a permis de jauger les niveaux initiaux des élèves dans les deux groupes ; en fin d'expérimentation, nous avons fait subir aux élèves des deux groupes le post test qui était subdivisé en trois parties : une partie émission des hypothèses notée sur 6 points, une partie activité d'explicitation des concepts notés sur 6 points et une partie activité de contextualisation et de réinvestissement

notée sur 8 points. La comparaison des scores des élèves des deux groupes nous a permis de nous prononcer, quant à la pertinence et à l'efficacité de notre modèle.

5. Présentation des resultants

Tableau 1 : distribution des performances en émission des hypothèses, en activités d'explicitation et en activité de contextualisation au **pré-test**.

Items	Classe expérimentale	Classe témoin
Émission des hypothèses / 6	3,0	2,69
Activités d'explicitation / 6	2,91	2,84
Activités de contextualisation / 8	2,41	2,63

Source : données du terrain.

Au regard du tableau ci-dessus, on peut observer qu'au pré-test, la moyenne dans les deux classes (expérimentale et témoin) est sensiblement identique. Ce qui laisse transparaître une certaine homogénéité des groupes.

Au post-test, nous avons obtenu pour différentes rubriques, les tendances suivantes :

- Émission des hypothèses

Nous avons dans le groupe expérimental 23 élèves sur 24 qui ont une note supérieure à 3 sur 6. De plus, 11 élèves sur 23 parmi ceux qui se sont démarqués ont eu une moyenne comprise entre 4,5/6 et 6/6. Dans le groupe témoin par contre, 19 élèves sur 23 ont tous eu des notes comprises entre 3 et 4,5.

- Développement des capacités d'explicitation des concepts

22 élèves sur 24 ont eu une note supérieure ou égale à 3/6, soit un pourcentage de 91,66%. De plus, sur ces 22 élèves, 13 ont une moyenne comprise entre 4,5 et 6. Quant au groupe témoin, on observe que 15 élèves sur 23 ont eu une note supérieure ou égale à 3/6, soit un pourcentage de 65,21, et 3 seulement ont une moyenne comprise entre 4,5 et 6.

- **Développement des capacités de contextualisation et de réinvestissement**

20 élèves sur 24 ont eu une note supérieure ou égale à 4/8 dans le groupe expérimental, soit un pourcentage de 83,33%. Quant au groupe témoin, on observe que seulement 3 élèves ont une note supérieure ou égale à 4/8 soit un pourcentage de 13,04%.

6. Discussion des résultats

6-1 Emission des hypothèses

L'analyse des résultats révèle que la moyenne (4,25/6) de la classe expérimentale au post-test est supérieure à la moyenne (3,00/6) au pré-test, soit en termes de pourcentage 50% au pré-test contre 70,83% au post test. Il y a donc une évolution de 20,83% ; L'écart constaté entre les deux tests laisse transparaître une nette progression des élèves. Par contre, dans le groupe témoin, au post-test, la moyenne est de (3,28/6) contre une moyenne de (2,69/6) au pré-test, soit en termes de pourcentage 44,83% au pré-test contre 54,66% au post test. L'évolution des élèves du groupe témoin est de 9,83%. On constate donc une faible progression des élèves dans ce groupe. Le groupe expérimental a eu une progression plus significative

6-2 Développement des capacités d'explicitation des concepts

L'analyse des résultats révèle que la moyenne (4,37/6) de la classe expérimentale au post-test est supérieure à la moyenne (2,91/6) au pré-test, soit en termes de pourcentage 48,50% au pré-test contre 72,83% au post test. Il y a donc une évolution de 24,33% ; L'écart constaté entre les deux tests laisse transparaître une nette progression des élèves. Par contre, dans le groupe témoin, au post-test, la moyenne est de (2,97/6) contre une moyenne de (2,84/6) au pré-test, soit en termes de pourcentage 47,33% au pré-test contre 49,50% au post test. L'évolution des élèves du groupe témoin est de 2,17%. On constate donc une très faible progression des élèves dans ce groupe. Le groupe expérimental a eu une progression plus significative. On peut supposer que le développement des capacités d'explicitation des concepts influe significativement sur les performances scolaires des élèves

6-3 Développement des capacités de contextualisation des concepts

L'analyse des résultats révèle que la moyenne (4,75/8) de la classe expérimentale au post-test est supérieure à la moyenne (2,41/8) au pré-test, soit en termes de pourcentage 30,12% au pré-test contre 59,37% au post test. Il y a donc une évolution de 29,25% ; L'écart constaté entre les deux tests laisse transparaître une nette progression des élèves. Par contre, dans le groupe témoin, au post-test, la moyenne est de (2,65/8) contre une moyenne de (2,63/8) au pré-test, soit en termes de pourcentage 32,87% au pré-test contre 33,12% au post test. L'évolution des élèves du groupe témoin est de 0,25%. On constate donc une très faible progression des élèves dans ce groupe. Le groupe expérimental a eu une progression plus significative. Les résultats du test en T Student nous montre que :

L'entraînement à l'émission des hypothèses T cal (3,913) > T lu (1,680) ; le développement des capacités d'explicitation des concepts T cal (4,514) > T lu (1,680) ; le développement des capacités de contextualisation et de réinvestissement T cal (7,132) > T lu (1,680).

Ce qui nous permet de constater que l'entraînement à l'émission des hypothèses, le développement des capacités d'explicitation des concepts ainsi que le développement des capacités de contextualisation et de réinvestissement influent significativement sur le raisonnement et les scores des élèves.

7. Conclusion

Le présent article visait à vérifier qu'un enseignement conduit par la démarche d'investigation améliore le raisonnement des élèves des classes de première scientifique sur le phénomène d'induction électromagnétique. À travers des activités liées à l'entraînement à l'émission des hypothèses, à l'explicitation des concepts et le développement des capacités de contextualisation et de réinvestissement par l'enseignant, nous avons pu constater une réelle évolution du raisonnement des apprenants à travers leurs scores sur le phénomène d'induction électromagnétique. Au-delà des scores, le champ des verbalisations et les productions écrites des élèves devraient être aussi exploré pour confirmer davantage l'évolution du raisonnement chez ces apprenants.

Références bibliographiques

Aboud Rizkallah (1984), *le phénomène d'induction électromagnétique et son enseignement au lycée et à l'université*. Paris VII.

Amougou (2018), *Utilisation de l'expérimentation dans la construction des savoirs sur le concept de masse volumique*. Yaoundé.

Andrée Dumas-Carré, Monique Goffard & Daniel Gil Perez (1992). Difficultés des élèves liées aux différentes activités cognitives de résolutions de problèmes. *ASTER*, 53-75.

Bernard Andrieu & al. (2005), *Expérimenter pour apprendre*. Paris: L'Harmattan.

Blat Gimeno José (1984), *L'ecbec scolaire dans l'enseignement primaire: moyens de le combattre*. Genève: ISBN.

Chantal Amade-Escot & Venturini Patrice (2008), Analyse des situations didactiques. *Les dossiers des sciences de l'Education*, 17.

Dodge Yadolah (2007), *Statistique Dictionnaire Encyclopédique*. New York: Springer Science and Business Media.

Emile Paun (2006), Transposition didactique: un processus de construction du savoir scolaire. *Carrefour de l'Education*, 3-13.

Florence Igozat & Maria Luisa Schubauer-Leoni (2002), Analyse des interaction didactique dans une leçon sur les "Grands nombres" suivi d'un essai de catégorisation de l'action enseignante en milieu ordinaire. Université de Genève.

Gaston Bachelard (1986), *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.

George De Boer (1991), A history of ideas in science education: Implications for practice. *New york, NJ: Teacher college press et Londres: Columbia University*.

Gérard Sensevy (2009), Étude d'un enseignement de la lecture au cours préparatoire : esquisse d'articulation de divers types d'analyse. *Revue française de pédagogie*, 168, 38-58.

Ileana Maria Greca & Marco Antonio Moreira (1997), The kinds of mental representation-models propositions and images-used by college physics students regarding the concept of field. pp. 711-724.

Jacques Lecomte (1998), Pensée et langage. *Les fondements de la démocratie*, 168.

Jean Marie Boilevin & al. (2012), *Didactique des sciences et démarche d'investigation*. Paris: L'Harmattan.

Jean Paul Bronckart & Jean-Louis Chiss (2018), *Didactique-la didactique des disciplines*. Consulté le Aout 28, 2018, sur Encyclopaedia

Universalis: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/didactique-la-didactique-des-disciplines>

Laurence Viennot (1994), Recherche en didactique et nouveaux programmes d'enseignement: convergences. *Didaskalia*, 121.

Maarouf Abdeljalil & Benyamna Salah (1997), La construction des sciences par les représentations et les erreurs: cas des phénomènes magnétiques. *Didaskalia*, 108.

Mathieu Lachance & al. (2015), *Electricité et Magnétisme*. Louvain-la-neuve: De Boeck.

Patrice Venturini et Andrée Tiberghien. (2012, juillet-août-septembre). La démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques: étude de cas au collège. *OpenEdition*, 95-120. doi:10.4000/rfp.3810

Patrice Venturini, & Virginie Albé (2002), Interprétation des similitudes et différences dans la maîtrise conceptuelle d'étudiants en électromagnétisme à partir de leur(s) rapport(s) au(x) savoir(s). *Aster*, 165-188.

Paul N'DA (2015), *Recherche et méthodologie en sciences sociales et humaines*. Paris: L'Harmattan.

Ramona Coman & al. (2016), *Methodes de la science politique: de la question de départ à l'analyse des données*. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.

Ratziu, Ndiaye, & Guisse. (1998), *Presenter les éléments de savoirs de manière structurée et cohérente ne suffit plus*. Dakar: CUSE de Dakar.

Roja Bagheri-Crosson (2006), Analyse du raisonnement d'étudiants utilisant les concepts de base de l'électromagnétisme. *Didaskalia*, 1.

Roja Bagheri-Crosson et Patrice Venturini (2006), Analyse du raisonnement d'étudiants utilisant les concepts de base de l'électromagnétisme. *Didaskalia*, 1.

Taoufik, Mohamed & al (2017), Difficulté d'apprentissage des sciences physiques chez les élèves du secondaire qualifiant au Maroc. *American journal of innovative research and applied sciences*, 120.

Yves Lenoir (2005), Les pratiques enseignantes: analyse des données empiriques. *Presses Universitaires du Mirail*, 100.