



CONCEPTION D'UN LIVRE NUMÉRIQUE SUR LES CIRCUITS ÉLECTRIQUES ET FORMATION DES ENSEIGNANTSⁱ

Abdeljalil Métiouiⁱⁱ

Département de Didactique,
Université du Québec à Montréal,
Canada

Résumé:

Dans la présente recherche, nous présentons un résumé des travaux réalisés de par le monde sur la formation scientifique des enseignants des écoles primaires et nous verrons qu'elle est insuffisante pour initier les élèves aux sciences. Ensuite, nous esquissons une synthèse des recherches qui développent des environnements didactiques axés sur l'expérimentation, en vue d'aider les enseignants à acquérir les rudiments de la démarche expérimentale. Finalement, nous illustrons la structure générale d'un livre numérique portant sur l'expérimentation relative aux fonctionnements de circuits électriques simples, suivis de quelques commentaires d'étudiants québécois en formation qui l'ont étudié dans le cadre d'un cours universitaire portant sur la didactique des sciences et des technologies, au primaire.

Mots-clés: éducation scientifique, étudiants en formation des maîtres, école primaire, circuit électrique, manuel numérique

Abstract:

In this research, we present a summary of the work done around the world on the scientific training of primary school teachers and we will see that their training is deficient. Then, we sketch a synthesis of research that develops didactic environments focused on experimentation, to give teachers, the basics of the experimental approach. Finally, we illustrate the general structure of a digital book on experimentation related to the operation of simple electrical circuits, followed by some comments from Quebec students in training who experimented with it in a university course on the didactics of sciences and technologies at the primary level.

Keywords: scientific education, pre-service teachers, elementary school, digital teaching materiel

ⁱ DESIGN OF A NUMERIC BOOK ON ELECTRIC CIRCUITS AND TEACHER EDUCATION

ⁱⁱ Correspondence: email metioui.abdeljalil@uqam.ca

1. Introduction

Dans le cas de l'enseignement des sciences au primaire et au secondaire, de nombreux travaux soulignent qu'il est inadéquat et que dans le cas du primaire, la majorité des enseignants n'est pas à l'aise avec cette discipline (Garraway-Lashley, 2019; Şengül et al., 2008; OCDE, 2005).

Les enseignants québécois n'échappent pas à ce constat. En effet, une étude réalisée par le Conseil supérieur de l'éducation du Québec (2013) auprès d'enseignants au primaire révèle leurs difficultés à mener des activités d'expérimentation avec leurs élèves:

« [Les enseignants consultés ont] déclaré que [leur formation à l'université] ne procure pas suffisamment d'outils disciplinaires et didactiques pour l'enseignement de la science et de la technologie. Pour plusieurs, l'aspect limité de la formation initiale serait à la source du sentiment d'incompétence et d'insécurité présent au sein des corps professoraux de plusieurs écoles. Cet inconfort à l'égard de l'enseignement de cette matière, révélé par les enseignants et les conseillers pédagogiques consultés, se traduit notamment par l'appréhension de l'utilisation de l'équipement scientifique et par la crainte de l'échec des activités scientifiques accomplies avec les élèves. Plusieurs études mettent en évidence la faiblesse de la dimension conceptuelle au sein des activités d'expérimentation réalisées en classe [...]. En d'autres mots, l'insécurité à l'égard des activités de science et technologie reposerait plus sur la difficulté des enseignants à soutenir, sur le plan théorique, les expérimentations que sur la crainte, à proprement parler, de l'utilisation du matériel scientifique. » (p. 45)

Force est de constater que huit ans après cette étude, Leblanc (2019) souligne le même constat dans un numéro thématique de la revue Québec Science, c'est-à-dire un échec de cet enseignement au primaire et au secondaire.

Pour corriger cette situation, de plus en plus de chercheurs développent des stratégies reliées à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences au primaire. La présente recherche s'inscrit dans cette lignée et nous allons ainsi, dans un premier temps, présenter un aperçu des travaux portant sur la conception d'expérimentations pour les enseignants du primaire. Ensuite, nous allons illustrer des environnements didactiques numérisés que nous avons bâtis en vue d'aider les enseignants à acquérir les notions de base qui sous-tendent le fonctionnement de circuits électriques simples.

2. Travaux portant sur la conception d'expérimentations pour les enseignants du primaire

Selon les constats de l'OCDE, il est urgent de développer des programmes de formation pour les enseignants puisqu'ils occupent une place centrale auprès des jeunes, à un âge

où ils se posent une multitude de questions au sujet des phénomènes naturels et construits avec lesquels ils sont quotidiennement en interaction.

Pour pallier ces difficultés, plusieurs pays comme la France, l'Italie, l'Espagne, l'Australie, la Finlande et le Québec, proposent des activités d'expérimentation destinées aux enseignants en formation et en exercice pour les aider à acquérir les rudiments de la démarche expérimentale en mettant la main à la pâte.

Par exemple, les chercheurs finlandais Häkkinen et Lundell (2012) notent que la majorité des enseignants est consciente des lacunes au niveau de leurs formations en sciences, plus particulièrement en chimie et en physique. Cela les empêche de proposer à leurs élèves des expériences simples favorisant l'acquisition des notions de base reliées à ces champs.

De même, le site La main à la pâte (Charpak, lauréat du prix Nobel de physique en 1992, 1996), adapté au programme du ministère de l'Éducation nationale en France, propose aux enseignants et à leurs élèves des expériences à réaliser ainsi qu'une documentation scientifique, didactique et pédagogique importante. C'est une référence dans le domaine et plusieurs pays s'en inspirent pour développer des programmes de formation pour leurs enseignants. Dans cette optique, les chercheurs Carpignano et Cerrato (2012) développent des programmes de formation pour l'enseignement des sciences expérimentales destinés aux enseignants italiens.

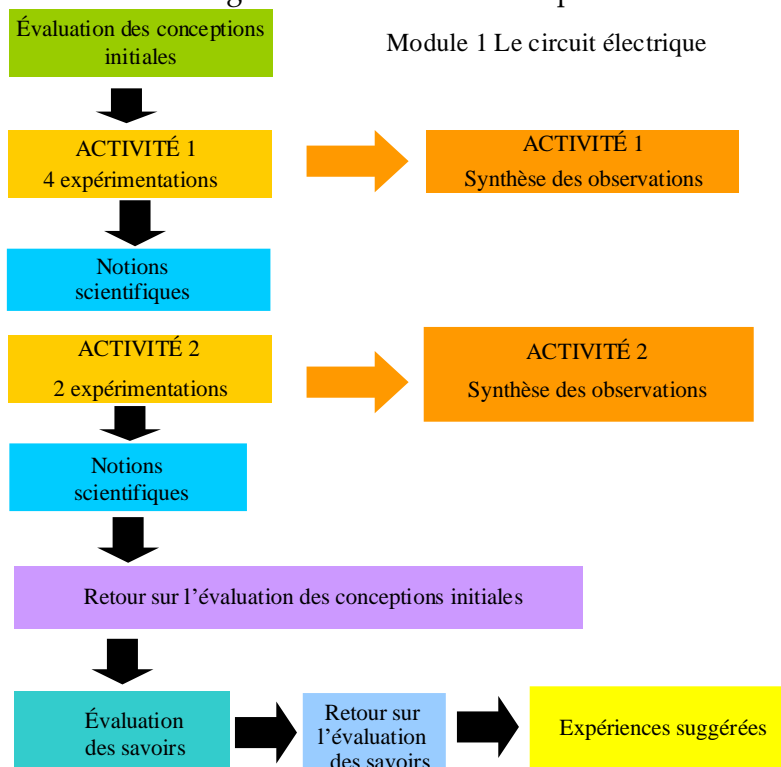
3. Conception d'environnements didactiques numérisés

Pourquoi des environnements numérisés? Nous avons souligné dans l'introduction que la formation des enseignants en sciences est déficiente. Ajoutons à cela des problèmes reliés au manque de ressources pour la formation continue des enseignants et le manque de temps pour qu'ils s'approprient eux-mêmes une telle formation. Dans cette perspective, le développement d'un modèle de formation à distance serait beaucoup plus avantageux que celui qu'on pourrait dispenser dans le cadre de la formation présentielle (Métioui et Trudel, 2009). Les raisons qui justifient ce choix sont d'ordres économiques, environnemental et didactique. Relativement à ce dernier point, un tel enseignement permettrait d'apprendre à partir de ses connaissances sur le sujet à l'étude, ce qui est difficile, pour ne pas dire impossible, dans un enseignement présentiel. Ce modèle de formation sera explicité dans le cas des circuits électriques où nous verrons qu'il est effectivement possible de l'offrir en recourant à la fois aux technologies de l'information et de la communication qui sont de plus en plus développées et accessibles. Dans ce modèle, l'expérimentation en situation réelle occupera une place de premier plan et par conséquent, il ne s'agit pas d'expérimentations virtuelles.

Pour aider les enseignants en formation à acquérir les notions de base qui sous-tendent le fonctionnement de circuits électriques simples, nous avons développé un livre numérique (Métioui et Samson, 2013) leur proposant des expériences à réaliser. Notons que l'étude des circuits électriques simples figure dans le programme de formation de l'école québécoise (MELS, 2006). Ainsi, ils sont invités à mettre la main à la pâte tout en

acquérant les rudiments de la démarche expérimentale. Nous avons retenu six étapes pour sa conception qui sont synthétisées dans le tableau 1.

Tableau 1: Structure générale du livre numérique - Circuit électrique



Maintenant, nous allons préciser les objectifs poursuivis pour chacune de ces huit étapes : 1. Évaluation des conceptions initiales; 2. Expérimentation; 3. Synthèse des observations; 4. Notions scientifiques; 5. Retour sur l'évaluation des conceptions initiales; 6. Évaluation des savoirs; 7. Retour sur l'évaluation des savoirs et 8. Suggestion de projets (approfondissement).

3.1 Étape 1 : Évaluation des conceptions initiales

Dans cette étape, l'enseignant est invité à répondre par écrit à dix questions (dans un encadré à l'écran et ses réponses seront enregistrées par le système), au mieux de ses connaissances, sans consulter de document. Cette étape importante lui permet de faire un état de ses connaissances antérieures et d'avoir une idée des activités qui lui seront présentées. Il lui est recommandé de ne pas consulter la section qui fournit les réponses afin qu'il puisse par lui-même en corriger certaines, une fois qu'il aura complété toutes les expérimentations ainsi que l'étude des notions scientifiques qui lui seront présentées. Les questions formulées ne demandent aucun recours au raisonnement quantitatif en appliquant des formules mathématiques, mais nécessitent plutôt le recours au raisonnement qualitatif. Elles rendent compte aussi de l'environnement des enseignants et surtout des résultats de recherches largement diffusées dans la revue de la littérature internationale portant sur les conceptions erronées d'élèves âgés de 10 à 12 ans et

d'enseignants en formation qui sont (Fredette & Clement, 1981; Lee & Law, 2001; Mc Dermott & Shaffer, 1992; Önder et al., 2017; Shipstone, 1985).

3.2 Étape 2 : Expérimentation

Pour réaliser cette étape, l'enseignant devra se procurer le matériel proposé. Soulignons à ce sujet que nous avons opté pour ce choix plutôt que pour la réalisation d'expériences virtuelles afin de développer sa dextérité en manipulant des objets de son environnement pour identifier les éléments qui les composent. Dans le passage suivant, Croom III (2013) souligne quelques avantages à mettre « la main à la pâte » (hands-on laboratory) en situation de laboratoire :

« Students who observed end products that could be physically touched became intrinsically motivated by the product itself, while students who did not observe an authentic product were less motivated. An example of this is students instructed to build a robotic car. If students were to build the car on a computer, they may be motivated by the activity, and many may see the project through to completion. However, students who actually built a robotic car by hand would become more motivated to finish building the car because of the exciting hands-on nature of manipulating the parts to build the car. The student motivation is not simply caused by the concept of building the car, but through the manipulation of the parts as well. » (p. 46-47)

Cette étape est divisée en plusieurs activités et chacune contient un certain nombre d'expérimentations à réaliser. Après chaque expérimentation, le système présentera à l'enseignant une synthèse des observations qui en découlent.

Cette phase est importante, car elle lui permettra de comparer ses propres observations et, dans le cas où elles ne s'avèreraient pas identiques à celles indiquées, il devrait reprendre son expérimentation. Une fois toutes les expérimentations terminées, le système lui présentera une synthèse des notions scientifiques indispensables à l'interprétation des observations.

Le tableau 2 synthétise les quatre expérimentations de l'activité 1 portant sur le branchement d'une pile, de deux fils électriques et d'une ampoule.

Tableau 2 : Activité 1 - Soyons branchés !

| Expérimentation | |
|---------------------|---|
| Expérimentation 1 : | Branchement d'une ampoule, d'une pile et de deux fils électriques |
| Expérimentation 2 : | Branchement d'une ampoule, d'une pile et d'un fil électrique |
| Expérimentation 3 : | Branchement d'une pile (boîtier), d'un interrupteur, d'une ampoule et de fils électriques |
| Expérimentation 4 : | Branchement d'une pile (boîtier), d'un interrupteur, d'un moteur, d'une hélice et de fils électriques |

3.3 Étapes 3 : Notions scientifiques

Dans l'enseignement traditionnel, les expériences sont effectuées après avoir étudié les notions scientifiques sous-jacentes et dans cette perspective, le laboratoire est considéré comme un lieu où l'on vérifie la véracité des lois et des théories préalablement étudiées. Une telle approche ne suscite pas de participation active chez les étudiants (Métioui & Trudel, 2015).

La démarche que nous avons élaborée consiste à inviter l'étudiant à effectuer d'abord des expériences sur le fonctionnement de circuits électriques simples en interprétant les observations qui en découlent en se référant à sa structure conceptuelle. Ensuite, il confrontera ses conceptions avec celles que nous lui présenterons. Il s'agit d'une démarche axée sur le conflit conceptuel développée dans le cadre du constructivisme (Driver & Oldham, 1986; Scott et al., 1992). Par exemple, dans le cas de l'activité 1, les notions scientifiques et technologiques suivantes en lien avec les expériences effectuées (tableau 1) sont :

- a) Représentation schématique des éléments de circuits électroniques.
- b) Notions de circuit « fermé » et de circuit « ouvert », principe de fonctionnement d'un interrupteur.
- c) Analyse du sens du courant électrique dans un circuit avec un moteur électrique et convention. L'étude du fonctionnement du moteur qui nécessite des connaissances sur le magnétisme n'a pas été abordée et nous l'avons considérée comme une boîte noire dont on étudie la sortie (rotation du moteur) en fonction de l'entrée (voltage aux bornes du moteur). Cette démarche est souvent employée en technologie où l'on ne se préoccupe pas des éléments qui composent la boîte, comme le font les physiciens.
- d) Analyse technique d'une lampe incandescente ou lampe électrique à filament.
- e) Quelques considérations historiques sur l'invention de la lampe incandescente [travaux de l'anglais Joseph W. Swan (1828-1914) et ceux de l'américain Thomas A. Edison (1847-1931)]. Notons que ces considérations avaient servi à souligner les difficultés conceptuelles et techniques rencontrées par les scientifiques pour mener à terme leurs découvertes. Par exemple, Edison et ses collègues ont effectué des centaines d'expériences durant plusieurs mois avant de réussir leur exploit.

Une synthèse de ces notions est présentée à l'enseignant et il pourra aussi consulter plusieurs sites pour approfondir ses connaissances. Il s'agit de sites que nous avons préalablement choisis afin de nous assurer de leur qualité scientifique. Aussi, lorsque cela est possible, l'enseignant pourra avoir accès à des sites qui proposent des expériences simulées. Malheureusement, très peu proposent des expériences qui rendent compte des difficultés conceptuelles des étudiants dans un contexte historique (Lequin et al., 2013; Métioui et Trudel, 2013).

3.4 Étape 4 : Corrigé du questionnaire sur les conceptions initiales

Il est recommandé à l'enseignant, avant de consulter le corrigé du questionnaire sur les conceptions initiales, de vérifier à nouveau ses réponses pour apporter des changements à la suite des expériences réalisées, ainsi que des notions scientifiques qui lui ont été présentées.

Lorsqu'il prendra connaissance du corrigé, le système affichera au-dessous de chaque question un encadré dans lequel il retrouvera sa réponse et comparer les deux.

3.5 Étapes 5 : Évaluation des savoirs/Corrigé du questionnaire

Contrairement au questionnaire sur les conceptions initiales (Étape 1), les questions formulées cette fois-ci se rapportent aux notions étudiées aux étapes 2 et 3 et par conséquent, l'enseignant devra référer à ce qu'il a appris pour justifier ses réponses.

3.6 Étape 6 : Corrigé du questionnaire

Lorsqu'il prendra connaissance du corrigé, le système affichera au-dessous de chaque question un encadré dans lequel il retrouvera sa réponse et comparer les deux.

3.7 Étape 7 : Suggestion d'expériences

Dans cette section, l'enseignant trouvera des idées d'expériences qu'il pourrait reproduire avec ses élèves. Un certain nombre d'expériences proposées rend compte des fausses conceptions d'élèves âgées de 10 à 16 ans répertoriées dans la revue de la littérature internationale.

4. Conclusion

Notre recherche s'inscrit dans le cadre de la problématique de la formation des enseignants du primaire en sciences, comme indiqué dans l'introduction. Pour qu'ils puissent initier leurs élèves à acquérir les notions de base en sciences, ils doivent mettre la main à la pâte pour les acquérir eux-mêmes. Le livre numérique que nous avons conçu leur propose justement plusieurs expérimentations à réaliser qu'ils pourront par la suite adapter pour leurs élèves.

Pour connaître l'impact didactique du livre numérique sur la formation des futurs enseignants, nous l'avons expérimenté avec une centaine s'entre eux dans le cadre d'un cours portant sur la didactique des sciences et des technologies. Pour cela, nous leur avons donné le matériel pour qu'ils puissent réaliser les expériences, ils devaient suivre la démarche proposée dans le livre et à la fin, nous leur avons demandé d'en faire une analyse critique.

Quelques commentaires témoignant de leur intérêt pour ce type de développement sont présentés ci-après:

« J'ai bien aimé travailler avec le manuel numérique. J'ai apprécié le fait qu'à la suite des expérimentations, on pouvait consulter la synthèse des observations. En effet, cela nous a permis de consolider les notions apprises au cours des expérimentations tout de suite après avoir vécu celles-ci. »

« [...] les textes sur les notions scientifiques m'ont permis de faire beaucoup de liens entre mes observations lors de l'expérimentation et mes connaissances. Puisque ces textes étaient plutôt courts et bien vulgarisés, j'ai bien compris les notions. De plus, le fait d'avoir expérimenté avant de lire les notions scientifiques m'a permis de mieux comprendre. Effectivement, je pense que la manipulation est un bon moyen d'apprendre et les apprentissages faits sont plus signifiants ainsi. »

« [...] le document de synthèse des observations complète l'expérimentation en expliquant les phénomènes se produisant, tout en incluant les termes appropriés à utiliser, ce qui est très intéressant pour les enseignants. Il permet de faire le point sur ce qui a été expérimenté et personnellement, j'utiliserais ce compte rendu afin d'éclairer mes élèves. Je serais donc en confiance concernant les explications apportées au groupe. »

« [...] lorsqu'on lit les notions scientifiques dans le livre numérique, on comprend certaines choses. Je constate que si je n'avais pas fait le laboratoire, j'aurais été complètement perdue en lisant, car ce sont quand même des notions abstraites et difficiles. Même en faisant le laboratoire, j'avais du mal à comprendre les notions sur les ions, mais en regardant les vidéos (avec les Français), ces dernières réussissent à mettre des images où c'est difficile, ces vidéos m'ont permis de mieux saisir. Je constate l'importance de mettre des images sur de telles notions, surtout avec des enfants. »

5. Recommandations

En tenant compte à la fois de l'épineuse problématique de la formation scientifique des enseignants au primaire ainsi que l'absence de programmes en formation continue, nous recommandons aux enseignants en exercice et en formation de réaliser les expériences et d'étudier les notions scientifiques présentées afin de les enseigner avec un sentiment positif à l'égard des sciences. Aussi, nous recommandons aux enseignants de l'ordre secondaire de s'en inspirer pour leurs cours sur les circuits électriques. Ils pourront aussi s'en servir pour préparer des activités d'expérimentations d'autres thématiques.

6. Remerciements

Nous remercions le Fonds de développement académique du réseau (FODAR) de l'Université du Québec pour mener ce projet à terme ainsi que toute l'équipe des Presses de l'Université du Québec pour leur soutien dans la conception numérique du volume développé.

Finalement, un grand merci aux enseignants en formation initiale pour leurs commentaires constructifs.

Conflict of Interest Statement

The author declares no conflicts of interest.

About the Author

Abdeljalil Métioui est professeur à l'Université du Québec à Montréal et détient un baccalauréat en physique (Université Mohamed V, Maroc), le diplôme d'Études approfondies en Physique (Université de Bordeaux 1, France), une maîtrise en physique et un doctorat en didactique des sciences (Université Laval, Canada). Il a également enseigné la didactique des sciences à l'Université Laval, à l'Université de Moncton et à l'Université Sainte-Anne. Ses intérêts de recherche incluent l'histoire des sciences dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences, les conceptions alternatives des étudiants et des enseignants (primaire, secondaire et collégial) à l'égard des sciences, et la conception d'environnements numériques constructiviste en physique. Il a publié individuellement et en collaboration de nombreux articles scientifiques et professionnels, livres et chapitres de livres. Il est récipiendaire d'un prix de SALTISE pour l'automne 2018 (*Construction d'un double questionnaire à choix multiples pour évaluer les conceptions des étudiants du collégial et du secondaire à l'égard du fonctionnement de circuits électriques*).

Références

- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte : Les sciences à l'école primaire*. Flammarion, novembre, 1996.
- Carpignano, R. & Cerrato, G. (2012). Science teaching in the primary school: A comparison between "good practices" carried out in Italy and in France. *11th European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE)*, 15 au 20 Juillet, Abstract Book: T1.S2.OC1, 33.
- Conseil supérieur de l'éducation du Québec. (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du Secondaire*. Gouvernement du Québec : <https://www.cse.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/2013-08-lenseignement-de-la-science-et-de-la-technologie-au-primaire-et-au-premier-cycle-du-secondaire.pdf>

- Croom III, C-R. (2013). Knowledge Retention for Computer Simulations: A study comparing virtual and hands-on laboratories. A dissertation submitted to the School of Education at Wilkes University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Education, Wilkes University: https://media.proquest.com/media/hms/ORIG/2/4sViI?_s=jR4%2B5xAB0Uh16NkSi296Zm1ldxY%3D
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Fredette, N.H. & Clement, J.J. (1981). Student misconceptions of an electric circuit: What do they mean? *Journal of College Science Teaching*, 11, 280 - 285.
- Garraway-Lashley, Y.M. (2019). Teaching Science at the Primary school Level: “Problems Teachers’ are facing”. *Asian Journal of Education and e-Learning*, 7 (3), 81-94.
- Häkkinen, P. & Lundell, J. (2012). Motivating classroom teachers into hands on science experiments in primary school science education. *11th European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE)*, 15 au 20 Juillet, Abstract Book: PS2.PO136, 496.
- Leblanc, J. (2019). L'échec de l'enseignement des sciences. *Québec Sciences* (22 août 2019) : <https://www.quebecscience.qc.ca/societe/echec-enseignement-sciences/>
- Lee, Y. & Law, N. (2001). Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. *International Journal of Science Education*, 23, 111-149.
- Lequin, Y-C., Métioui, A. et Samson, G. (2013). Quel apport de l'histoire à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences? In *De l'histoire pour enseigner les sciences*, sous la direction de A, Métioui, G, Samson et Y-C, Lequin. Université de technologie de Belford-Montbéliard, 13-26.
- Mc Dermott, L-C. & Shaffer, P-S. (1992). Research as a Guide for Curriculum Development: An Example from Introductory Electricity, Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), pp. 994-1003. DOI: [10.1119/1.17003](https://doi.org/10.1119/1.17003)
- Métioui, A. & Trudel, L. (2015). Developing laboratory experiments for elementary pre-service teachers: Diagnostic of simple electric circuits with electrical instruments (ammeter and voltmeter). *Science & Technologies*, Volume V, Number 3: Natural and Mathematical science, 121-125.
- Métioui, A. & Trudel, L. (2013). Contribution of the Computer Technologies in the Teaching of Physics: Critical Review and Conception of Interactive Simulation Software. *International Journal of Advanced Computer Science*, 4(7), 72-76.
- Métioui, A. et Samson, G. (2013). L'apprentissage des sciences et des technologies par l'expérimentation. *Le circuit électrique. Livre numérique*. Québec : Presses de l'Université du Québec, ISBN : 978-2-7605-3925-9.

- Métioui, A. et Trudel, L. (2009). La formation à distance des enseignants du primaire en sciences: Électrostatique, Électrocinétique et Circuits électriques. *Revue permanente en ligne des utilisateurs des Technologies de l'Information et de la Communication*, ISDM, 39.
- MELS (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport) (2006). *Programme de formation à l'école québécoise : éducation préscolaire, enseignement primaire*, Québec, gouvernement du Québec, réf. du 31 août 2012 : <http://www.education.gouv.qc.ca/enseignants/pfeq/primaire/domaine-de-la-mathematique-de-la-science-et-de-la-technologie/science-et-technologie/>
- OCDE. (2005). *Declining Student Enrolment in Science and Technology: Is it real? What are the causes? What can be done?* Amsterdam: Amsterdam Koepelkerk Convention Centre.
- Önder, F., Şenyiğit, Ç. & Silay, İ. (2017). The Effects of Misconceptions on Pre-service Teachers' Ability to Constructing Simple Electric Circuits. *European Journal of Physics Education*, 8 (1), 1-10.
- Québec Science (22 août 2019). L'échec de l'enseignement des sciences : <https://www.quebecscience.qc.ca/societe/echec-enseignement-sciences/>
- Scott, P., Asoko, H. & Driver, R. (1992). Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* (pp. 310-329). Kiel, Germany: University of Kiel.
- Şengül, S. H., Çetin, G. & Gür, H. (2008). The Primary School Science Teachers' Problems in Science Teaching. *Journal of Turkish Science Education*, 5 (3), 82-88.
- Shipstone, D. M. (1985). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6 (2), 185-198.

Creative Commons Licensing Terms

Author(s) will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this licence, no permission is required by the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent, and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Education Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflicts of interest, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated into the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons Attribution 4.0 International Licence \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).