



APPRENTISSAGE ET ENSEIGNEMENT EN SCIENCES PHYSIQUESⁱ

Charilaos Voutsinosⁱⁱ

MSc Teacher-Researcher,
Primary Education,
Canada

Résumé :

Dans cet article, nous tentons de soulever les questions caractéristiques générales de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences physiques. L'accent est mis, d'une part, sur le caractère de l'apprentissage qui doit avoir des caractéristiques généralisables, une perspective de développement et une certaine indépendance par rapport aux connaissances scolaires institutionnelles et, d'autre part, sur l'enseignement qui doit suivre de manière créative les engagements des programmes et la compréhension des concepts et phénomènes connexes. Dans un tel contexte général, les problèmes ouverts sont discutés par les deux parties, mettant en évidence les convergences et les différences.

Mots-clés : apprentissage, enseignement, sciences physiques.

Abstract:

In this article an attempt is made to raise the general characteristic questions of learning and teaching in Physical Sciences. The emphasis is on the one hand on the character of learning which must have generalisable features, a developmental perspective, and a certain independence from institutional school knowledge, and on the other hand on teaching which must creatively follow the commitments of programs and the understanding of related concepts and phenomena. In such a general context, open problems are discussed by both sides, highlighting convergences and differences.

Keywords: learning, teaching, physical sciences.

1. Introduction

Depuis des décennies, de nombreuses organisations et institutions internationales soulignent l'importance de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences et en distinguent les enjeux (Commission Européenne/EACEA/Eurydice, 2018 ; Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards, 2012 ; National

ⁱ LEARNING AND TEACHING IN PHYSICAL SCIENCES

ⁱⁱ Correspondence: email charilaos.voutsinos@gmail.com

Research Council, 2011, 2012 ; NGSS Lead States, 2013). Un domaine commun important des réflexions théoriques et de recherche empirique en pédagogie, didactique, psychologie et épistémologie est la manière dont un individu construit ses connaissances et plus spécifiquement comment un individu (enfant, adolescent ou adulte) en développement s'approprié un savoir concret (Arun, 2017, 2018 ; Saregar et al., 2020 ; Sotirova, 2017). Il est apparent que traiter l'apprentissage comme l'appropriation d'un savoir défini, délimité dans le temps, ne s'identifie pas à l'étude des acquisitions successives des connaissances dans le développement de l'individu. C'est-à-dire que l'approche, par exemple, de la constitution progressive des phénomènes thermiques dans la pensée d'un individu de la maternelle à l'université est d'un niveau et d'un ordre d'étude différent de la compréhension du phénomène de vaporisation dans la dernière année de l'enseignement primaire. Dans cet article, nous tentons d'étudier en parallèle les questions qui relient les deux approches de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences physiques mentionnées ci-dessus, en utilisant surtout comme exemple lorsque c'est approprié, les vastes champs de recherche sur la compréhension des concepts et des phénomènes optiques et thermiques.

Relevons d'abord les difficultés de compréhension dues à la définition des concepts. Qu'entendons-nous exactement par apprentissage des changements d'état de la matière ? Comment ce changement varie-t-il en fonction du niveau scolaire et de l'âge des élèves ? Très souvent la définition de l'apprentissage demeure floue en sciences de l'éducation et certaines fois dans la didactique des sciences physiques elle-même. Si la modification du guidage est acceptée comme critère d'un apprentissage, l'interprétation de cette modification diffère déjà suivant les critères utilisés : modification sélective des réponses, changement progressif du comportement mental et cognitif, modifications des performances, changement d'activité, apparition d'un nouveau guidage, renouvellement des pratiques d'enseignement et d'intervention didactique etc. (Grigorovitch, 2018; Hoang, 2022; Petrovici, 2008 ; Piscitelli, McArdle & Weier, 1999; Ravanis, 2020; Sotirova, 2020). L'ensemble de ces différents axes de travail scolaire et des questions de recherche, ne peut être évaluée d'après les mêmes critères qualitatifs ou quantitatifs. Surtout ce constat d'un observable ne permet pas toujours de saisir le processus de modification et de comprendre les aspects structuraux qui gèrent ce changement de la conduite. Même si la régularité du constat comme forme externe de la conduite, permet l'énoncé d'une loi d'apprentissage, elle n'apporte pas nécessairement les éléments explicatifs du processus interne rendant possible la transformation de la conduite.

2. Apprentissage et/ou enseignement

Les apprentissages scolaires revêtent des significations aussi diverses que ceux qu'étudient la didactique et la psychologie, mais ils relèvent d'autres préoccupations. La diversité des apprentissages en didactique serait-elle due à la pratique pédagogique elle-même ? L'élève est éduicable, tout peut être appris parce que tout peut être enseigné. L'enseignant ne s'interroge d'abord que sur le contenu d'un apprentissage, "apprend quoi ?", et ne s'intéresse qu'ensuite au "comment faire apprendre" à l'élève.

Ainsi, le concept d'apprentissage est toujours lié spécifiquement à un contenu. La solution pratique consiste à rechercher une technique propre à faire acquérir ce contenu. On pourrait se demander ce qu'il y a de commun entre apprendre à lire un manuel de physique, apprendre à solutionner un problème en chimie etc., en vue d'expliquer d'apprentissage au lieu de décrire techniquement les procédés. Or actuellement, l'apprentissage est défini par l'apprentissage d'un contenu donné et "apprendre à apprendre" est une compétence horizontale douteuse, puisque on ne sait pas tout simplement ce que signifie "apprendre". Peut-on par l'étude de l'apprentissage spécifique des contenus en sciences physiques ou également en d'autres disciplines, arriver à dégager la structure de ces apprentissages ? Lorsqu'en didactique on part des faits d'apprentissage pour construire des régularités et proposer des pratiques d'enseignement, ces faits reposent sur des situations spécifiques qui dérivent des apprentissages chez les élèves (Dasen, 1989 ; Ravanis, 2022). Ces mécanismes ou les processus d'apprentissage en sciences physiques, dépendent du mode d'approche y compris, par exemple, l'approche expérimentale dans la classe ou le laboratoire, le conditionnement, l'utilisation des formulations alternatives, les moyens numériques et/ou virtuels, l'environnement familial (Bricken, 1990). Les différents modèles d'apprentissage des sciences physiques seraient-ils une conséquence méthodologique des études elles-mêmes ? Il y a des approches générales sur l'apprentissage des sciences comme le travail avec les représentations mentales des élèves ou le dépassement des leurs obstacles cognitifs (Borghini et al., 2022 ; Grigorovitch, 2014 ; Kokologiannaki & Ravanis, 2013 ; Tin, 2019), mais la didactique n'a pas encore réussi à proposer une seule théorie d'apprentissage et ne sera probablement jamais en mesure de l'atteindre. Elles soulignent cependant le souci qu'a la communauté des didacticiens de construire des modèles d'apprentissage et de dépasser le constat descriptif des faits et des données d'apprentissages en sciences physiques.

Souvent, les aspects empiristes de la pédagogie perçoivent l'apprentissage sous ses perspectives techniques générales et cherchent à élaborer des méthodes d'apprentissage et non à dégager une théorie générale d'apprentissage (Halimi, 1982 ; Franse, 2008 ; Ravanis, 1998, 2017). Par contre, l'orientation des recherches en didactique contemporaine souligne cette démarche, préoccupée davantage par la constatation des obstacles des élèves et la tentative de résoudre le problème de "comment enseigner" ou en d'autres termes "comment faire apprendre" que par l'approche de "comment l'élève ou l'enfant apprend". Mais sans cette connaissance de l'élève en situation d'apprentissage on ne peut pas valablement proposer une situation d'enseignement et encore moins statuer sur une conception didactique plus générale. Mais, bien que la connaissance des mécanismes d'apprentissage soit le bras droit de l'enseignant, qu'il accompagne sur des sujets aussi variés que le changement de modalités d'examen, l'adoption d'outils, la mise en place de classes inversées etc., l'enseignant doit être au contact des étudiants pour savoir passer de la question « comment on enseigne ? » à « comment l'étudiant apprend ? ».

La multiplicité des recherches sur l'apprentissage et l'efficacité de situations didactiques se diversifie suivant les types des objets didactiques c'est-à-dire la matière à

enseigner. Ces recherches tentent de couvrir tout le champ qui concerne les acquisitions par l'apprentissage. Les dimensions relatives au développement à l'interaction social du type enseignant-élève et ou élève-élève se superposant en plus à ces études, fournissent actuellement une telle masse de faits que même les didacticiens ne s'y retrouvent plus. Pourtant, à part les techniques de l'enseignement influencées par des courants behavioristes, on doit remarquer que cet ensemble des faits, de lois, de modèles d'apprentissage n'est pas exploité pour une application pédagogique. D'autre part, on doit se demander si l'apprentissage scolaire ne serait pas classé dans un chapitre à part, faisant partie du domaine de la psychologie appliquée, et dont il n'aurait pas à s'occuper. Cependant, il faut noter qu'une partie des études sur l'apprentissage en psychologie et en didactique se situent déjà au niveau des perspectives sur un chemin commun depuis plusieurs décennies. Dans ce cadre, la question que pose la didactique, de savoir "comment apprendre à l'élève" une notion donnée en sciences physiques est complémentaire à celle que pose la psychologie qui s'intéresse à "comment l'enfant apprend-il?", c'est-à-dire à comprendre comment l'enfant élabore une notion scientifique. Ainsi, la question de l'apprentissage en psychologie et en didactique est liée de manière indissoluble : l'objectif est d'aider l'enseignant à mieux enseigner aux élèves et d'aider les élèves à mieux apprendre. Mais un savoir est-il un objet extérieur au sujet que celui-ci saisit, appréhende, acquiert, approprie, ou relève-t-il d'une construction interne au sujet, résultant d'un processus d'assimilation, de transformation, d'élaboration, de structuration, d'équilibration? Un savoir véritablement construit ne peut être ni une addition, ni un transfert d'éléments de connaissance.

3. Les conséquences didactiques

Pour élaborer un cadre théorique pour l'appropriation des savoirs en sciences physiques, la communauté scientifique a étudié durant 50 ans la construction de la connaissance physique chez l'enfant et l'élève à un très large éventail de concepts et de phénomènes qui constituent le principal corpus de connaissances des sciences physiques. En fait, cet effort pluriannuel a plus ou moins abouti au décodage des difficultés des élèves d'âges différents, de la maternelle à l'université, pour saisir et comprendre comment l'être humain en développement, notamment l'élève dans le cadre de l'éducation formelle à l'école ou dans un espace d'expériences d'apprentissage informelles dans la famille ou dans l'environnement social plus large, construit un savoir. Parmi les questions étudiées relevons quelques types de questions traitées qui peuvent suggérer des hypothèses de recherche adaptées à l'enseignement de la physique et de la chimie.

La didactique des sciences physiques a posé, entre autres, à propos de l'apprentissage et la matière à enseigner la question de savoir si tout apprentissage de connaissances spécifiques. Pour aborder cette question, nous allons utiliser l'exemple de la propagation rectiligne de la lumière dans l'espace, est constant. Évidemment, nous ne pouvons pas faire dans cet article l'inventaire des résultats de ces recherches sur l'optique géométrique et la revue des sujets théoriques abordés (Castro, 2013, 2018 ; Ravanis, 2012 ; Rodriguez & Castro, 2020). Cependant, la question de l'apprentissage dans le contexte

de la didactique est liée à une compréhension plus profonde et non à une simple mémorisation et, par conséquent, dans le cadre constructiviste dominant, la connaissance doit être constituée non pas pour la simple solution d'un problème mais de manière de plus en plus généralisée. Ainsi, la question de la propagation linéaire de la lumière ne doit pas faire l'objet d'une simple connexion technique entre le point de production de la lumière et le point où la lumière arrive et crée une trace lumineuse, mais doit être comprise comme la propagation d'une entité physique qui existe de manière fixe dans l'espace, traversant un intervalle dans un mouvement linéaire qui dure un certain temps. (Grigorovitch, 2015 ; Ravanis & Papamichaël, 1995 ; Voutsinos, 2013).

Contentons-nous de faire l'hypothèse : s'il y a une stabilité des connaissances acquises ne pourrait-on se pencher davantage sur la forme de construction de ces connaissances par l'élève plutôt que le chercher à faire acquérir des contenus choisis et définis par les programmes et l'enseignant ? Les contenus devraient être considérés comme des supports, et des moyens pour qu'une connaissance puisse être élaborée par l'élève. Ainsi, si ce cadre de raisonnement est solide, un immense champ de recherche émerge, lié aux contextes d'enseignement, aux situations didactiques, aux programmes scolaires, à la préparation et la formation des enseignants à l'enseignement des sciences physiques (Arun, 2017, 2018 ; Tantaros & Ravanis, 2009).

Regardons le déroulement d'un exemple typique de cela. Depuis environ 50 ans, les problèmes de compréhension, les barrières de pensée et les interventions didactiques appropriées pour aborder les concepts et phénomènes thermiques ont été étudiés en profondeur (Maskur et al., 2019). Une grande partie de la recherche sur la compréhension des phénomènes thermiques par des enfants d'âges différents est la question des changements d'état de la matière (Ravanis, 2014 ; Tin, 2022). Dans ce domaine, les changements d'état de l'eau sont un objet d'étude caractéristique des représentations mentales des enfants et de leurs transformations possibles. La question de l'apprentissage des changements d'état de l'eau peut emprunter deux voies. La première consiste à aborder les changements possibles (fusion de la glace, évaporation de l'eau, liquéfaction de la vapeur d'eau, congélation de l'eau) isolément et un par un. La seconde est d'intégrer tous ces changements dans un schéma plus large du cycle de l'eau, qui peut facilement correspondre aux expériences des enfants dans la vie quotidienne et dans la nature. Bien que ces deux approches ne se contredisent pas et ne s'excluent pas l'une l'autre, il est clair que l'enclos de la première met l'accent sur l'enseignement des phénomènes particuliers de changement d'état de l'eau. En revanche, le passage à la seconde approche s'inspire davantage de l'idée plus générale d'apprendre le changement continu de la matière sous l'influence de divers facteurs thermiques.

4. Discussion

Nous avons fait remarquer à propos de l'apprentissage des sciences physiques, la liaison entre les connaissances déjà existantes avant l'enseignement et l'extension de fonctionnement de ces connaissances ou des connaissances nouvelles dont la construction est déjà commencée. Il ressort des recherches pertinentes qui durent depuis

environ 50 ans que la coexistence des anciennes et des nouvelles connaissances est un phénomène qui s'observe de différentes manières et que la tentative de dominer les nouvelles connaissances est l'enjeu principal de toutes les interventions didactiques. Dans un tel parcours c'est le processus d'acquisition qui prime sur le résultat de l'acquisition, puisque la construction de nouvelles connaissances et le dépassement des obstacles liés aux connaissances préexistantes sont le résultat d'un processus intellectuel. Trop souvent, les systèmes éducatifs conventionnels se contentent du résultat de l'apprentissage car ils ne font pas la différence entre la construction de la connaissance et un comportement visible et enregistré.

Par ailleurs, des recherches ont été menées, comme par exemple sur l'apprentissage d'une démarche expérimentale ou la séparation des variables, la conduite d'une expérimentation libre, à partir d'un matériel non déterminé par un contenu donné, où l'intervention de l'expérimentateur est volontairement limitée, donnent la conviction que l'enfant peut, de façon dynamique élaborer un processus d'acquisition des connaissances qui lui est propre (Fратиwi et al., 2019 ; Grigorovitch, 2018 ; Rassaa, 2011 ; Voutsinos, 2017a, 2017b). Ces résultats soulignent une fois de plus le rôle actif de l'élève dans l'acquisition du savoir. Pour conclure sur le rôle des apprentissages dans les acquisitions des connaissances en sciences physiques, on peut distinguer les acquisitions immédiates des médiates, ces acquisitions sont fonction ou non de l'expérience. On peut faire en outre une distinction entre les apprentissages au sens strict et les apprentissages au sens large, incluant les inductions et les déductions dans l'apprentissage médiat. L'apprentissage médiat échappe-t-il aux préoccupations ? À ne vouloir que l'efficacité, un enseignement ne vise-t-il pas exclusivement l'apprentissage au sens strict ? La recherche en didactique des sciences physiques échappera-t-elle à l'attitude pédagogique qui ne vise qu'une efficacité à court terme ? En supposant que nous travaillions dans ce sens, il y aura des propositions et des réponses à plusieurs problèmes éducatifs importantes, comme par exemple, « définir collectivement des objectifs d'enseignement et proposer des progressions pour les atteindre », « indiquer des objectifs et des rythmes adaptés pour accompagner le développement harmonieux de l'enfant », « déployer une politique massive de formation et d'accompagnement des professeurs », « Identifier les pratiques efficaces pour répondre aux besoins des élèves », « organiser des groupes de réflexion et des expérimentations locales », « développer des projets innovants qui répondent aux besoins des élèves ».

Déclaration de conflit d'intérêts

L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêts.

A propos de l'auteur

Charilaos Voutsinos a obtenu sa maîtrise en sciences de l'éducation de l'Université de Provence en France en sciences de l'éducation et enseigne à l'enseignement primaire au Canada.

Références

- Arun, Z. (2017). Formation des enseignants et recherche en didactique des sciences. *European Journal of Education Studies*, 3(9), 206-216.
- Arun, Z. (2018). Questions sur la formation initiale des enseignants en didactique des sciences : Une vision alternative. *European Journal of Alternative Education Studies*, 3(1), 44-53.
- Borghini, A., Pieraccioni, F., Bastiani, L., Bonaccorsi, E., & Gioncada, A. (2022). Geoscience knowledge at the end of upper secondary school in Italy. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 16(2), 77-103.
- Bricken, W. (1990). *Learning in Virtual Reality*. Technical report No HITL-M-90-5. USA: University of Washington.
- Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12 year old students. *Journal of Social Science Research*, 2(1), 35-39.
- Castro, D. (2018). L'apprentissage de la propagation rectiligne de la lumière par les élèves de 10-11 ans. La comparaison de deux modèles d'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 4(5), 1-10.
- Commission Européenne/EACEA/Eurydice. (2018). *Les carrières enseignantes en Europe : accès, progression et soutien*. Rapport Eurydice. Luxembourg : Office des publications de l'Union Européenne.
- Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Dasen, P. R. (1983). Aspects fonctionnels du développement opératoire. *Archives de Psychologie*, 51, 57-60.
- Franse, R. (2008). *Science is Primary. Onderzoeken en ontwerpen in groep 1 en 2*. Nationaal Centrum voor Wetenschap en Technologie: Hands-on, Brains-on. Te verkrijgen via R. F ranse, science center NEMO.
- Fratiwi, N. J., Samsudin, A., Ramalis, T. R., Saregar, A., Diani, R., Irwandani, I., Rasmitadila, R., & Ravanis, K. (2020). Developing MeMoRI on Newton's Laws: for identifying students' mental models. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 699-708.
- Grigorovitch, A. (2014). Children's misconceptions and conceptual change in Physics Education: the concept of light. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 1(1), 34-39.
- Grigorovitch, A. (2015). La formation des ombres : représentations mentales des élèves de 7-9 ans. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 2(2), 102-109.
- Grigorovitch, A. (2018). Enseignement des sciences par projet et didactique : éléments théoriques pour une coordination. *European Journal of Education Studies*, 4(1), 174-183.
- Halimi, L. (1982) *Découvrons et expérimentons*. Paris : Nathan.
- Hoang, V. (2022). Recherche et développement d'activités scientifiques pour la petite enfance. *European Journal of Alternative Education Studies*, 7(1), 114-123.

- Kokologiannaki, V., & Ravanis, K. (2013). Greek sixth graders mental representations of the mechanism of vision. *New Educational Review*, 33(3), 167-184.
- Maskur, R., Latifah, S., Pricilia, A., Walid, A., & Ravanis, K. (2019). The 7E learning cycle approach to understand thermal phenomena. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 464-474.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 science education: identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. The National Academic Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.
- Petrovici, C. (2008). Résultats d'une enquête sur les compétences et les rôles essentiels des instituteurs. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 2(1/2), 97-109.
- Piscitelli, B., McArdle, F., & Weier, K. (1999). *Beyond "look and learn": Investigating, implementing and evaluating interactive learning strategies for young children in museums*. Final Report, QUT-Industry Research Project. Brisbane, Australia: Centre for Applied Studies in Early Childhood, Queensland University of Technology.
- Rassaa, K. (2011). Concept de champ électrostatique : Modes de raisonnement des étudiants Tunisiens. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(1), 39-58.
- Ravanis, K. (1998). Procédures didactiques de déstabilisation des représentations spontanées des élèves de 5 et 10 ans. Le cas de la formation des ombres. In A. Dumas Carré & A. Weil-Barais (Éds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 105-121). Berne : P. Lang.
- Ravanis, K. (2012). Représentations des enfants de 10 ans sur le concept de lumière : perspectives piagétienne. *Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*, 4(1), 70-84.
- Ravanis, K. (2014). Les représentations des enfants de 5-6 ans sur la fusion et la solidification du sel, comme support pour le déploiement des activités didactiques. *International Journal of Research in Education Methodology*, 6(3), 943-947.
- Ravanis, K. (2017). Early Childhood Science Education: state of the art and perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 284-288.
- Ravanis, K. (2020). Precursor models of the Physical Sciences in Early Childhood Education students' thinking. *Science Education Research and Praxis*, 76, 24-31.
- Ravanis, K. (2022). Research trends and development perspectives in Early Childhood Science Education: an overview. *Education Sciences*, 12(7), 456.
- Ravanis, K., & Papamichaël, Y. (1995). Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentation spontanée des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.

- Rodriguez, J., & Castro, D. (2020). Quality improvement in teaching and learning science in primary school settings: using a metaphor to approach the concept of light. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 9(2), 185-194.
- Saregar, A., Mulyani, H., Yetri, Y., Anugrah, A., & Ravanis, K. (2020). An analysis of epistemological learning barriers on Newton's law material in engineering class. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 1(2), 77-86.
- Sotirova, E.-M. (2017). L'apprentissage en sciences expérimentales : la recherche et l'enseignement. *European Journal of Education Studies*, 3(12), 188-198.
- Sotirova, E.-M. (2020). Réflexions sur les objectifs de l'éducation scientifique. *European Journal of Education Studies*, 7(2), 172-180.
- Tantaros, S., & Ravanis, K. (2009). De la représentation du monde aux modèles précurseurs de la physique : fantômes dans la Zone du Développement Proximal des enfants de 5-6 ans. *Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 21, 115-125.
- Tin, P. S. (2019). Un cadre méthodologique pour la démarche d'investigation : l'exemple du changement d'état de l'eau à l'âge de 8 ans. *European Journal of Education Studies*, 6(4), 1-12.
- Tin, P. S. (2022). Représentations mentales et obstacles dans la pensée des enfants de 6 et 11 ans sur la fusion de la glace. *European Journal of Education Studies*, 9(3), 130-139.
- Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.
- Voutsinos, C. (2017a). La séparation des variables à l'apprentissage des sciences physiques pour les enfants jusqu' à 10 ans : supports didactiques et difficultés. *European Journal of Education Studies*, 3(7), 377-387.
- Voutsinos, C. (2017b). Le rôle des variables à l'enseignement expérimental en sciences. *European Journal of Education Studies*, 3(8), 312-322.

Creative Commons licensing terms

Authors will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from 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 Alternative Education Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflict of interests, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated on 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 License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).