



## PROBLEME OUVERT ET MEMOIRE A LONG TERME : PERCEPTIONS DES ENSEIGNANTS SUR LE CAS DU PROJECTILE<sup>i</sup>

**Mamadou M. Diarra,**

**Nfaly Konate,**

**Sidi M. Tounkara,**

**Ibrahima Kone<sup>ii</sup>,**

**Oumar Hamadoun**

Département de physique et chimie,

Ecole Normale Supérieure,

Bamako, Mali

### Résumé

Il ressort de nombreux travaux, que des élèves et étudiants font du « par cœur », qui a l'inconvénient de saturer l'espace de travail de la mémoire et de ne pas être mobilisable. L'objectif de ce travail était d'identifier les types de problèmes utilisés par des enseignants de physique-chimie de lycée d'enseignement secondaire général lors des évaluations formatives et sommatives, dans le cas du mouvement d'un projectile. Les résultats de nos entretiens avec cinq enseignants de physique-chimie montrent, qu'ils ne font pas recours au problème ouvert. Ils ont reconnu l'impact positif du problème ouvert proposé, sur la mémoire à long terme, pour un meilleur apprentissage, contrairement au problème fermé. Les enseignants doivent, eux-mêmes, être formés à l'enseignement par problème ouvert, dont la résolution se fait par modélisation. Cette double dimension (épistémologique et didactique) favorise les apprentissages dans le contexte de l'approche par compétences (APC).

**Mots clés :** problème ouvert, mémoire, projectile, perceptions des enseignants

### Abstract:

Many studies have shown that pupils and students use « rote learning », which saturates their working memory space and is not mobilizable. The objective of this work was to identify the types of problems used by high school physics-chemistry teachers during formative and summative evaluations, in the case of projectile motion. The results of our interviews with five physics-chemistry teachers show that they do not use open-ended problems. They recognized the positive impact of open-ended problems on long-term memory for better learning, unlike closed-ended problems. Teachers themselves must be

<sup>i</sup> OPEN-ENDED PROBLEM AND LONG-TERM MEMORY: TEACHERS IDEAS ON PROJECTILE CASE

<sup>ii</sup> Correspondence: email [ibrimfr@yahoo.fr](mailto:ibrimfr@yahoo.fr)

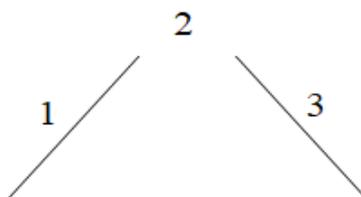
trained in open-ended problem-based teaching, whose resolution is done through modeling. This dual epistemological and didactic dimension promotes learning in the context of the competency-based approach (CA).

**Key words:** open-ended problems, memory, projectile, teacher's perceptions

## 1. Introduction

La mémoire a été définie de plusieurs manières. En sciences cognitives, les développements récents de la science et de la technologie ont amené Zlotnik et Vansintjan (2019), à proposer une définition étendue qui considère la mémoire comme la capacité de stocker et de récupérer des informations. Quant aux processus de mémorisation de l'information, ils s'effectuent en plusieurs étapes successives : admission dans l'espace de travail (mémoire de travail) à travers le filtre de la perception et stockage dans la mémoire à long terme, par mise en correspondance avec une connaissance existante, en vue d'une utilisation ultérieure (Johnstone, 2000). Mais l'espace de travail étant limité, nous ne pouvons gérer qu'un nombre limité de quantité d'informations en un temps donné, autrement, il s'y produit une surcharge par saturation. Ces aspects influent sur les apprentissages, définis comme processus d'acquisition de la mémoire (Okano et al., 2000) ; le processus d'apprentissage étant celui de la formation du rapport de l'individu au savoir en question (Chevallard, 1988). Dans ce processus, l'élève apprend à la fois "grâce à" (Gagné), "à partir de" (Ausubel), "avec" (Piaget) les savoirs fonctionnels dans sa tête, mais dans le même temps, il doit comprendre "contre" (Bachelard) ces derniers : d'où l'environnement didactique du modèle allostérique d'apprentissage de Giordan (Giordan, 2008). De plus, l'aspect mémorisation continue d'être privilégié lors des examens (Jung et Reid, 2009). Ce qui expliquerait que de nombreuses enquêtes en sciences physiques et chimiques (SPC), auprès des élèves et étudiants, associent les questions de mémorisation (niveau 1 dans la taxonomie de Bloom) à celles portant sur l'application, l'analyse et la synthèse (Sikhosana et Mudau, 2022 ; Qiao, 2022 ; Batlolona et Mahapoonyanont, 2019 ; Piten et al., 2017 ; Roy, 2018 ; Dilber et al., 2009 ; Anago et al., 2018).

Cependant, l'étude du mouvement du projectile, qui est d'une grande importance (observables, modélisables, avec de nombreux domaines d'application), a longtemps été abordée sous l'angle des conceptions. Celles-ci sont en rapport avec l'idée qui existait avant le raccordement des deux segments de droite par Gallilé (Robardet et Guillaud, 1997) : le « capital force » ou « idée de force emmagasinée » dans le projectile (Jahangir et al., 2020 ; Anago et al., 2018 ; Wee et al., 2012 ; Dilber et al., 2009 ; Prescott et Mitchelmore, 2005 ; Kozhevnikov et Hegarty, 2001 ; Viennot, 2003). Les deux segments de droites obliques, qui étaient censés représenter le mouvement violent (1) et le mouvement naturel (3), ont été séparés à leur extrémité supérieure représentant la phase transitoire (2), représentés à la figure ci-dessous.



**Figure :** Les trois phases du mouvement (adapté de Robardet et Guillaud, 1997).

Des auteurs avaient utilisé des effets visuels (TICE) associés à des systèmes matriciels et plusieurs angles de tirs pour une meilleure compréhension par les étudiants (Weet al., 2012 ; Jahangir et al., 2020 ; Anago et al., 2018).

Du fait que l'aspect mémorisation continue d'être privilégié lors des évaluations sur le projectile, comment favoriser alors la connexion entre espace de travail et mémoire à long terme au niveau des élèves et étudiants ?

Il s'agira de promouvoir des correspondances au niveau de la mémoire à long terme tout en évitant la surcharge de l'espace de travail par l'introduction et le traitement de plusieurs informations à la fois. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur la problématisation du savoir. Pour Fabre et Musquer (2009), problématiser, c'est développer un questionnement visant à identifier les données et les conditions du problème et à les mettre en tensions. De cette interaction résultent des hypothèses de solutions qui seront ensuite validées ou non. Dans les enseignements scientifiques, le problème tient une place qui ne se limite plus aux seules évaluations, mais concerne directement les enseignements et les apprentissages, selon plusieurs dimensions dont : celle des références épistémologiques ; celle des types de problèmes soumis aux élèves ; et celle des descriptions du processus de travail du problème et de la problématisation (Orange, 2005).

Nous nous sommes inscrits dans celle des types de problèmes, à savoir le problème ouvert. Dans la classification de Johnstone (1993), le problème ouvert est caractérisé par l'absence de données (Johnstone et Otis, 2006). Ce choix, tout en favorisant la mémorisation par les mises en correspondance avec les savoirs existants, du fait de l'absence de données ; comporte une contrainte, celle de la rupture de contrat didactique. Le contrat didactique est l'ensemble des comportements de l'enseignant qui sont attendus de l'élève, et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus de l'enseignant (Brousseau, 1998). Nous développons ces aspects dans la suite de ce texte.

## 2. Revue de la littérature

Afin de démontrer l'existence d'une corrélation forte entre la mémoire de travail des élèves et étudiants et la performance de résolution de problèmes, des auteurs ont proposé des tests d'une durée de quelques dizaines de secondes (vitesse de traitement, de rappel ou de repérage) pour chaque item sur des figures géométriques isolées puis superposées. Ainsi, les travaux de Jung et Reid (2009) montrèrent à partir d'un groupe de 714 élèves (12-14 ans), qu'une faible capacité de la mémoire de travail s'érigait en obstacle à la compréhension des concepts scientifiques. L'enquête a consisté en un test sur des figures

pour la mesure de la capacité de la mémoire de travail et en des questions ouvertes par rapport à la compréhension et la mémorisation de concepts de chimie. Les auteurs en concluent qu'une faible capacité ouvrirait la voie au « par cœur » et à la manifestation de conceptions, à la base d'attitude négative chez des élèves du fait des difficultés de compréhension et de progression.

Upahi et Ramnarain (2020) ont abondé dans le même sens en utilisant la même méthode concernant la mémoire de travail qui a impliqué 665 étudiants d'universités nigérianes. Le test sur la résolution de problème ouvert a porté sur la composition chimique du « chewin gum » et les risques de carie contrairement à la sensation de fraîcheur qu'elle procure. Ils constatèrent, entre autres, une forte corrélation entre la mémoire travail des étudiants et leur pouvoir de résolution. Ils ont recommandé l'utilisation de problèmes ouverts par des enseignants en lieu et place des problèmes scolaires.

Kozhevnikov et al. (2007) ont élaboré trois tests, avec respectivement 60 ; 17 et 15 élèves, sur les liens entre la visualisation dans l'espace et les réussites dans la résolution de problème de cinématique. Les résultats confirmèrent l'étroite relation entre les performances visuelles et la résolution de problème.

Dans une revue de la littérature, Surif et al. (2014) considèrent le « problème algorithmique », un problème dans lequel toutes les données et procédures sont précisées. Ce type de problème, résolu au niveau de la mémoire de travail, favorise le « par cœur » et ne permet pas une meilleure conceptualisation en sciences physiques et chimiques. Selon les auteurs, l'application diffère de la résolution de problème. La question reste donc posée, à savoir, comment faciliter le développement de la mémoire à long terme ?

Bien que le travail du problème ouvert favorise le développement de la mémoire à long terme et l'apprentissage par problématisation, des enseignants n'y font pas recours. Cela à cause de plusieurs raisons dont : - la rupture de contrat didactique que cela occasionne par installation d'un nouveau contrat ; - une conception d'apprentissage chez les enseignants qui les empêcherait de procéder par problème ouvert, selon laquelle l'élève doit être guidé pour qu'il puisse suivre ; - les enseignants ne sont pas formés à la notion de problème ouvert, ayant vécu eux-mêmes uniquement des problèmes académiques classiques où toutes les données et rien que les données nécessaires sont fournies.

### **3. Méthodologie**

Nous avons fait recours à l'enquête afin d'accéder aux pratiques effectives des enseignants, à partir de leurs pratiques déclarées (Bru, 2002). L'entretien a un coût élevé en temps et en traitement données et peut conduire à des réponses désirées ; mais il a l'avantage de se limiter à un nombre réduit d'enquêtés et de donner lieu à des réponses spontanées, non calculées (Soudani, 2014). Notre population cible est constituée de cinq enseignants débutants de physique-chimie du secondaire : trois de l'option physique et deux de l'option chimie. Les deux questions ouvertes adressées aux enquêtés se

rappellent aux types de problèmes qu'ils utilisent dans les évaluations formatives et sommatives. La question fermée se rapporte à la réussite de leurs élèves dans la résolution de problème ouvert. La suite des entretiens a permis de préciser les idées des enquêtés. L'analyse *a priori* montre que seuls des problèmes fermés ou semi-ouverts sont attendus. Le traitement de données est purement qualitatif.

## 4. Résultats et discussion

### 4.1 Résultats

Les résultats obtenus lors des entretiens avec les cinq enseignants de physique-chimie du secondaire, pour les questions Q1, Q2 et Q3.a sont récapitulés dans le tableau ci-dessous. Tous les exemples donnés relèvent du problème ouvert pour la question Q1 et des problèmes fermé et ouvert pour la question Q. Pour la question Q3.a, le problème ouvert « étudier le projectile » a été soumis aux enquêtés comme exemple de problème ouvert.

**Tableau 1 :** Résultats de l'enquête auprès de cinq enseignants de physique-chimie

Questions (Q)	Problème fermé	Problème semi-fermé	Problème ouvert
Q1. Quels sont les exemples d'exercices et de problèmes que vous donnez à vos élèves lors des évaluations formatives ?	✓		
Q2. Quels sont les exemples d'exercices et de problèmes qui sont soumis à vos élèves lors des évaluations sommatives ?	✓	✓	
Q3-a. Selon vous, quels types de problèmes vos élèves réussiraient-ils à résoudre ?	✓	✓	

La question Q3-b a porté sur les explications fournies aux enseignants-chercheurs formateurs (ECF) par les cinq enseignants (E) enquêtés, numérotés de 1 à 5. Les entretiens sont résumés ci-dessous.

ECF : Pourquoi pensez-vous que vos élèves ne réussiront pas à traiter intégralement le problème ouvert sur le mouvement du projectile sous la forme « étudier le projectile » ?

E1-5 : *l'inhabitude des élèves face à ce genre de problème.*

ECF : cette inhabitude signifie que vous ne les avez pas habitués ; mais avez-vous été enseignés par problème-ouvert ?

E2-5 : *Ce ne sont pas ces types de problèmes qui sont proposés.*

ECF : Vos élèves réussissent-ils aux évaluations sur le mouvement du projectile, quelques mois après les séances et les évaluations ?

E1-5 : *ils doivent être avertis à l'avance ; ils oublient car ils ont beaucoup d'autres situations.*

ECF : Comment le savez-vous ?

E2-3 : *de manière générale, nous n'avons pas les mêmes résultats lors des pré-requis et des devoirs surveillés. Mais pour le projectile, lors des enquêtes d'évaluation dans l'élaboration des mémoires ; les stagiaires qui avertissent ont des bons résultats par rapport à ceux qui ne le font pas.*

ECF : N'est-il pas nécessaire de les habituer au problème ouvert, car si les données (grandeurs et valeurs) venaient des élèves eux-mêmes, ils n'oublieraient pas durant une courte période, contrairement aux problèmes fermés conduisant au « par cœur ».

E1-5 : *effectivement ; mais cela demandera plus de temps.*

ECF : Par rapport aux différentes valeurs numériques, qui doivent être vérifiées, oui ; mais en leur apprenant à postuler une relation entre grandeurs appropriées (modélisation), cela prendra moins de temps. Il faudra donc le faire durant l'enseignement avant les évaluations.

## 4.2 Discussion

Les cinq enseignants utilisent tous des problèmes fermés (Q1) sur le mouvement du projectile dans les évaluations formatives et reconnaissent l'usage de problèmes semi-fermés (Q2) lors des évaluations sommatives. Dans celles-ci, toutes les grandeurs sont précisées et le calcul numérique vient après le calcul littéral, comme sous forme d'application numérique.

Le problème ouvert (Q3-a) n'est utilisé ni dans l'évaluation formative ni dans l'évaluation sommative. L'explication, « *ils (élèves) n'ont pas l'habitude* », donnée par deux des cinq enseignants enquêtés, montre à la fois, l'utilisation quasi-totale du problème fermé et la rupture de contrat didactique que le problème ouvert engendrerait (Brousseau, 1986). Venturini et Tiberghien (2018), sont parvenus au même résultat, à savoir l'existence du contrat didactique, constatée lors d'une séquence en classe de seconde en physique à partir de données de vidéo. L'installation d'un nouveau contrat pourrait remettre l'enseignement en cause : d'où l'enseignement par problématisation (Orange, 2005). Mais le fait que les élèves n'ont pas l'habitude pourrait s'expliquer aussi par les problèmes académiques classiques auxquels les enseignants ont été confrontés, comme l'atteste cette seconde explication (E2-5) : « *Ce ne sont pas ces types de problèmes qui sont proposés* » ; même s'ils parlaient des évaluations et implicitement des manuels utilisés. Surif et al. (2014) sont arrivés à la même conclusion lors de leur enquête papier-crayon auprès de 248 élèves du secondaire : 96% des élèves ont résolu les problèmes fermés, contre 15% pour les problèmes ouverts.

L'autre explication des enseignants « [...] ; *les stagiaires qui avertissent ont des bons résultats par rapport à ceux qui ne le font pas* », montrent le caractère peu opérationnel du « par cœur » (Johnstone, 2000). Ces problèmes classiques donnent l'avantage apparent de l'économie de temps, surtout lorsque les programmes ne sont pas épuisés : « E1-5 : *effectivement ; mais cela demandera plus de temps* ».

La suggestion des ECF sur la manière de résoudre le problème ouvert, entre dans le cadre de la modélisation ; le modèle devant représenter la situation physique (Halbwachs, 1974). Cette approche a un impact positif sur la mémoire à long terme, du fait que les correspondances entre les informations initiales et les informations à intégrer s'établissent d'office ; les données provenant des élèves eux-mêmes. Qiao (2022), a proposé une « investigation ouverte » dans l'étude du mouvement d'un projectile, dans laquelle les données et la méthodologie sont laissées à l'initiative des élèves. La suggestion des ECF, « N'est-il pas nécessaire de les habituer au problème ouvert, ... », encourage les enseignants à privilégier les problèmes ouverts : d'abord dans les cours, sous forme de démarche de résolution de situation-problème, donc nécessitant l'apprentissage de la problématisation. Ensuite, sous forme d'évaluation (pour ne pas créer de décalage entre enseignement et évaluation). Toutes choses qui nécessitent au préalable la formation didactique des enseignants. Tounkara et al. (2020a) avait suggéré une formation continue dans ce sens pour prendre en compte ceux qui n'ont pas bénéficié des unités d'enseignement en didactique des sciences.

## 5. Recommandation

Dans le cadre du travail de la mémoire à long terme, les auteurs suggèrent le recours aux problèmes ouverts à partir des situations-problèmes en sciences physiques et chimiques (SPC), disciplines de la modélisation ; ainsi que la formation continue des enseignants.

## 6. Conclusion

Les cinq enseignants de physique-chimie de lycée d'enseignement secondaire général interviewés, n'utilisent pas le problème ouvert lors des évaluations sur le mouvement du projectile et n'ont pas été formés dans ce sens. Ce qui vérifie notre hypothèse de base. D'autres travaux ont montré que les situations-problèmes étaient, elles-mêmes, utilisées comme simples accroches introductives des séances (Tounkara et al., 2020a). Cependant, lors des entretiens, les enseignants ont reconnu les limites du problème fermé par rapport au problème ouvert sur la mémoire à long terme. Ce travail de recherche démontre de manière logique l'impact positif du problème ouvert sur la mémoire à long terme. Mais il doit être poursuivi par des études de cas, comme dans celui de la construction des ressources en sciences chimiques (Tounkara et Soudani, 2020b).

## Remerciements

Nos remerciements au Professeur Mohamed Soudani, enseignant-chercheur à l'université Claude Bernard Lyon 1 (France) en didactique SPC, formateur d'enseignants à l'INSPE de Lyon. Ses thèmes de recherche portent sur : problématisation, conceptualisation, modélisation, fiction réaliste, sémiotique, mondes possibles. Pour plus de détail : <https://univ-lyon1.academia.edu/MohamedSoudani>

### Déclaration de conflit d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

### À propos des auteurs

**Sidi M Tounkara** est enseignant-chercheur en chimie eau et environnement et didactique des sciences.

**Mamadou M Diarra** est enseignant-chercheur en physique de la matière condensée ([orcid.org/0000-0003-0356-4592](https://orcid.org/0000-0003-0356-4592)).

**Ibrahim Koné** est enseignant-chercheur en physique électronique.

**Nfaly Konaté** est enseignant-chercheur en physique énergétique et de l'atmosphère.

**Arouna Dolo** est enseignant-chercheur en chimie eau et environnement ([orcid.org/0000-0003-2085-6431](https://orcid.org/0000-0003-2085-6431)).

### Références

- Anago, D, Oke, E, Hosson, C, 2018. Explication du mouvement parabolique par les élèves de terminale scientifique. *Revue de Mathématiques pour l'école*, 230 : 7-14.
- Batlolona, JR., Mahapoonyanont, N, 2019. Academic Learning Outcome and Creative Thinking Skills on Projectile Motion Topic. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 8(1) : 1-8.
- Brousseau G. (1998), *Théorie des situations didactiques*, Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Bru M, 2002. Pratiques enseignantes : des recherches à conforter et à développer. In : *Revue française de pédagogie, Recherches sur les pratiques d'enseignement et de formation*, 138 : 63-73.
- Chevallard, Y, 1988. Esquisse d'une théorie formelle du didactique. In *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique*, 97-106
- Dilber, R, Karaman, I, Duzgun, B, 2009. High school students' understanding of projectile motion concepts. *Educational Research and Evaluation*, 15(3) : 203-222.
- Fabre M., Musquer A, 2009. Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 42(3) : 111-129. doi: 10.3917/lse.423.0111
- Halbwachs F, 1974. *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Editions Delachaux & Niestlé, France.
- Giordan, A, 2008. Le modèle allostérique et les théories contemporaines sur l'apprentissage. [http://www.unige.ch/LDES/publi/rech/th\\_app.htm](http://www.unige.ch/LDES/publi/rech/th_app.htm). Accédé le 23 Février 2023.
- Jahangir, M., Iqbal, ST, Shahid, S., Siddiqui, IA, Ulfat, I, 2020. MATLAB simulation for teaching projectile motion. *Adv J Sci Eng*, 1, 59-61.
- Johnstone, AH, Otis, KH, 2006. Concept mapping in problem based learning: a cautionary tale. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2) : 84-95.
- Johnstone, AH, 2000. Teaching of Chemistry - logical or psychological ? *Chemistry Education : Research and Practice in Europe*, 1(1) : 9-15.

- Jung, E, S, Reid, N. (2009). Working memory and attitudes. *Research in Science & Technological Education*, 27(2) : 205–223.
- Kozhevnikov, M, Motes, M A, Hegarty, M, 2007. Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive science*, 31(4), 549-579.
- Kozhevnikov, M, Hegarty, M, 2001. Impetus beliefs as default heuristics : Dissociation between explicit and implicit knowledge about motion. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8 (3) : 439-453.
- Okano, H, Hirano, T, Balaban, E, 2000. Learning and memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(23) : 12403-12404.
- Orange, C, 2005. Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation, Pour l'ère nouvelle*, 38(3) : 69-93.
- Piten, S, Rakkapao, S, Prasitpong, S, 2017. Cambodian students' prior knowledge of projectile motion. In *Journal of Physics: Conference Series*, 901, IOP Publishing. doi : 10.1088/1742-6596/901/1/012116
- Prescott, AE, Mitchelmore, M, 2005. Teaching projectile motion to eliminate misconceptions. *PME. Proceedings of the 2gth Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. <http://onlinedb.terc.edu>. Accédé le 20 Février 2023
- Qiao, Y, 2022. K-12 Science Learning: Designing a Lesson on Nearpod to Teach Projectile Motion. In *2022 8th International Conference on Humanities and Social Science Research*, Atlantis Press, 2122-2127.
- Roy, P, 2018. Modèles et modélisation en physique dans les pratiques d'enseignement d'enseignants québécois du secondaire : le cas de la cinématique. Thèse doctorat, Université de Sherbrooke.
- Sikhosana, L, Mudau, AV, 2022. Echoes on the teaching of physical science using the topic projectile motion. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 11(7) : 276-283.
- Soudani M, 2014. Le concept d'oxydoréduction : Analyse épistémologique et didactique. Paris, Editions universitaires européennes, France.
- Surif, J, Ibrahim, NH, Dalim, SF, 2014. Problem solving: Algorithms and conceptual and open-ended problems in chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116 : 4955-4963.
- Tounkara, SM., Diawara M, Soudani, M, 2020a. Appropriation par des enseignants du secondaire de la situation-problème dans le cadre de la reforme curriculaire au Mali. *European journal of education studies*, 7(3): 187-198. doi: 10.5281/zenodo.3756196
- Tounkara, SM., Soudani, M, 2020b. Ressource sur la modélisation du titrage pH-métrique et sa mise en œuvre en situation ordinaire. *European journal of education studies*, 7(8): 336-352. doi: 10.46827/ejes.v7i8.3225
- Surif, J, Ibrahim, NH, Dalim, SF, 2014. Problem solving: Algorithms and conceptual and open-ended problems in chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116 : 4955-4963.

- Upahi, JE, Ramnarain, U, 2020. Examining the connection between students' working memory and their abilities to solve open-ended chemistry problems. *Journal of Baltic Science Education*, 19(1) : 142-156 doi : 10.33225/jbse/20.19.142
- Venturini, P, Tiberghien, A, 2018. « Analyse et formalisation de la dimension durable du contrat didactique », *Éducation et didactique. Éducation & Didactique*, 12(3), 65-106
- Viennot, L, 1996, *Raisonnement en physique, la part du sens commun*, De Boeck Université (2003), Bruxelles, Belgique.
- Wee, LK, Chew, C, Goh, GH, Tan, S, Lee, TL, 2012. Using Tracker as a pedagogical tool for understanding projectile motion. *Physics Education*, 47(4) : 448.
- Zlotnik et Vansintjan (2019). Memory: An extended definition. *Frontiers in psychology*, 10 : 2523.

Creative Commons licensing terms

Author(s) 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 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 License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).