

RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

L'innovation pédagogique dans l'enseignement supérieur

Vanhoolandt, Cedric; Moyon, Marine; Parmentier, Jeanne; Riopel, Martin

Published in:

L'enseignement supérieur et les communautés

Publication date:

2024

[Link to publication](#)

Citation for pulished version (HARVARD):

Vanhoolandt, C, Moyon, M, Parmentier, J & Riopel, M 2024, L'innovation pédagogique dans l'enseignement supérieur: aventure personnelle ou source d'inspiration ? Partie 2 Cas de recherche-action, enjeux et accompagnement. dans *L'enseignement supérieur et les communautés: des dynamiques interconnectées (AIPU 2024)* .

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

L'innovation pédagogique dans l'enseignement supérieur : aventure personnelle ou source d'inspiration ? Partie 1

Cas de recherche-action, enjeux et accompagnement

Cédric Vanhoolandt^{1,2}, Marine Moyon¹, Jeanne Parmentier¹ & Martin Riopel^{1,3}

¹ Chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique, Institut Villebon-Georges Charpak, Université Paris-Saclay, Orsay, France

² Institut de Recherches en Didactiques et Éducation de Namur, Université de Namur, Namur, Belgique

³ Faculté des Sciences de l'Éducation, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada
cedric.vanhoolandt@universite-paris-saclay.fr ; marine.moyon@universite-paris-saclay.fr ;
jeanne.parmentier@villebon-charpak.fr & riopel.martin@uqam.ca

Mariane Frenay⁴ (discutante)

⁴ Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.
mariane.frenay@uclouvain.be

Résumé

Dans un contexte de massification de l'enseignement supérieur conjugué à des réformes des systèmes éducatifs à différents niveaux, l'innovation pédagogique représente un enjeu important. Ce mouvement s'inscrit dans la lignée de courants scientifiques, tels que le *Scholarship of Teaching and Learning*. Il s'insère aussi dans des courants politiques soutenant la nécessité de promouvoir de nouvelles méthodes d'enseignement en réponse à l'hétérogénéité croissante des cohortes d'apprenants.

Une première condition à l'innovation en éducation consiste à ce que la nouveauté soit relative et contextualisée. Ce changement doit aussi être volontaire, intentionnel et délibéré, inscrit dans un processus de développement du désir de transformer la formation. En ce sens, la motivation de l'enseignant·e qui innove est fondamentale. Au départ, elle est une volonté de faire mieux par toutes sortes de moyens, qu'ils soient ou non sollicités dans le contexte académique.

Des enjeux fondamentaux de l'innovation pédagogique peuvent être identifiés. Ils se composent des conditions en sa faveur, des zones de tensions qu'elle peut amener et de la pérennisation. L'alignement avec les points de vue des étudiant·es invite à considérer plusieurs indicateurs d'impact de leurs pratiques. Qu'ils proviennent du champ scolaire ou des sciences de l'éducation, il est pertinent d'être en capacité d'en prendre une mesure.

En enseignement supérieur, de nombreuses institutions se sont saisies de la question du soutien et de l'accompagnement de l'innovation pédagogique. Généralement, les initiatives se focalisent sur le support adressé aux enseignant·es. Un projet collaboratif franco-qubécois centré sur l'innovation pédagogique a été initié en 2019 sous la forme d'une Chaire de recherche-action dont les chercheurs accompagnent idéalement les enseignant·es volontaires jusqu'à la publication de leurs innovations pédagogiques.

Ce symposium met l'accent sur une coécriture multiréférentielle et pluridisciplinaire. Il s'articule en deux parties. La première partie se focalise sur des innovations pédagogiques plus spécifiques (davantage focalisées sur les praticiens) tandis que la deuxième partie s'oriente vers quelques pistes de généralisation et d'ouverture (davantage focalisées sur les chercheurs) qui seront discutées avec les participants.

Abstract

In a context of massification of higher education, combined with reforms of education systems at various levels, pedagogical innovation represents a major challenge. This movement is in line with scientific trends such as the *Scholarship of Teaching and Learning*. It is also in line with political currents supporting the need to promote new teaching methods in response to the growing heterogeneity of learner cohorts.

A first condition for innovation in education is that novelty must be relative and contextualized. This change must also be voluntary, intentional and deliberate, part of a process of developing the desire to transform training. In this sense, the motivation of the innovating teacher is fundamental. At the outset, it is a desire to do better by all kinds of means, whether or not they are solicited in the academic context.

Fundamental issues in pedagogical innovation can be identified. These include the conditions that favor it, the areas of tension it can create, and its sustainability. Aligning with students' points of view invites us to consider several indicators of the impact of their way of teaching. Whether they come from the academic field or from educational science, it's important to be able to measure those indicators.

In higher education, many institutions have taken up the issue of supporting and accompanying pedagogical innovation. Generally speaking, initiatives focus on support for teachers. A collaborative Franco-Quebec project focusing on pedagogical innovation has been initiated in 2019 in the form of a Chair whose researchers accompany volunteer teachers ideally through to publication of their pedagogical innovations.

This symposium focuses on multi-referential and multi-disciplinary co-writing. It is divided into two parts. The first part will focus on more specific pedagogical innovations, while the second part will look at a few avenues of generalization and openness that will be discussed with participants.

Mots-clés

Partenariat, équipes pédagogiques, innovation pédagogique, enjeux disciplinaires, recherche-action

Texte de cadrage du symposium – Partie 1

1. Contexte

La massification de l'enseignement supérieur datant des années 1980-90 s'est accompagnée de réformes successives des systèmes éducatifs au niveau international (*Processus de Bologne* en Europe, approche par compétence) ou national (*Réforme du Bac* en France, *Pacte pour un Enseignement d'Excellence* en Belgique...). Par voie de conséquence, ces réformes ont amené de profondes mutations dans les institutions d'enseignement supérieur. D'un côté, ces changements touchent fortement les communautés étudiantes. À leur entrée au postsecondaire, les profils de ces cohortes deviennent de plus en plus variés, notamment en termes d'âges, de parcours préalables et de compétences acquises. De l'autre, au sein des communautés professorales, cette mutation se fait aussi ressentir, notamment dans la multiplicité des tâches qui leur sont confiées à côté de leurs missions d'enseignant·e et de chercheur·e, mais aussi par leurs interactions avec les communautés étudiantes.

Dans ce contexte de mutations à travers le monde et en réponse à celles-ci, l'OCDE estime que l'innovation pédagogique représente un enjeu important (Vincent-Lancrin et al., 2019). Ce mouvement particulier s'inscrit dans la lignée de courants scientifiques tels que le *Scholarship of Teaching and Learning* (SoTL, mouvement apparu en Amérique dans les années 1990). Il s'insère aussi dans des courants politiques soutenant la nécessité de

promouvoir de nouvelles méthodes d'enseignement en réponse à l'hétérogénéité croissante des cohortes d'apprenants. Ces méthodes sont appelées à être davantage centrées sur l'apprentissage des étudiant·es et le développement de compétences complexes¹.

2. Ancrage théorique

2.1. L'innovation en éducation

De nombreuses définitions de l'innovation existent dans la littérature et chaque domaine se l'approprie en fonction de sa matrice disciplinaire. Néanmoins, et bien qu'elle soit non suffisante, une première condition de l'innovation est la nouveauté relative et contextualisée (Capron Puozzo & Vuichard, 2022). Plus spécifiquement dans l'enseignement, Cros et Broussal (2010, p.10) soulignent aussi que :

« L'innovation est incontestablement un changement, mais pas n'importe lequel. Pour l'innovation, le changement doit être volontaire, intentionnel et délibéré, c'est-à-dire un changement investi d'une certaine attente, choisi en connaissance de cause, à un moment délibéré et inscrit dans un processus de développement du désir de transformer la formation. »

En ce sens, la motivation de l'enseignant·e qui innove est fondamentale. Cela le conduit à investir de son temps et de son énergie... de sorte que certains le qualifient même de militant (Cros & Broussal, 2020). Cette posture est appuyée par une perspective d'amélioration : vouloir améliorer une situation insatisfaisante. Cette force motivationnelle est à la source de l'innovation tandis que cette tension conduit parfois à confondre innovation et résolution de problème dont la procédure est cadrée et linéaire (Cros & Broussal, 2020). Il faut aussi souligner que, pour les enseignant·es, innover exige non seulement beaucoup de temps et d'énergie, mais aussi de l'engagement et de la persévérance. Pour eux, la tentation est grande de penser qu'ils sont les seuls à rencontrer tel succès ou à éprouver telle difficulté. Le risque de fatigue, de démotivation est grand (Bédard & Béchar, 2009).

Enfin, l'innovation peut aussi apparaître comme une aventure dès lors que la volonté d'améliorer l'emporte sur la question de l'anticipation (Cros & Broussal, 2020). Cet élan

¹ Voir par exemple le *Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education*, Leuven and Louvain-la-Neuve, 28-29 April 2009.

innovateur est souvent canalisé dans les actions de formation ou d'accompagnement, mais au départ, il est une volonté particulière de faire mieux par toutes sortes de moyens, y compris ceux généralement peu sollicités dans le contexte académique. Par exemple, un·e enseignant·e de mathématiques intégrant des buzzers dans ses travaux pratiques de première licence ou d'autres y proposant un dispositif mêlant métacognition et différenciation.

2.2. Enjeux de l'innovation pédagogique

En sciences de l'éducation et depuis quelques années, des échanges entre praticiens et chercheurs sont particulièrement au cœur de la question de l'innovation de l'innovation pédagogique et abordent la question de ses enjeux (Capron Puozzo & Vuichard, 2022 ; Bédard & Raucent, 2015 ; Bédard & Béchar, 2009).

Ainsi, selon Bédard et Raucent (2015), trois enjeux fondamentaux de l'innovation pédagogique peuvent être identifiés :

- Les conditions qui la favorisent ou qui l'inhibent.

Dès lors qu'un changement est exigeant pour soi-même et pour les autres et en vue de faciliter son acceptation, les enseignant·es doivent préciser les valeurs et les objectifs dans lesquels il s'opère. Ils doivent aussi tenir compte du contexte académique et administratif dans lequel il s'inscrit.

- Les zones de tension.

Si on peut percevoir l'innovateur comme créatif et capable de prendre des initiatives ou des risques, celui qui n'innove pas peut naturellement se sentir mis à l'écart. L'existence de ces tensions doit être prise en compte pour veiller à en diminuer l'impact.

- La pérennisation.

Un projet peut périlcliter avec le temps. De la résistance au changement peut venir des personnes comme des structures. Il importe donc d'adopter une vision à long terme du changement pour prévenir les écueils qui apparaîtront. Cela mène à des compromis et des concessions en cours de route, mais qui ne devraient pas en remettre en cause le cœur.

À ces trois enjeux, nous proposons d'en associer un quatrième qui relève de la nécessité de penser un alignement entre les besoins et/ou préoccupations des étudiant·es et les initiatives des enseignant·es. Il vient renforcer les trois précédents proposés par Bédard & Raucent

(2015) et invite les « innovateurs » à considérer plusieurs indicateurs d'impact (efficacité, efficience) de leurs pratiques en intelligence avec celles et ceux à qui ils adressent leurs efforts.

2.3. Mesure

Dans le champ des innovations pédagogiques, il est facile de glisser vers une succession d'aphorismes (Capron Puzozzo & Vuichard, 2022) tels que « *faire manipuler les élèves permet de mieux apprendre* » ou « *les élèves apprennent mieux quand ils découvrent par eux-mêmes* » dont les enseignant·es pourraient apprendre à questionner la validité.

Dès lors qu'on parle d'innovation pédagogique, il est important d'être en capacité de la mesurer (Vincent-Lancrin et al., 2019, p.12). Des pistes existent. L'une consiste à confronter un certain nombre d'idées reçues liées à l'innovation pédagogique à un état actuel des connaissances scientifiques (Tricot, 2007, cité par Capron Puzozzo & Vuichard, 2022). Une autre privilégie la recherche de degrés de corrélation entre les innovations et des résultats probants (Vincent-Lancrin et al., 2019). Ils pourraient être issus du champ scolaire ou des sciences de l'éducation (didactique, psychologie cognitive, ergonomie, didactique professionnelle...). En écho aux enjeux, il nous semble important de laisser tous ces champs ouverts.

3. Le soutien et l'accompagnement de l'innovation pédagogique

En pédagogie de l'enseignement supérieur, la question du soutien et de l'accompagnement de l'innovation pédagogique est présente au sein des services de support à l'enseignement dans de nombreuses institutions. À titre d'illustration, on relève l'Observatoire interuniversitaire sur les pratiques innovantes d'évaluation des apprentissages (OPIEVA, UQAM) qui soutient susciter le dialogue sur l'innovation pédagogique et en évaluation en développant des outils pour placer les enseignant·es dans un mode innovant ; la construction d'un observatoire de l'activité des personnes en situation d'apprentissage (2@-DP, Université de Namur / Institut français de l'éducation). De manière générale, la réponse à la question du soutien et de l'accompagnement semble tourner autour du support adressé aux enseignant·es et peu d'interconnexions entre communautés internationales d'accompagnants apparaissent stables dans la durée.

Depuis décembre 2019, un projet collaboratif franco-qubécois centré sur l'innovation pédagogique a été initié sous la forme d'une Chaire de recherche-action. Actuellement, il

réunit l'Université Paris-Saclay (UPSaclay, France), l'Institut Villebon-Georges Charpak (IVGC, groupement d'intérêt public, France) et l'Université du Québec à Montréal (UQAM, Québec) dont est notamment issu le premier titulaire de cette Chaire.

Ses activités reposent sur un axe d'accompagnement scientifique personnalisé pour les enseignant·es-chercheur·es volontaires pour s'engager dans une démarche rigoureuse menant idéalement jusqu'à la publication. Actuellement, des chercheur·es en Sciences de l'éducation de l'UQAM ainsi que deux chercheur·es postdoctorant·es de l'UPSaclay sont en charge de cet accompagnement.

La multiplicité potentielle des acteurs interconnectés, tant intra- qu'interinstitutionnels, et impliqués dans cette question justifie la tenue d'un symposium proposant de les rassembler.

4. Un symposium sur l'innovation pédagogique

4.1. Objectifs

S'insérant dans le thème du congrès « *L'enseignement supérieur et les communautés. Des dynamiques interconnectées* » et en écho aux recommandations de l'OCDE (Vincent-Lancrin et al., 2019), le symposium veut répondre à trois niveaux d'objectifs :

- au niveau des enseignant·es (Obj.1) :
 - contribuer à une reconnaissance de (leur) innovation pédagogique,
 - favoriser l'inspiration de nouvelles pistes d'innovations pédagogiques ;
- au niveau des chercheur·es (Obj.2) :
 - questionner les relations entre la recherche et la pratique,
 - questionner la posture d'accompagnant dans l'enseignement supérieur.
- au niveau des étudiant·es (Obj.3) :
 - contribuer à l'exploration de leurs préoccupations, de leurs pratiques, de leurs besoins,
 - favoriser les espaces et les temps de mise en dialogue entre les différents acteurs / auteurs de la démarche d'enseignement-apprentissage.

En cohérence avec la thématique, les communications de ce symposium privilégient une co-écriture multiréférentielle (didactique, pédagogique, psychologique, ergonomique...), voire pluridisciplinaire (praticien/chercheur). Elles mettent l'accent sur l'analyse. Le discutant est choisi en fonction de l'isomorphisme de son profil avec la dynamique du symposium.

4.2. Organisation

La discutante proposée est enseignante-chercheuse au sein du Groupe interdisciplinaire de recherche sur la socialisation, l'éducation et la formation (GIRSEF) et responsable de la Chaire de pédagogie universitaire de son université.

Le symposium s'articule en deux parties. La première partie se focalise sur des innovations pédagogiques plus spécifiques tandis que la deuxième partie s'oriente vers quelques pistes de généralisation et d'ouverture qui seront discutées avec les participants.

Partie 1 : Des spécificités...

- Introduction au symposium ;
- Innovation pédagogique 1 : Armelle Girard et Isabelle Gérard (Université de Versailles-Saint-Quentin, France) pour « *Étude de l'impact d'un dispositif d'apprentissage différencié et personnalisé en sciences en première année d'université.* » ;
- Innovation pédagogique 2 : Agnès Saint-Sulpice et Marion Lenoir (Centre Hospitalier Intercommunal de Poissy-Saint-Germain-en-Laye, France) pour « *Identifier les critères prédictifs de réussite au développement du raisonnement clinique en formation d'infirmier·ères anesthésistes.* » ;
- Innovation pédagogique 3 : Marie Erard et Cécile Bouton (Université Paris-Saclay, France) pour « *Une école d'été comme formation à l'interdisciplinarité : kit de démarrage innovant pour des étudiants en troisième cycle.* » ;
- Innovation pédagogique 4 : Anne-Marie Vimard (Université de Versailles-Saint-Quentin, France) pour « *Mise en évidence du contrôle inhibiteur et efficacité d'un entraînement neurocognitif et ludique pour les mathématiques.* » ;
- Conclusion intermédiaire.

Partie 2 : ... vers une tentative de généralisation.

- Innovation pédagogique 5 : André-Sébastien Aubin (Université du Québec à Montréal, Canada) pour « *Outils pour les équipes enseignantes dans leurs discussions sur l'implantation de l'approche par compétences* » ;
- Innovation pédagogique 6 : Loïc Braida et Amélie Tonneau (Université de Namur, Belgique) pour « *Des préoccupations des uns aux initiatives des autres... Quels outils pour penser les conditions d'une rencontre des besoins ?* » ;

- Innovation pédagogique 7 : Marine Moyon et Cédric Vanhoolandt (Université Paris-Saclay, France) pour « *Le partenariat recherche-pratique comme levier d'innovation pédagogique.* » ;
- Discussion avec les participants ;
- Conclusion générale.

Références bibliographiques

- Bédard, D., & Béchar, J.-P. (Éds.). (2009). *Innover dans l'enseignement supérieur* (1re éd). Presses universitaires de France.
- Bédard, D., & Raucet, B. (2015). Les innovations pédagogiques en enseignement supérieur : Pédagogies actives en présentiel et à distance. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 31(1). <https://doi.org/10.4000/ripes.898>
- Cros, F., & Broussal, D. (2020). Changement et innovation en éducation : Deux notions en résonance. *Éducation et socialisation*, 55. <https://doi.org/10.4000/edso.8911>
- Puozzo Capron, I., & Vuichard, A. (Éds.). (2022). *L'innovation pédagogique : De la théorie à la pratique*. Éditions Alphil-Presses universitaires suisses.
- Vincent-Lancrin, S., Urgel, J., Kar, S., & Jacotin, G. (2019). *Mesurer l'innovation dans l'éducation 2019 (Version abrégée) : Quels changements dans les pratiques scolaires?* OECD Publishing.

Étude de l'impact d'un dispositif d'apprentissage différencié et personnalisé en sciences en première année d'université

Armelle Girard^{1,3*}, Isabelle Gérard^{2,4*}, Olivier Colin², Marine Moyon⁵ & Cédric Vanhoolandt^{5,6}

¹ Département de Physique, Université de Versailles Saint-Quentin, Versailles, France ;

² Département de Chimie, Université de Versailles Saint-Quentin, Versailles, France ;

³ Laboratoire d'Étude des Microstructures (LEM), ONERA-CNRS, Châtillon, France ;

⁴ Laboratoire d'Études sur les Sciences et les Techniques, UFR de Sciences, Orsay, France ;

⁵ Chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique, Institut Villebon-Georges Charpak, Université Paris-Saclay, Orsay, France ;

⁶ Institut de Recherches en Didactiques et Éducation de Namur, Université de Namur, Namur, Belgique.

armelle.girard@uvsq.fr ; isabelle.gerard@uvsq.fr ; olivier.colin@uvsq.fr ;

marine.moyon@universite-paris-saclay.fr & cedric.vanhoolandt@universite-paris-saclay.fr

* Ces deux auteures ont contribué à parts égales dans la réalisation de ce travail et doivent être considérées comme co-premières auteures.

Résumé

La gestion de l'hétérogénéité des étudiant·es en premier cycle universitaire, notamment en France, représente un défi majeur actuel. Les facteurs de variabilité tels que le niveau de maîtrise des prérequis, le parcours académique antérieur, l'environnement culturel et familial contribuent à cette diversité. Une approche pédagogique différenciée dans une perspective d'inclusivité guide chaque étudiant·e vers sa zone proximale de développement et peut favoriser sa réussite académique.

Cette étude porte sur l'impact d'un dispositif pédagogique basé sur la différenciation pédagogique personnalisée dans le contexte spécifique de l'enseignement supérieur, en première année d'université (L1) et en chimie. Les facteurs prédictifs de réussite suivis sont le sentiment d'efficacité et la perception des difficultés mis en regard avec les performances académiques des étudiant·es. Ce dispositif avait été conçu initialement pour des étudiant·es en grande difficulté également de L1. Il a montré une amélioration des performances en chimie et en physique en lien avec ces deux facteurs de réussite.

La différenciation pédagogique, qui soutient la diversité des profils des apprenant·es, vise à adapter l'enseignement aux besoins et aux modes d'apprentissage variés des étudiant·es et à les mettre en posture active dans le processus d'apprentissage. La personnalisation du dispositif favorise les interactions entre pairs et avec les enseignant·es. Le sentiment de compétence, défini dans cette étude comme la confiance des étudiant·es dans leur capacité à accomplir des tâches spécifiques, est identifié dans la littérature comme un facteur directement lié à la performance académique. Quant à la perception des difficultés, définie comme la valeur attribuée à une tâche, elle peut influencer la motivation et, par conséquent, également la réussite académique.

La méthodologie de l'étude comprend une analyse quantitative quasi expérimentale avec des outils tels que des questionnaires autorapportés et des mesures de performance académique. L'échantillon étudié comprend une cohorte régulière (groupe expérimental) de 133 étudiant·es en L1 dans une filière « biologie-informatique ». Les résultats académiques montrent une amélioration significative pour le groupe expérimental par rapport à d'autres parcours suivant un format pédagogique traditionnel.

L'analyse des questionnaires révèle des résultats inattendus concernant le sentiment de compétence (SdC) et la perception des difficultés (PdD) : le SdC diminue significativement entre le début et la fin du semestre, suggérant un possible effet Dunning-Kruger, avec une montée en compétence qui s'accompagne alors d'une diminution du sentiment de compétence. Aucune corrélation n'est observée entre le SdC et les résultats académiques. La PdD ne présente pas de variation significative.

En conclusion, l'étude suggère que le dispositif différencié personnalisé améliore la performance, démontrée par une augmentation des résultats académiques pour le groupe expérimental. Cependant, les fluctuations du SdC et de la PdD soulignent la complexité des

perceptions individuelles de la compétence. Les résultats pourraient s'expliquer par une prise de conscience des attentes universitaires, bien que cette réalisation puisse varier individuellement.

Abstract

Managing the heterogeneity of students in the first cycle of university, particularly in France, represents an actual major challenge. Variability factors such as mastery level of prerequisites, previous academic background, cultural and familial environment contribute to this diversity. A differentiated pedagogical approach guides each student toward their zone of proximal development and can contribute to their academic success.

This study focuses on the impact of a pedagogical device based on personalized pedagogical differentiation in the specific context of higher education, specifically the first year of university (L1) in the field of chemistry. Predictive factors for success include the sense of efficacy and the perception of difficulties in relation to students' academic performances. This device was initially designed for students facing significant challenges in L1 and demonstrated improvement in chemistry and physics performances linked to these two success factors.

Pedagogical differentiation, which supports the diversity of learner profiles, aims to adapt teaching to the varied needs and learning styles of students and their active role in the learning process. The customization of the device encourages interactions among peers and with teachers. The sense of competence, defined in this study as students' confidence in their ability to perform specific tasks, is identified in the literature as a factor directly linked to academic performance. As for the perception of difficulties, defined as the value attributed to a task, it can influence motivation and, consequently, academic success.

The study's methodology includes a quasi-experimental quantitative analysis with tools such as self-reported questionnaires and measures of academic performance. The studied sample consists of a regular cohort of 133 L1 students in a "biology-computer science" program. Academic results show a significant improvement for the cohort of interest compared to other paths following a traditional pedagogical format.

Questionnaire analysis reveals unexpected results regarding the sense of competence (SoC) and the perception of difficulties (PoD). Contrary to expectations, the SoC significantly

decreases between the beginning and the end of the semester, suggesting a possible Dunning-Kruger effect, with a rise in competence accompanied by a decrease in the sense of competence. However, no correlation is observed between the SoC and academic results. The PoD shows no significant variation.

In conclusion, the study suggests that the personalized differentiated device improves performance, demonstrated by an increase in academic results for the cohort of interest. However, fluctuations in the SoC and PoD underscore the complexity of individual perceptions of competence. The results could be explained by an awareness of university expectations, although this realization may vary individually.

Mots-clés

réussite éducative, première année d'université, enseignement personnalisé, différenciation pédagogique, innovation pédagogique

1. Introduction

La gestion de l'hétérogénéité est un défi que chaque enseignant·e, de la maternelle à l'université, doit relever. Au supérieur, le niveau de maîtrise de prérequis, le parcours académique antérieur, l'environnement culturel et familial ou encore le degré motivationnel constituent différents facteurs de variabilité en termes de profils apprenants (Schneider & Preckel, 2017). Tout l'enjeu de l'enseignant·e est donc d'amener chaque étudiant·e dans sa zone proximale de développement, pour lui permettre de progresser au rythme qui lui convient et *in fine*, lui permettre de valider l'unité d'enseignement (UE) en question. À cette fin, la pédagogie différenciée pourrait apporter un élément de réponse.

En France, la troisième vague de massification du système d'enseignement supérieur (96,1% de réussite au baccalauréat en 2022 *versus* 80% en 2004 ainsi que la réforme de 2019 offrant une plus grande liberté dans les options au baccalauréat) ont exacerbé l'hétérogénéité des profils des étudiant·es à l'université (Michaut, 2023). Ainsi, l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences de l'Université Versailles Saint-Quentin accueille un public d'étudiant·es aux profils divers.

En mars 2016, les enseignant·es de chimie de cette université ont proposé un format de cours innovant, différencié et personnalisé, basé sur les interactions entre pairs avec des enseignant·es passant de la posture « d'expert » à celle de « personne-ressource » (Paivandi,

2016). Initialement, seuls les étudiant·es de première année universitaire (L1), en situation d'échec sur le premier semestre et inscrit·es dans un semestre de remédiation dit « Semestre Rebond » – une cohorte d'une vingtaine d'étudiant·es et particulièrement hétérogène – ont pu en bénéficier. Devant l'amélioration des performances académiques en chimie des apprenant·es, ce format a été étendu à l'enseignement de physique, en 2018. Une étude récente (Gérard, Girard, Colin, Moyon & Vanhoolandt, 2024) a mesuré l'impact de ce format pédagogique pour les étudiant·es inscrit·es en remédiation en chimie et en physique. Cette étude s'est centrée sur les performances académiques, sur la perception des difficultés et sur le sentiment de compétence et a permis de mettre en évidence un gain significatif sur ces variables.

Ces premiers résultats, très encourageants, ont conduit les trois premiers auteurs de cette communication, enseignant·es praticien·nes, à étendre ce format d'enseignement différencié et personnalisé. Il a été appliqué à toute une promotion d'étudiant·es dans le cadre de l'UE de chimie de L1 du parcours Biologie-Informatique (Bio-Info) au premier semestre (sur le même programme de chimie).

L'étude présentée dans cet article vise à comprendre l'impact de ce dispositif d'apprentissage différencié chez des étudiant·es régulier·es de L1 lors de leur premier semestre d'études sur la performance académique en chimie ainsi que sur le sentiment de compétence en chimie tout en acquérant une meilleure perception de leurs propres difficultés alors que ce facteur ne semble pas montrer de gain significatif sur une cohorte en grande difficulté (Gérard, Girard et al., 2024).

2. Cadre théorique

La différenciation pédagogique, dans une perspective inclusive, vise à ajuster l'enseignement aux besoins, aux intérêts, aux motivations et aux modes d'apprentissage variés des apprenant·es. Selon Connac (2021), favoriser le travail entre pairs en privilégiant la personnalisation à l'individualisation dans la différenciation pédagogique, amplifie la place active de l'apprenant·e et met au premier plan l'apport du travail entre pairs et l'interaction entre apprenant·es et enseignant·es.

Le sentiment de compétence, défini comme la confiance des individus dans leur capacité à accomplir des tâches spécifiques, est lié positivement à la performance académique (Bandura, 2007). Cet auteur identifie quatre facteurs influençant le sentiment de compétence : les

expériences (i) de maîtrise enactive, (ii) de l'exécution de tâches similaires, (iii) vicariante, et (iv) de la persuasion verbale.

La perception des difficultés est définie comme étant la perception que les apprenant·es ont de la valeur de la tâche (Eccles, 2020). Elle agit donc directement sur la motivation des apprenant·es et par voie de conséquence, indirectement sur leur réussite.

Dans ce cadre, nous formulons l'hypothèse que notre dispositif d'accompagnement différencié et personnalisé pourrait dans le cas d'une cohorte régulière, permettre d'améliorer le sentiment de compétence et la perception des difficultés tout en agissant positivement sur les performances académiques.

3. Méthodologie

Cette étude s'intéresse à l'impact d'un dispositif d'accompagnement différencié sur une cohorte de 133 étudiant·es de L1 ($18,6 \text{ ans} \pm 0,9$; 43% filles)² inscrit·es dans une filière biologie-informatique où la chimie n'est pas une matière d'intérêt pour eux.

L'étude a été réalisée au cours du premier semestre de l'année académique 2021-2022.

Mesurer la performance académique est complexe (*e.g.* Michaut, 2023). Par conséquent, nous avons fait le choix d'évaluer ce paramètre exclusivement à partir de la note³ moyenne obtenue à l'UE chimie en fin de S1. Le sentiment de compétence a été mesuré en début (prétest) et en fin (post-test) de semestre à l'aide d'un questionnaire autorapporté comprenant 44 items sous forme d'échelles de type Likert à 6 niveaux (Gérard, Girard et al., 2024). La consistance interne du questionnaire, ainsi construit, a été vérifiée par les coefficients *alpha de Cronbach*.

Tant pour la performance académique que pour la réussite académique du semestre, la moyenne du groupe expérimental (cohorte "Bio-Info") a été comparée à celles des autres parcours scientifiques de L1 suivant le même programme mais sous un format pédagogique classique (cohortes "Chim-Bio" et "Phys-Chim"). Ces cohortes sont donc considérées comme groupe contrôle pour cette variable. Bien que les évaluations soient spécifiques à chaque parcours pour des raisons organisationnelles, trois des quatre enseignant·es du groupe

² Les statistiques descriptives ont été faites sur l'ensemble des répondant·es

³ Note académique construite à partir des notes de Contrôle Continu (CC) et des notes de Travaux Pratiques (TP).

expérimental, enseignent et conçoivent également les contrôles dans les autres parcours. Parmi ces enseignant·es, une personne occupe d'ailleurs la responsabilité de l'UE de chimie dans ces autres parcours.

Le dispositif étudié, basé sur la différenciation pédagogique personnalisée, propose un cadre de travail où l'apprenant·e travaille entre pairs et retrouve des tâches dont la valeur est mieux comprise, accessible et stimulante. Les exercices proposés suscitent un questionnement sur la démarche cognitive à adopter. Le climat coopératif est soutenant, bienveillant et favorise les interactions avec les enseignant·es également. L'ensemble du dispositif (Girard, Gérard et al., 2021 ; Gérard, Girard et al., 2024), peut se résumer à la mise en place d'une classe flexible avec la création de photocopiés extrêmement fournis en exercices dont chaque exercice, repéré par son niveau de difficulté et ses acquis d'apprentissage visé (AAV), a sa correction disponible en ligne. Les apprenant·es travaillent en petit groupe. L'enseignant·e soutient l'autonomie, questionne les choix faits, soutient l'implication de chacun·e et si nécessaire explicite les stratégies cognitives à suivre. Enfin, une remédiation est régulièrement faite à travers des quiz, des QCM, des ateliers de rédaction de corrigés et un travail sur fiches de révisions.

Nos analyses font référence à une recherche quantitative suivant un protocole quasi expérimental à l'aide de statistiques inférentielles. Seuls les participants ayant répondu à la fois au pré et au post-test ont été conservés.

4. Résultats

La mise en place du dispositif d'accompagnement différencié a conduit à une amélioration réelle des résultats académiques en chimie (Tableau 1).

Tableau 1. Résultats académiques en chimie pour 3 cohortes distinctes, dont le groupe expérimental (Bio-Info), sur un même programme.

	Cohortes		
	Bio-Info N = 135	Chim-Bio N = 320	Phys-Chim N = 170
Note de Chimie max	17,53	18,64	17,60
Note de Chimie min	2	2,003	0,74
Note de Chimie moyenne	10,46 ± 3,02	9,83 ± 3,30	8,33 ± 3,23

La moyenne de chimie est supérieure pour le groupe expérimental par rapport à celle des autres cohortes qui suivent le même enseignement dispensé de façon plus classique. Ceci indique une progression substantielle de tout le groupe en chimie alors que l'ensemble du groupe expérimental réussit moins bien, en moyenne, son semestre 1 (Tableau 2).

Tableau 2. Résultats globaux des différentes cohortes de L1 en fin de semestre 1-session 1.

	Cohortes		
	Bio-Info	Chim-Bio	Phys-Chim
Nombre total d'étudiant·es	135	320	170
Pourcentage admis·es	27,41%	38,75%	29,41%
Pourcentage ajourné·es	48,89%	38,44%	37,06%
Pourcentage absent·es	23,70%	22,81%	33,53%

Le questionnaire autorapporté a fait l'objet d'une analyse en composantes principales (ACP). Nous avons identifié quatre facteurs principaux et indépendants, expliquant 58% de la variance totale. Les concepts majeurs présentés dans cette étude sont le sentiment de compétence (SdC avec 10 questions, $\alpha = 0.80$) et la perception des difficultés (PdD avec 9 questions, $\alpha = 0.76$). Les statistiques descriptives pour ces deux concepts sont présentées au Tableau 3 ainsi que la note moyenne des personnes répondantes. On relève que 68,4% des répondant·es ont la moyenne à leur UE de chimie et la valident par voie de conséquence.

Tableau 3. Statistiques descriptives des concepts interrogés pour le groupe expérimental (Bio-Info).

Concept	Groupe expérimental (N = 38) M $\pm$ ET	
	T0	T1
SdC	4,36 $\pm$ 0,73	4,07 $\pm$ 0,77
PdD	4,05 $\pm$ 0,79	3,72 $\pm$ 0,77
MCo	3,50 $\pm$ 0,64	3,38 $\pm$ 0,67

Une analyse de variance (ANOVA) sur mesures répétées a été réalisée pour évaluer l'effet du dispositif pédagogique sur ces concepts (Tableau 4).

Tableau 4. Statistiques quantitatives des concepts interrogés pour le groupe expérimental (Bio-Info).

Concepts	p valeur	β	F	IC 95%	
				Borne inférieure	Borne supérieure
SdC	<,01	-0.30	8,82	-0,50	-0,09
PdD	>,05	-0,12	2,37	-0,28	0,04

On ne constate pas de variation statistiquement significative pour le concept PdD. L'effet du facteur temps (*i.e* avant *versus* après expérimentation du dispositif) est important pour le concept SdC avec une taille moyenne d'effet [$\eta^2 = 0,07$]. En revanche, on observe une diminution de son score entre le pré et le post-test [$\beta < 0$].

Des tests de corrélation linéaire de Pearson ont été réalisés entre les différents concepts et la note de chimie (Tableau 5). Le SdC est en corrélation positive significative avec la PdD au temps T1. La note de chimie n'est corrélée à aucun concept étudié. Dans une visée exploratoire, la cohorte a été divisée en deux sous-groupes (mediansplit) sur la base de la performance académique (groupe performant *versus* moins performance). En ce qui concerne le SdC, aucune différence significative n'a été retrouvée lorsque sont comparés les deux sous-groupes.

Tableau 5. Matrice de corrélation des concepts au temps T1, après application du dispositif.

Concept (temps)	SdC (T1)	PdD (T1)	MCo (T1)
SdC (T1)		0,52 (***)	0,67 (***)
PdD (T1)			0,42 (***)

Note. *** : p-value < 0,001

5. Discussion

Notre étude vise à mesurer l'impact d'un format d'apprentissage différencié et personnalisé, jusqu'alors présenté à une cohorte réduite d'étudiant·es en difficulté. Ce format a été étendu à une cohorte régulière et de plus grande taille, dans le cadre d'une UE de chimie.

En premier lieu nous constatons que le dispositif semble avoir un impact positif sur les résultats académiques des étudiant·es du groupe expérimental par rapport aux autres parcours de L1. Ce résultat est d'autant plus intéressant que ce parcours "biologie-informatique"

affiche le plus faible taux de réussite sur la moyenne globale du semestre, lorsque toutes les disciplines sont considérées (Tableau 2), alors que, bien que la majorité des étudiants ne se destinent pas à poursuivre dans un parcours de chimie, ils·elles performant en chimie (Tableau 1). Pour confirmer ce résultat, il aurait été intéressant que les étudiant·es de tous les parcours passent une épreuve commune avec la même attention sur l'alignement pédagogique (contenu et niveau).

Par ailleurs, durant le semestre, nous avons observé les étudiant·es du groupe expérimental s'approprier très vite, dans leur majorité, le fascicule et son mode d'utilisation contrairement à la cohorte en grande difficulté de l'étude de Gérard, Girard et al. (2024). Dès lors ils·elles ont rapidement été capables de choisir les exercices à travailler pour réussir et atteindre leurs objectifs, car ils étaient facilement en capacité de se situer dans leur zone proximale de développement. Pourtant, contrairement à notre hypothèse, le SdC et le PdD n'évoluent pas comme attendu. Nous constatons, à partir des résultats d'analyse des questionnaires autorapportés, qu'au tout début du semestre, le sentiment de compétence et la perception des difficultés ont, en moyenne, des scores élevés. Ces moyennes diminuent en fin de semestre, avec une évolution significative pour SdC. Cette décroissance entre le pré et le post-test pourrait suggérer un effet Dunning-Kruger (Kruger & Dunning, 1999) qui se caractérise par une anticorrélation entre le niveau de compétence et le SdC. Notons que les observations ne correspondent pas à une mesure objective mais plutôt à un sentiment des enseignant·es du cours.

Un effet Dunning-Kruger se traduit par une montée en compétence qui, dans notre cas, s'accompagne d'une diminution du sentiment de compétence. Notons que, dans nos mesures, nous n'observons aucune corrélation/anticorrélation entre le SdC et les résultats académiques.

Une explication plausible pourrait alors être que les répondant·es se sont surévalué·es en prétest puis sous-évalué·es en post-test. Ceci laisse suggérer le signe d'une prise de conscience des attendus de l'université, très différents de ceux de l'enseignement secondaire, avec des sentiments pas encore bien auto-évalués.

Ces réflexions et ces changements de posture observés, aussi bien chez les étudiant·es que chez enseignant·es, nous conduisent à envisager d'étendre la différenciation pédagogique personnalisée à d'autres formats d'enseignement. Ces autres formats concernent par exemple les travaux pratiques en vue d'amener les étudiant·es (i) à construire leurs apprentissages à

travers des interactions entre pairs et (ii) à avancer, dans ce contexte, dans leur zone proximale de développement.

En conclusion, les résultats présentés semblent appuyer l'idée que notre dispositif d'accompagnement différencié améliore la performance. En particulier, cette dernière se caractérise par des résultats académiques, en moyenne, meilleurs comparés aux cohortes ayant reçu un enseignement classique sur le même programme. Le dispositif semble aussi contribuer à une meilleure prise de conscience des attendus de l'université auprès de ces mêmes étudiant·es.

Remerciements

Les auteurs·trices remercient Carine Livage, Olivier Oms et Cédric Mayer d'avoir accepté d'enseigner aux étudiants des deux cohortes et d'avoir soutenu notre étude. Nous remercions aussi à Véronique Chaffard-Bourgoin† pour son investissement dans la construction du dispositif.

Ce travail a bénéficié du support et du financement de la chaire de recherche-action « Innovation pédagogique » de l'Université Paris Saclay et de l'institut Villebon – Georges Charpak dont Martin Riopel est le premier titulaire.

L'Université Paris-Saclay a également soutenu ce projet sous la forme d'un financement IDEX (OSER 2023).

Références bibliographiques

Bandura, A. (2007). *Auto-efficacité : le sentiment d'efficacité personnelle*. Bruxelles : De Boeck.

Connac, S. (2021). Pour différencier : individualiser ou personnaliser ?. *Éducation et socialisation. Les Cahiers du CERFEE*, (59). <https://doi.org/10.4000/edso.13683>

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory : A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101859.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>

Gérard, I., Girard, A., Moyon, M., Colin, O., & Vanhoolandt, C. (accepté, mars 2024). Mieux réussir dans les filières scientifiques en première année d'université ? Un dispositif pédagogique d'accompagnement différencié, analysé comme appui immédiat pour des étudiant·es en situation d'échec, *Didactique*.

Girard, A., Gerard, I., Colin, O., Bourgeois, N., Parmentier, J., Riopel, M., ... & Moyon, M. (2022, January). Bien accompagné pour mieux rebondir: un module d'enseignement à destination des étudiant·es de 1ère année de licence Sciences en situation d'échec. In *Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur 2022-(S') engager et pouvoir (d') agir* (pp. 49-61).

Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121-1134. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>

Michaut, C. (2023). État des recherches en économie et en sociologie sur la réussite universitaire. *Recherches en éducation*, (52), 179-195. <https://doi.org/10.4000/ree.11961>

Paivandi, S. (2016). Autour de la posture d'accompagnement à l'université. *Recherche & formation*, 81, 95-115. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.2633>

Schneider, M., & Preckel, F. (2017). Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses. *Psychological bulletin*, 143(6), 565. <https://doi.org/10.1037/bul0000098>

Critères prédictifs de réussite au développement du raisonnement clinique à l'entrée en formation d'infirmier·ères anesthésistes

Agnès Saint-Sulpice^{1,2 *}, Marion Lenoir^{1,2 *} & Cédric Vanhoolandt^{3,4}

¹ Groupement hospitalier de territoire Yvelines Nord, Centre Hospitalier Intercommunal, Poissy-Saint-Germain-en-Laye, France

² Département universitaire de sciences infirmières, Ecole Régionale des Infirmiers anesthésistes diplômées d'Etat, Unité de formation et de recherche Simone Veil, Montigny-le-Bretonneux, Université de Versailles Saint-Quentin, France

³ Chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique, Institut Villebon-Georges Charpak, Université Paris-Saclay, Orsay, France

⁴ Institut de Recherches en Didactiques et Éducation de Namur, Université de Namur, Namur, Belgique

agnes.saintsulpice@uvsq.fr ; marion.lenoir@uvsq.fr & cedric.vanhoolandt@universite-paris-saclay.fr

* Ces deux auteures ont contribué à parts égales dans la réalisation de ce travail et doivent être considérées comme co-premières auteures.

Résumé

Le raisonnement clinique (RC) est au cœur des compétences infirmières. Un RC efficient est garant de la sécurité des patients. Or trop souvent en formation les difficultés de RC sont détectées trop tardivement chez les apprenant·es, ayant pour conséquence un arrêt de formation. L'objectif de cette étude est de mettre en exergue des critères prédictifs avant la spécialisation en anesthésie permettant d'identifier les étudiant·es qui pourraient rencontrer des difficultés dans l'apprentissage du raisonnement clinique.

Une étude quantitative rétrospective sur 161 étudiant·es de six promotions a été réalisée à l'aide de statistique descriptive et analytique. Le critère de jugement principal est la note obtenue sur 20 à la fin de chaque semestre à l'évaluation du raisonnement clinique dans l'unité d'enseignement n°6 : Intégration des savoirs.

L'analyse des données a fait ressortir trois données qui auraient une incidence sur le développement du raisonnement clinique des étudiant·es infirmier·ères anesthésistes : les notes

de l'écrit, de l'oral du concours ; et la durée de l'expérience professionnelle en tant qu'infirmier·ère.

Cette enquête exploratoire est une piste dans le cadre de la réforme universitaire des études infirmières

Abstract

Clinical reasoning is at the heart of nursing skills. Efficient clinical reasoning guarantees patient safety. However, all too often in training, problems with clinical reasoning are detected too late in the learner's career, resulting in a break in training. The aim of this study is to highlight predictive criteria prior to specialisation in anaesthesia, making it possible to identify students who may encounter difficulties in learning clinical reasoning.

A retrospective quantitative study of 161 students from 6 years was carried out using descriptive and analytical statistics. The main assessment criterion was the mark obtained out of 20 at the end of each semester in the assessment of clinical reasoning in teaching unit 6: Integration of knowledge.

Analysis of the data revealed three factors that would have an impact on the development of clinical reasoning in student nurse anaesthetists: marks in the written and oral examinations, and the length of professional experience as a nurse.

This exploratory survey is a lead in the context of the university reform of nursing studies.

Mots-clés

Parcours d'apprentissage, développement professionnel, raisonnement clinique, étudiant·e infirmier·ère anesthésiste, innovation pédagogique

1. Contexte et problématique

Le raisonnement clinique (RC) peut être considéré comme la compétence essentielle pour la pratique clinique en sciences infirmières puisqu'il repose sur les processus cognitifs et métacognitifs qui permettent au clinicien·ne de prendre les actions les plus appropriées dans un contexte de résolution de problème de santé (Nendaz et al., 2005). Le développement du raisonnement clinique est donc une préoccupation majeure chez les formateur·rices en santé.

En France depuis 2012, un programme de formation basé sur un référentiel de compétences permet l'obtention du diplôme d'État d'infirmier·ère anesthésiste associé à un Master délivré par l'université. Pour accéder à cette formation professionnalisante, des critères de sélection sont légiférés : bénéficier d'une expérience professionnelle infirmière d'au moins deux années

puis réussir les épreuves écrites et orales au concours d'admission. L'examen oral de sélection comprend une situation clinique par laquelle le jury va apprécier les capacités des candidats à décliner un raisonnement clinique et gérer une situation de soins. Cependant, afin d'achever le processus d'universitarisation de toutes les professions de santé et faire évoluer le métier d'infirmier·ère anesthésiste (IA) vers un exercice infirmier en pratique avancée, des réflexions sont actuellement menées par les instances compétentes. Notamment, la formation d'infirmier·ère anesthésiste diplômé·e d'état (IADE) deviendrait accessible dès l'obtention d'un grade de licence – et donc sans expérience professionnelle requise – en vue de se conformer au continuum licence-master-doctorat et faciliter ainsi les passerelles au sein des formations universitaires.

En prenant appui sur les théories du RC en santé, un dispositif pédagogique innovant qui vise le développement de cette compétence essentielle est mis en place, animé et évalué au sein d'une école. Malgré cela, la caractérisation des difficultés de RC chez les étudiant·es IA n'est pas aisée. Il s'agit pourtant d'un enjeu crucial dès lors que le dépistage tardif des difficultés de RC entraîne un arrêt de formation, ce qui représente un coût humain et financier non négligeable à la fois pour l'étudiant·e et pour l'organisme financeur. En outre, dans le cas où elles ne sont pas détectées, cela a aussi un impact sur la sécurité du patient.

Par conséquent, la question se pose d'identifier les principaux critères prédictifs – c'est-à-dire en amont de la formation – pouvant influencer la capacité de raisonnement clinique de l'étudiant·e. En fonction de ceux-ci, un accompagnement spécifique à ces professionnel·les déjà expérimenté·es pourrait être mis en place dans notre dispositif pédagogique en vue de l'optimiser.

2. Cadre théorique : le raisonnement clinique

Le raisonnement clinique est un concept utilisé par les médecins depuis les années 1970 qui marquent le début de l'*evidence based medicine* et la fin de la pédagogie transmissive dans les études médicales. Les recherches axées sur le raisonnement clinique médical sont issues de la psychologie cognitive et un consensus s'est dégagé autour de la théorie du double processus (Croskerry et Nimmo, 2011). Selon les auteurs, le premier processus de raisonnement est dit intuitif, se référant au système 1 de la pensée. Le raisonnement intuitif fonctionne automatiquement et rapidement, sans effort, peut être programmé par le système 2 pour mobiliser l'attention, mais est sujet aux erreurs. La plupart des biais, des heuristiques, des préjugés, et les émotions se produisent dans le mode intuitif. Au cours d'une anesthésie,

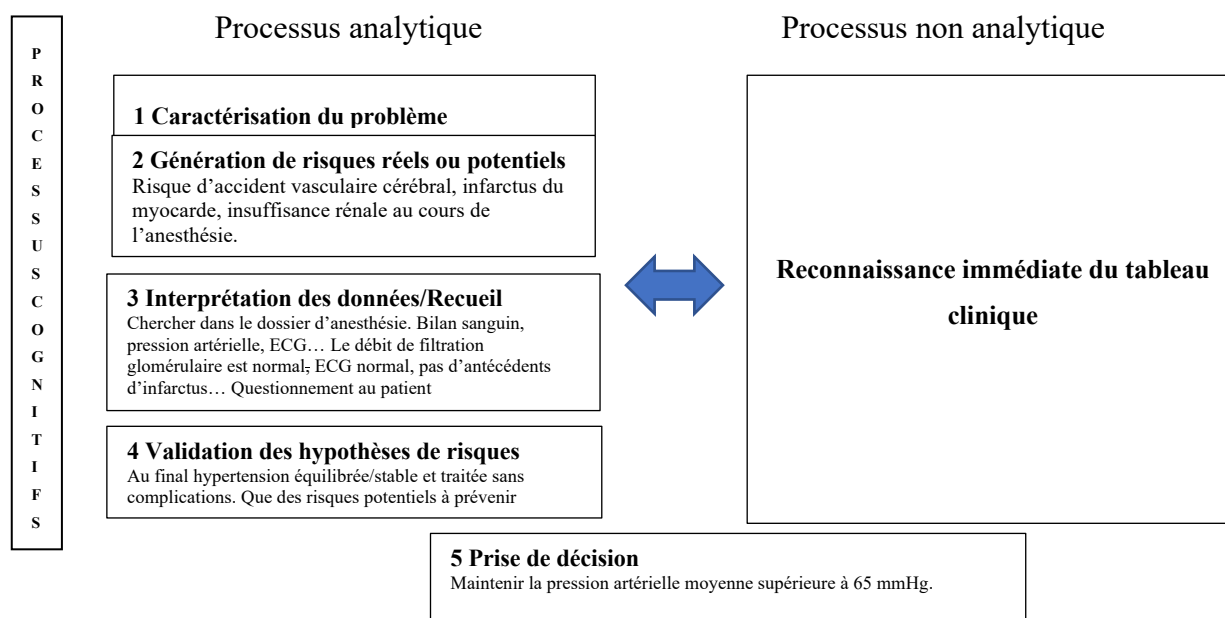
par exemple, l'équipe d'anesthésie doit prendre des décisions multiples dans un temps très restreint, ce qui explique que leurs cerveaux utilisent très souvent le système heuristique.

Le système 2 correspond au système analytique, conscient, plus lent et très énergivore. Le modèle présente plusieurs caractéristiques de fonctionnement : le processus intuitif est le mode de raisonnement par défaut. Les deux types de processus fonctionnent en parallèle et agissent aussi l'un sur l'autre. Le raisonnement analytique pourrait ainsi venir inhiber le raisonnement intuitif.

Une organisation des connaissances à partir de situations prototypiques combinées à des situations cliniques répétées et analysées en mode analytique aboutit éventuellement à la reconnaissance de formes et le mode intuitif s'enclenchera par défaut. C'est ce que l'on pourrait désigner comme le « sens clinique » qui s'appuie sur des connaissances organisées pour l'action, mémorisées dans la mémoire à long terme (Micoulaud-Franchi et al., 2016).

Afin d'établir un diagnostic précis des difficultés de RC pour les superviseurs, Audétat propose une modélisation par étapes du raisonnement clinique en santé (Audétat et al., 2017). Nous avons adapté son modèle pour les infirmier·ères anesthésistes.

Figure 1. Modélisation du raisonnement clinique en anesthésie d'un point de vue pédagogique, adapté d'Audétat et al. (2017).



Des méthodes de pédagogie active comme l'apprentissage par problème et la simulation en santé sont utilisées. Les cas cliniques proposés sont issus de situations authentiques d'anesthésie. Pour favoriser le développement du raisonnement clinique, il faut exposer les

étudiant·es à des situations concrètes, variées et complexes. Cela permet à l'étudiant·e d'enregistrer une grande banque de données pathologiques et de signes cliniques variés (Pelaccia & Tardif, 2016). Par exemple tous les patient·es pris en charge pour une prothèse totale de hanche ne sont pas identiques. En fonction du chirurgien, ils seront installés soit en décubitus dorsal ou latéral. Tous les patient·es ne présentent pas les mêmes comorbidités. Ils auront des risques communs et des risques anesthésiques propres à leurs pathologies. Plus la·le patient·e a de pathologies associées (i.e. hypertension artérielle, diabète, obésité, âge extrême, allergie...), plus l'anesthésie qui en découle sera complexe. (Figure 1)

Considérant ce cadre théorique, par rapport à l'enseignement qui vise le développement du RC, nous souhaitons vérifier les hypothèses suivantes :

- Les connaissances étant un prérequis au processus de RC alors les étudiant·es ayant une note élevée à l'écrit et/ou à l'oral du concours obtiennent de meilleures notes à chaque évaluation semestrielle du RC.
- Considérant que l'expérience professionnelle en soins critiques vient alimenter les processus intuitifs du RC alors les étudiant·es ayant une plus grande expérience professionnelle ont les meilleures notes lors des évaluations du RC.

3. Matériel et méthodes

3.1 Population et déroulement général

L'étude concerne l'ensemble des étudiant·e·s infirmier·ère·s anesthésistes au sein d'une université française de 2016 à 2023 soit 162 apprenant·e·s (74,69% femmes ; âge moyen à l'entrée en formation $31,88 \pm 5,48$ ans) (6 promotions). Chaque promotion compte entre 23 et 32 étudiant·es par année universitaire.

Les étapes du RC sont enseignées aux étudiant·es lors d'unité d'enseignement spécifique (UE 6) qui se déroule durant les quatre semestres de formation.

Chaque semestre l'étudiant·e bénéficie de 30h à 40h de travaux dirigés (TD).

Au cours des 3h de TD, les étudiant·es doivent analyser des dossiers d'anesthésie en groupe et en faire des présentations à l'oral. Chaque présentation se fait en présence d'un·e formateur·rice qui propose un débriefing en promotion plénière. Une synthèse est réalisée à la fin de chaque enseignement pour permettre aux étudiant·es d'identifier les messages clés du cours.

Pour cette étude, chaque étudiant·e s'est vu attribuer un numéro pour conserver son anonymat. Les notes sur 20 sont attribuées chaque semestre (S1 à S4) sur la base d'une grille d'évaluation construite à partir des indicateurs du raisonnement clinique décrits par Audétat (Audétat et al., 2017).

Des statistiques descriptives et analytiques sont effectuées avec le logiciel JASP®.

3.2 Outils de mesure

Le critère de jugement principal est la note obtenue à l'unité d'enseignement 6 (UE 6) à la fin de chaque semestre. Les évaluations se déroulent exclusivement à l'oral de manière individuelle en présentiel. Chaque étudiant·e découvre la situation clinique le jour de l'examen et bénéficie de 30 minutes de préparation suivie de 15 minutes de présentation de son raisonnement devant un jury composé d'un binôme constitué d'un·e formateur·rice et d'un IADE du terrain. L'évaluation partielle se termine par 15 minutes d'échanges avec l'étudiant·e, ce qui permet à ce dernier de réajuster son analyse et de justifier ses choix.

Toutes les situations problèmes sont des dossiers d'anesthésie réels et anonymisés. La figure 2 explique comment la complexité des situations se fait.

Figure 2. Évolution de la complexité des situations cliniques analysées par les étudiant·es au cours des quatre semestres.

Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
Complexification des chirurgies : Chirurgie programmée aux situations de chirurgie en urgences et en chirurgie spécialisée			
			
Complexification des terrains du patient : D'une à plusieurs co-morbidités (score ASA 1 à 3) jusqu'à l'état de choc			

4. Résultats

Le tableau 1 présente les résultats portant sur le nombre d'années d'expérience professionnelle en amont de l'entrée en formation.

Tableau 1. Statistiques descriptives de l'expérience professionnelle avant formation.

Ancienneté (N=162)	Ancienneté en soins critiques (Réanimation, urgences ou salle de réveil) (N=160)

Moyenne (année)	8,13	5,48
Médiane (année)	4,57	4,24
Minimum (année)	3	0
Maximum (année)	30	20

L'expérience professionnelle est bien une caractéristique importante à considérer puisqu'elle est en moyenne de 8 ans dont 5 ans en soins critiques pour les 162 apprenants de l'échantillon.

Le tableau 2 montre les résultats sous forme de note (/20) obtenus aux épreuves d'évaluation UE 6. Les notes restent stables sur les 4 semestres avec une moyenne à 15/20. Elles ne baissent pas malgré le niveau de complexification des situations cliniques proposées.

Tableau 2. Statistiques descriptives de la note à l'UE 6 sur les quatre semestres.

	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
Nombre d'étudiant·es	161	162	162	162
Moyenne	15,22	15,12	15,01	15,03
Médiane	3,28	3,15	3,87	3,33,
Minimum	5,25	6,0	5,50	7,0,
Maximum	20	20	20	20

- L'analyse de la régression linéaire multiple réalisée pour les résultats UE 6 au cours des quatre semestres montre plusieurs facteurs statistiquement significatifs [$p < 0,05$] :
- Sur le semestre 1 (tableau 3) : [$R^2=0,15$], le facteur principal est la note à l'écrit du concours.
- Sur le semestre 3 (tableau 3) : l'ancienneté [$R^2=0,15$].
- Sur le semestre 4 (tableau 3) : l'oral du concours [$R^2=0,17$].

Tableau 3. Analyse statistique des principaux critères prédictifs.

	Semestre 1		Semestre 2		Semestre 3		Semestre 4	
	t	p	t	p	t	p	t	p
Ancienneté en soins critiques	-0,20	0,83	0,49	0,62	1,19	0,23	0,38	0,70

Ancienneté	-1,77	0,07	-1,51	0,13	-2,37	0,02	-0,40	0,68
Note concours oral	1,35	0,17	0,74	0,45	0,79	0,42	4,18	0.001**
Note concours écrit	2,66	0,009***	0,27	0,78	1,19	0,23	1,24	0,21

Les étudiant·e·s ayant eu les meilleures notes à l'écrit et à l'oral du concours obtiennent les meilleurs résultats à l'UE 6.

La durée de l'expérience professionnelle n'est pas corrélée à la performance à l'évaluation de l'UE 6. Le lieu d'exercice professionnel notamment en soins critiques n'est pas prédictif d'une réussite aux UE 6 de première année ; mais les pour les UE de deuxième année. Ceci fera l'objet d'une présentation spécifique lors du congrès.

5. Discussion

Les résultats montrent que des notes élevées au concours d'entrée sont un prédicteur d'un raisonnement clinique qualitatif au cours des études. Ces données sont en faveur de l'importance de maintenir le concours sous le modèle actuel malgré la volonté universitaire de tendre vers une sélection uniquement sur dossier (lettre de motivation et curriculum vitae). Contrairement à notre hypothèse, la durée de l'expérience professionnelle infirmier·ère ne semble être un bon indicateur de réussite à l'évaluation du RC. On voit également que les étudiant·es ayant eu un parcours en soins critiques obtiennent de meilleurs résultats aux UE 6 de M2. Cet écart pourrait s'expliquer, car les situations authentiques deviennent de plus en plus complexes. Elles relèvent de situations qui intègrent des patient·es en état de choc hospitalisé dans les services de réanimation, c'est-à-dire des patient·es que les étudiant·es avec une expérience en soins critiques ont plus de chance d'avoir rencontré·es en tant qu'infirmier·ère. Ces étudiant·e·s ont déjà quelques connaissances, qu'ils peuvent réinvestir dans ce nouveau contexte d'anesthésie. Y a-t-il des services ou un parcours type antérieur à la formation plus propice au développement du raisonnement clinique ?

L'attribution des notes est une limite à notre étude. Tant les notes de chaque UE que celles du concours peuvent être questionnées en termes de fiabilité et de validité. En effet, d'autres variables influencent la performance lors des évaluations : le stress de l'examen, ne jamais avoir rencontré cette situation problème lors de son expérience professionnelle ou en stage, la

capacité de s'exprimer à l'oral, la sévérité de l'examineur, l'environnement contextuel du cas clinique pas suffisamment authentique (i.e. ambiance générale, relations de travail, aléas organisationnels...). Tous ces facteurs pourraient influencer le score qu'obtient chaque étudiant·e.

Cette étude exploratoire va nous permettre de « faire un portrait type » des étudiant·es qui pourraient rencontrer des difficultés d'apprentissage dans le RC et ainsi mieux personnaliser notre suivi pédagogique individuel. Nous pourrions alors leur proposer plus précocement des activités complémentaires et mieux adapter leurs parcours de stage. Par exemple éviter de proposer dès le début de formation aux étudiant·es avec ce profil type, les terrains de stage qui prennent en charge des patient·es complexes. Enfin, nous allons pouvoir également identifier une trajectoire de développement des compétences pour ces étudiant·es.

Remerciements

Nous remercions l'hôpital de Poissy Saint-Germain en Laye pour le financement de notre participation au Congrès. Ce travail a bénéficié du support de la chaire de recherche-action « Innovation pédagogique » de l'Université Paris-Saclay et de l'institut Villebon – *Georges Charpak*.

Nous remercions nos collègues de l'ERIADE pour leur soutien : Mesdames Lamblin Sylvie, Godet Marie et Gryson Sandra.

Références bibliographiques

Audétat, M.-C., Laurin, S., Dory, V., Charlin, B., & Nendaz, M. (2017). Diagnostic et prise en charge des difficultés de raisonnement clinique. Guide AMEE n° 117 (version courte) : Seconde partie : gestion des difficultés et stratégies de remédiation. *Pédagogie Médicale*, 18(3), 139-149. <https://doi.org/10.1051/pmed/2018011>

Croskerry, P., & Nimmo, G. (2011). Better clinical decision making and reducing diagnostic error. *The Journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh*, 41(2), 155-162. <https://doi.org/10.4997/JRCPE.2011.208>

Micoulaud-Franchi, J.-A., Amad, A., Geoffroy, P. A., Micoulaud-Franchi, J.-B., Fovet, T., & Quiles, C. (2016). Les plaintes du carabin. Modèle pour un raisonnement clinique pratique. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 174(8), 703-713. <https://doi.org/10.1016/j.amp.2016.08.003>

Nendaz, M., Charlin, B., Leblanc, V., & Bordage, G. (2005). Le raisonnement clinique : Données issues de la recherche et implications pour l'enseignement. *Pédagogie Médicale*, 6(4), 235-254. <https://doi.org/10.1051/pmed:2005028>

Pelaccia, T., & Tardif, J. (2016). *Comment [mieux] former et évaluer les étudiants en médecine et en sciences de la santé?* De Boeck supérieur.

Une école d'été comme formation à l'interdisciplinarité : kit de démarrage innovant pour des étudiant·es en troisième cycle.

Marie Erard¹, Cécile Bouton¹ & Cédric Vanhoolandt^{2,3}

¹ Institut de Chimie Physique, UMR 8000 CNRS, Université Paris-Saclay, Orsay, France ;

² Chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique, Institut Villebon-Georges Charpak, Université Paris-Saclay, Orsay, France

³ Institut de Recherches en Didactiques et Éducation de Namur, Université de Namur, Namur, Belgique

marie.erard@universite-paris-saclay.fr ; cecile.bouton@universite-paris-saclay.fr & cedric.vanhoolandt@universite-paris-saclay.fr

Résumé

La compréhension de phénomènes biologiques complexes nécessite de bâtir des projets scientifiques qui mobilisent chimistes, physiciens et biologistes. Les étudiants de troisième cycle qui s'intéressent à ces thématiques sont souvent issus de formations monodisciplinaires. Ils doivent relever rapidement le défi de l'interdisciplinarité pour inscrire leur projet dans un contexte global et ce, d'autant plus, que la durée de leur financement doctoral est limitée à trois ans en France. Par conséquent, l'organisation d'une école d'été thématique est apparue comme une approche innovante pour former les étudiants en troisième cycle à l'interdisciplinarité dès le début de leur doctorat.

L'interdisciplinarité est un processus permettant aux individus d'intégrer des connaissances provenant de différentes disciplines pour comprendre et résoudre des problèmes complexes. Ce processus nécessite d'acquérir des connaissances pratiques et une compréhension épistémologique des disciplines concernées ainsi que de développer des compétences de communication interdisciplinaire. L'hypothèse formulée propose que des bénéfices de la formation à l'interdisciplinarité décrite soient immédiatement identifiés par les participants notamment au niveau des connaissances acquises.

D'autres bénéfices à long terme sont attendus au niveau des capacités de communication en particulier.

L'école d'été thématique a réuni 22 participants chimistes, biologistes et physiciens en proportions comparables. Elle était organisée autour de quatre axes, théorique, pratique, communicationnel et culturel. L'évaluation des participants a été effectuée à l'aide d'un questionnaire comprenant des questions fermées et ouvertes. Les résultats mettent en évidence une satisfaction générale des participants et un bénéfice immédiat en termes de connaissances théoriques et pratiques. Par ailleurs, des ajustements sont suggérés pour trouver un meilleur équilibre entre les cours de base et avancés, ainsi qu'entre les activités des différents axes. Les ateliers de communication interdisciplinaire sont salués et des ajustements pour les rendre plus ancrés dans les problématiques scientifiques des participants sont proposés. Toutefois, plus de la moitié des participants ne ressent pas de progrès significatif dans leur apprentissage de l'interdisciplinarité. Ce type de bénéfice pourra être évalué à plus long terme quand les participants auront avancé dans leur projet scientifique.

En conclusion, l'approche innovante qu'est l'école d'été thématique semble avoir atteint son objectif initial de fournir un « kit de démarrage » solide pour les étudiants en troisième cycle en matière d'interdisciplinarité.

Abstract

Understanding complex biological phenomena requires building scientific projects that involve chemists, physicists, and biologists. PhD students interested in these themes often come from monodisciplinary backgrounds. They must quickly face the challenge of interdisciplinarity to position their project in a global context, especially considering the limited three-year duration of their doctoral funding in France. Therefore, organizing a thematic summer school has emerged as an innovative approach to train PhD students to interdisciplinarity from the beginning of their doctoral studies.

Interdisciplinarity is a process that enables individuals to integrate knowledge from different disciplines to understand and solve complex problems. This process requires acquiring practical knowledge and an epistemological understanding of the involved disciplines, as well as developing interdisciplinary communication skills. The formulated hypothesis suggests that benefits from the described interdisciplinarity training will be immediately identified by participants, especially in terms of acquired

knowledge. Other long-term benefits, particularly in communication skills, are expected.

The thematic summer school brought together 22 participants, including chemists, biologists, and physicists in comparable proportions. It was organized around four axes: theoretical, practical, communicational, and cultural. Participant evaluation was conducted using a survey with closed and open-ended questions. The results highlight overall participant satisfaction and immediate benefits in terms of theoretical and practical knowledge. In addition, adjustments are suggested to find a better balance between basic and advanced courses and between the activities of different axes. The aims of the interdisciplinary communication workshops are clear, and suggestions are made to make them more closely aligned with the scientific projects of the participants. However, more than half of the participants do not feel significant progress in their learning of interdisciplinarity skills. This type of benefit can be assessed in the longer term as participants advance in their scientific projects.

In conclusion, the thematic summer school as an innovative approach seems to have achieved its initial goal of providing a solid "starter kit" for PhD students in interdisciplinarity.

Mots-clés

Développement professionnel, Pratiques collaboratives, Interdisciplinarité, troisième cycle, Innovation pédagogique

1. Problématique

La compréhension des phénomènes moléculaires qui ont lieu au sein de la cellule est essentielle pour une bonne description des phénomènes biologiques mais aussi pour proposer des stratégies innovantes pour le diagnostic et la thérapie des pathologies. Elle repose sur des projets scientifiques qui se trouvent à la croisée de plusieurs disciplines : chimie, physique et biologie. Un certain niveau d'investissement interdisciplinaire est donc nécessaire, notamment pour les étudiants en troisième cycle, qui sont souvent projetés dans ces thématiques de recherche en ayant un ancrage monodisciplinaire fort après leur formation initiale.

Par ailleurs, en France, le parcours doctoral est généralement financé trois ans ce qui est une durée relativement courte si on veut, à l'échelle de sa durée, être capable de faire preuve de la maturité nécessaire pour inscrire ses travaux dans un contexte global.

Par conséquent, il apparaît indispensable de proposer un « kit de démarrage » aux étudiants en troisième cycle afin de les rendre rapidement efficaces dans cette posture d'interdisciplinarité. Dans ce contexte, la modalité pédagogique innovante qu'est une école d'été thématique, qui les rassemble physiquement sur une semaine, mérite d'être considérée.

2. Cadre théorique

Dans notre contexte scientifique, les projets réunissant des étudiants chimistes, physiciens ou biologistes se font dans un contexte d'interdisciplinarité « de proximité » (Chassé et al., 2020). Ils nécessitent comme piliers de la coopération et de l'intégration, ce qui fait de l'interdisciplinarité un :

« Processus qui, face à une situation complexe, permet à des individus de parvenir à une synthèse intégratrice après avoir surmonté des difficultés de langage disciplinaire et de visions du monde différentes » (Payette, 2001).

Il est ainsi particulièrement profitable pour les étudiants (i) de compléter les connaissances approfondies, qu'ils ont dans leur discipline d'origine, par des connaissances pratiques et une meilleure compréhension épistémologique des autres disciplines impliquées (Boesque-Pérez et al., 2016) et (ii) d'être formé à la communication en vue de surmonter les difficultés liées au langage disciplinaire pour échanger avec des experts d'autres disciplines. Cela leur permettrait d'entamer un changement profond dans la manière d'interagir et de développer, de manière précoce, la capacité d'intégrer les points de vue des autres disciplines (Payette, 2001).

Il est permis de s'interroger sur les bénéfices perçus par les étudiants sur les modalités de formation à l'interdisciplinarité proposées. Nous formulons l'hypothèse que des bénéfices de l'ordre des connaissances seraient perçus immédiatement par les participants et que d'autres, relevant plutôt de la communication, devraient apparaître à long terme au cours de l'évolution de leur projet scientifique.

3. Matériel et méthode

L'école d'été thématique a rassemblé 22 personnes (Tableau 1). D'après les résumés, soumis au moment de l'inscription, nous avons estimé une répartition homogène entre chimistes, biologistes et physiciens.

Tableau 1. Genre, origine et niveau d'expérience des participants (N=22).

<i>Genre</i>		
Femme		Homme
10 (45%)		12 (55%)
<i>Origine</i>		
Université Paris Saclay		Hors Université Paris Saclay
13 (60%)		9 (40%)
<i>Expérience</i>		
Master	Doctorant, année 1 ou 2	Doctorant, année 3 ou Post Doctorant
3 (13%)	17 (77%)	2 (10%)

Elle a été organisée en 4 axes (Figure 1) :

1. Un axe théorique disciplinaire (durée 13h30) constitué de 3 cours de base, 9 cours approfondis et 2 séminaires de recherche ;
2. Un axe pratique (8h) constitué de deux TPs au choix parmi 10 en lien avec les cours autour de différentes méthodes d'imagerie ou problématiques biologiques ;
3. Un axe communicationnel (6h45), centré sur la communication entre pairs en situation d'interdisciplinarité, a été travaillé pendant trois ateliers. Par exemple, le second atelier proposait un exercice autour de comment se faire comprendre et comment comprendre un pair d'une discipline différente. Une session poster a été organisée en présence des enseignant·es et de chercheur·es du domaine ;
4. Un axe culturel (un après-midi) comprenant la visite d'une exposition.

Figure 1. Organisation de la semaine avec les quatre axes de couleurs différentes, en jaune, l'axe théorique, en orange, l'axe pratique, en bleu l'axe communicationnel et en vert, l'axe culturel.

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
9h-10h	Atelier Interdisciplinaire I	Cours avancé Chimie	Atelier Interdisciplinaire II	Cours avancé Physique	Cours avancé Biologie
10h15-11h15		Cours avancé Physique		Cours avancé Biologie	Cours avancé Chimie
	Pause	Pause	Pause	Pause	Pause
11h45-12h45	Cours de base Physique	Seminaire	Cours avancé Biologie	Cours avancé Physique	Seminaire
	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner
14h30-15h30	Cours de base Biologie	Travaux pratiques (4h)	Visite, Exposition de Photographe, Centre Pompidou	Travaux pratiques (4h)	Atelier Interdisciplinaire III
15h45-16h45	Cours de base Chimie				
	Pause				
17h15-18h15	Cours avancé Chimie				
				Poster session & Diner	

L'évaluation par les étudiants a été faite *via* un questionnaire anonyme en anglais, proposé en ligne et contenant 20 questions.

Parmi celles-ci :

- 14 questions fermées (questionnaire fermé) pour lesquelles les étudiants devaient se positionner sur une échelle de Likert à six niveaux allant de 0 (tout à fait en désaccord) à 5 (tout à fait d'accord). Ces questions, habituelles dans notre institution, concernaient les activités proposées et leur contenu ainsi que l'organisation de l'école thématique ;
- 3 questions ouvertes (questionnaire ouvert) inspirées des chapeaux de Bono qui invitaient à indiquer sans restriction les forces, faiblesses et les pistes d'amélioration.

Le questionnaire fermé a été analysé par statistiques descriptives. Nous avons considéré que les niveaux 0 et 1 sont négatifs, les niveaux 2 et 3, neutres et 4 et 5 positifs. Le questionnaire ouvert a fait l'objet d'une analyse qualitative de type préanalyse de sens et illustrée de verbatims.

4. Résultats

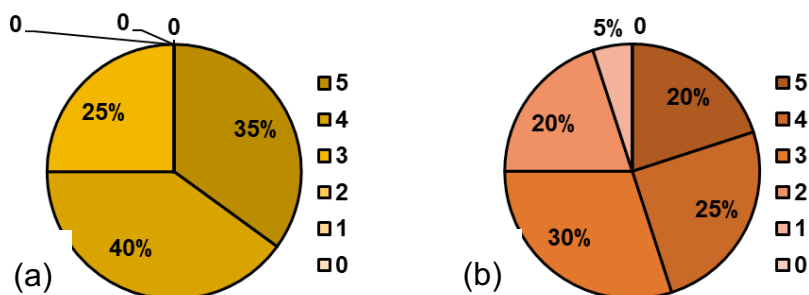
Nous avons eu 18 réponses à l'intégralité du questionnaire et deux personnes n'ont répondu qu'aux questions fermées (Tableau 2).

Tableau 2. Questionnaire fermé et réponses obtenues.

n°	Questions	Réponses (%)		
		positive	neutre	negative
1	What is your global level of satisfaction?	75	25	0
2	Did the school match your expectations?	70	30	0
3	Were the topics of lectures filling your expectations?	70	30	0
4	Were the topics of hands-on filling your expectations?	74	26	0
5	Was the starting level of the three basic lectures adapted?	70	30	0
6	Was the starting level of all other lectures adapted?	50	50	0
7	Was the overall pace of the lectures adapted?	80	20	0
8	Were the aims of the workshops clear?	75	20	5
9	Do you have the feeling that you improved your ability to work in an interdisciplinary environment with the workshops?	45	50	5
10	Was the balance between lectures, hands-on, workshops adapted?	55	45	0
11	Was the time dedicated to posters and discussions sufficient?	65	25	10
12	Did you enjoy the location?	80	20	0
13	How were the food and beverages?	47	53	0
14	Did you enjoy the visit @ Centre Pompidou?	100	0	0

Le premier résultat marquant concerne les attentes de l'école thématique. À la première question sur la satisfaction, en général, plus de 75 % des étudiants répondent que l'école a globalement répondu à leur attente (Figure 2a). Toutefois, plus de 50% n'ont pas le sentiment d'avoir progressé en termes d'apprentissage du travail à l'interdisciplinarité au vu des réponses à la question 9 (Figure 2b).

Figure 2. Représentation graphique du niveau de satisfaction des étudiants (a) et de leur sentiment d'avoir progressé à l'interdisciplinarité (b) sur une échelle de 0 (tout à fait en désaccord) à 5 (tout à fait d'accord).



De plus, les étudiants estiment, à au moins 70%, que le niveau de départ des cours de base était approprié alors que c'est seulement le cas de 50% pour les cours avancés. Si l'objectif des ateliers a été bien compris (75% de réponses positives), l'enthousiasme des participants est moins grand pour l'équilibre entre les activités des 4 axes (45% de réponses neutres).

Le questionnaire libre vient compléter et nuancer les réponses du questionnaire fermé.

En particulier, 13 participants ont partagé leur satisfaction concernant l'axe théorique. La qualité de la didactique est soulignée par 4 personnes par l'emploi d'expressions comme, *«nous ouvrir l'esprit», «facile à suivre», «permettre de mieux comprendre les défis et méthodes actuelles», «beaucoup appris sur des sujets que je ne connaissais pas»*. Ceci est à mettre en regard des 8 participants qui mentionnent directement ou implicitement leur manque de bases théoriques dans un domaine scientifique autre que leur domaine d'expertise et partagent leur difficulté à comprendre les cours plus spécifiques. Ils se sont exprimés dans les termes suivants : *«difficile à suivre», «j'ai vraiment eu des difficultés à suivre la conférence», «la quantité d'information était écrasante»*.

Un second aspect, mentionné positivement par 9 personnes, a été l'axe communicationnel et les ateliers. Ils ont joué un rôle essentiel dans la création d'une atmosphère interdisciplinaire et d'ouverture à l'altérité. Les participants citent notamment (i) le premier atelier qui concernait l'interconnaissance collective au moyen de jeux de cohésion de groupe et d'un cercle de parole pour expérimenter la posture d'écoute ou (ii) l'exercice de présentation des projets scientifique du second atelier, durant lequel, ils ont expérimenté le questionnement et la reformulation. Par ailleurs, les participants proposent de centrer, encore plus, les exercices de communication des ateliers interdisciplinaires sur leurs sujets scientifiques et sur la préparation de la présentation des posters.

Enfin, la moitié des étudiants relèvent l'organisation générale de l'école thématique parmi les points positifs et 3 personnes notent la complémentarité des activités, leur alternance et aussi le côté plaisant de certains moments qui permettaient de maintenir attention et motivation à apprendre tout au long de la semaine. La notion de timing et de rythme a été soulevée par 4 personnes avec des pauses trop nombreuses ou longues, des ateliers parfois *«mal minuté»* ou *«trop peu flexible»* avec des parties *«inutilement longues»*.

5. Discussion et perspectives

Nous formulons l'hypothèse que les étudiants auraient des bénéfices immédiats de l'ordre des connaissances. Nos résultats montrent en effet qu'ils sont globalement satisfaits et ont vu un impact direct de l'école sur leur niveau de connaissances théoriques et pratiques.

Toutefois, il apparaît aussi qu'il est difficile de trouver le bon équilibre (i) au niveau du contenu des cours avec un groupe d'étudiant·es mais aussi d'enseignant·es hétérogène tout comme (ii) entre les activités des différents axes proposés.

Le contenu des cours a été imaginé pour proposer à chacun un corpus de connaissances commun au-delà de sa propre discipline pour pouvoir interagir avec les autres et comprendre leurs façons de questionner (Boesque-Pérez et al., 2016). La majorité des participants a pu progresser grâce aux cours de base ou à certains cours avancés en fonction des besoins individuels. Les commentaires libres soulignent la qualité de certains intervenants, leur enthousiasme et leur bienveillance et la curiosité qu'ils ont suscitée même quand les sujets étaient éloignés. Toutefois, le format idéal semble difficile à construire. Une piste évoquée par les étudiants est de proposer un document avec les bases et de ne garder que des cours avancés. Une autre option, qui permettrait de renforcer l'apprentissage par les pairs, serait de faire préparer aux étudiants ces bases qu'ils pourraient ensuite partager. Les TPs, qui constituent l'axe pratique, ont été un moment fort de la semaine. Ils permettent, en effet, de mettre les cours en perspective. Les étudiants aimeraient avoir plus de TPs et y participer de manière plus pratique.

Pour un public de jeunes scientifiques, les ateliers interdisciplinaires qui ont été introduits dans cette semaine étaient inhabituels dans leur format et leur contenu. Malgré cela, leurs objectifs ont été clairement perçus. Le contenu des ateliers avait été centré sur le travail de la communication avec une mise en pratique au moment de la séance poster. Si les étudiants ont relevé l'intérêt de ce travail, ils auraient néanmoins aimé qu'il soit ancré plus concrètement sur leurs problématiques scientifiques en incluant, par exemple, du brainstorming ou de la co-construction, rendant ainsi leur perception du bénéfice plus évidente.

L'organisation de la semaine a été imaginée afin de maximiser l'efficacité des apprentissages en maintenant l'attention et le plaisir à apprendre en vue d'amorcer des changements profonds (Payette, 2001). L'équilibre particulier de cette école thématique qui alterne et qui équilibre les activités pendant lesquelles les participants sont passifs (cours, séminaires) et actifs (ateliers, TPs) est souligné par les étudiants. De plus, les actions qui permettent la formation d'un groupe propice à l'échange et à l'expérimentation ont été favorisées. Cela se caractérise par des enseignant·es accessibles, des ateliers interdisciplinaires conçus et animés avec des facilitatrices, des moments conviviaux et la sortie culturelle.

Des bénéfices indirects pourraient être constatés par les participants à plus long terme quand leur parcours doctoral sera plus avancé. Ceci pourrait être évalué par le même questionnaire. En effet, le caractère novice des participants auxquels cette école d'été thématique s'adresse rend complexe leur perception de ces bénéfices. À ce stade de leur parcours, ils ne sont pas encore experts de leur champ disciplinaire et n'ont pas de vue globale de la complexité de leur

projet, ce qui accentue cette difficulté. C'est néanmoins à ce moment charnière de leur parcours que se situe la pertinence d'une école d'été basée sur l'interdisciplinarité.

Remerciements

Nous remercions BioProbe (France 2030 ANR-11-IDEX-003), l'Institut des Sciences de la Lumière, le Labex PALM et France BioImaging pour le financement et l'organisation de l'école d'été thématique ChemPhysBio2023. Ce travail a bénéficié du support et du financement de la chaire de recherche-action « Innovation pédagogique » de l'Université Paris-Saclay et de l'institut Villebon – *Georges Charpak*.

Références bibliographiques

Bosque-Pérez, N.A., Klos, Z., Force, E., Waits, L.P., Cleary, K., Rhoades, P., Galbraith, S.M., Bentley, A.T., O'Rourke, M., Eigenbrode, S.D., Finegan, B., Wulforst, J.D., Sibelet, N., & Holbrook, J.D. (2016). A Pedagogical Model for Team-Based, Problem-Focused Interdisciplinary Doctoral Education. *BioScience*, 66(6), 477-488.

<https://doi.org/10.1093/biosci/biw042>

Chasse, P., Cogos, S., & Fouqueray, T. (2020). La thèse interdisciplinaire en sciences de l'environnement, des défis à relever et des opportunités à saisir : regards de doctorants.

Natures Sciences Sociétés, 28(2), 159-168. <https://doi.org/10.1051/nss/2020037>

Payette, M. (2001). Interdisciplinarité : clarification des concepts. *Interactions*, 5(1), 19-35.

Mise en évidence du contrôle inhibiteur et efficacité d'un entraînement neurocognitif et ludique pour les mathématiques

Anne-Marie Vimard¹, Cédric Vanhoolandt^{2,3} & Marine Moyon²

¹ Département de mathématiques, Université de Versailles-Saint-Quentin, Versailles, France ;

² Chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique, Institut Villebon-Georges Charpak, Université Paris-Saclay, Orsay, France ;

³ Institut de Recherches en Didactiques et Éducation de Namur, Université de Namur, Namur, Belgique

anne-marie.coron@uvsq.fr ; cedric.vanhoolandt@universite-paris-saclay.fr & marine.moyon@universite-paris-saclay.fr

Résumé

De profondes difficultés persistent chez de très nombreux étudiant·es du supérieur notamment dans des prérequis mathématiques élémentaires. Il est primordial pour l'enseignant·e d'amener des actions favorisant une forme d'engagement des étudiant·es et visant à améliorer leurs capacités cognitives.

Les sciences cognitives ont pu mettre en évidence le fonctionnement cérébral basé sur un modèle de trois systèmes cognitifs : le système heuristique, le système algorithmique et le contrôle inhibiteur, qui assure une fonction d'arbitrage en inhibant le premier système pour activer le deuxième. Pour mettre en évidence le contrôle inhibiteur, nous avons utilisé la technique de l'amorçage négatif dans le cadre d'un test de comparaison de fractions. Nous avons également proposé des sessions d'entraînement du contrôle inhibiteur sous la forme d'un dispositif ludo-pédagogique.

Notre étude s'est déroulée entre septembre et novembre 2023 dans une université de taille moyenne en banlieue parisienne sur un échantillon de 51 étudiant·es. Les étudiant·es ont passé un prétest et un post-test de comparaison de fractions, deux tests académiques et ont eu trois sessions d'entraînement du contrôle inhibiteur.

Des différences concernant les tests académiques sont relevées. Cette étude réplique aussi dans le contexte de la classe des résultats précédemment obtenus en laboratoire. Cela confirme l'implication du contrôle inhibiteur dans une tâche de comparaison de fraction chez des étudiant·es de niveau universitaire.

Abstract

Many students in higher education still have serious difficulties with mathematics prerequisites. Taking action to engage students and improve their cognitive abilities is necessary for teachers.

Cognitive science has demonstrated that the brain works according to a model of three cognitive systems: the heuristic system, the algorithmic system and inhibitory control, which acts as an arbitrator by inhibiting the first system in order to activate the second one. To demonstrate inhibitory control is used by the student, we used the negative priming technique in a fraction comparison test. We also proposed inhibitory control training sessions in the form of a ludopedagogical device.

Our study took place between September and November 2023 at a medium-sized university in the Paris area, with a sample of 51 students. The students took a fraction comparison pre- and post-test, two academic tests and three inhibitory control training sessions.

Differences in the academic tests were highlighted. This study also replicates in the classroom context results previously obtained in the laboratory. This confirms the involvement of inhibitory control in a fraction comparison task in university students.

Mots-clés

Apprentissage, mathématiques, contrôle inhibiteur, entraînement neurocognitif

1. Problématique

Une très récente analyse internationale d'indicateurs sur l'éducation (OCDE, 2023) montre que la proportion d'étudiant·es diplômé·es de l'enseignement secondaire ne fait qu'augmenter depuis plusieurs années. En outre, selon ce rapport (OCDE, 2023), de profondes difficultés persistent chez de très nombreux étudiant·es du supérieur notamment dans des prérequis mathématiques élémentaires.

Au vu de son caractère parfois abstrait, l'apprentissage des mathématiques peut apparaître difficile. Sans un engagement adéquat de l'étudiant·e dans cette matière, on imagine aisément que ses résultats académiques ne devraient pas être à la hauteur des objectifs attendus de réussite.

Dès lors, il est primordial pour l'enseignant·e d'amener des actions favorisant une forme d'engagement des étudiant·es. Celles-ci peuvent particulièrement s'articuler dans le cadre d'une recherche-action centrée sur l'innovation pédagogique et visant à améliorer les capacités cognitives des étudiants.

2. Cadre théorique

Pour l'être humain, face à un problème, raisonner demande un effort et n'aboutit pas toujours à la solution du problème. Cela est notamment dû au fonctionnement cérébral pour lequel les sciences cognitives apportent un éclairage intéressant.

2.1. Les systèmes cognitifs

En utilisant la chronométrie mentale – c'est-à-dire la mesure du temps de réponse à une tâche cognitive –, des chercheurs (voir Borst, Aïte & Houdé, 2015) ont pu mettre en évidence un fonctionnement cérébral basé sur un modèle de trois systèmes cognitifs.

Le premier, appelé *système heuristique*, se caractérise par une pensée « automatique » et intuitive. Ce système a l'avantage d'être rapide mais sa fiabilité est incertaine. Le second, *système algorithmique*, est caractérisé par une pensée réfléchie « logico-mathématique ». Sa fiabilité est maximale mais il est plus lent que le premier système. Ces deux systèmes peuvent entrer en compétition à tout moment ; c'est pourquoi se met en œuvre un troisième système, appelé *contrôle inhibiteur* - qui assure une fonction d'arbitrage en inhibant le premier pour activer le deuxième.

2.2. L'amorçage négatif

Pour mettre en évidence le contrôle inhibiteur, plusieurs techniques existent, notamment l'imagerie par résonance magnétique, l'électro-encéphalogramme et l'amorçage négatif. Dans le cadre de notre étude, pour des raisons d'accès au matériel en contexte scolaire, nous avons utilisé la technique de l'amorçage négatif.

Cette technique consiste à soumettre une tâche nécessitant l'inhibition du système 1, puis une tâche nécessitant le même système et de constater que le temps d'activation de ce système est rallongé après avoir été inhibé (Borst et al., 2015).

2.3. Contrôle inhibiteur et comparaison de fractions

Spécifiquement dans une tâche de comparaison de fraction ayant des numérateurs identiques, le rôle du contrôle inhibiteur a été mis en évidence (Rossi et al., 2019).

En effet, une source majeure des difficultés rencontrées avec les fractions est le *biais du nombre naturel* (Van Hoof et al., 2020) : ce biais consiste à appliquer, de manière inappropriée, une connaissance acquise pour les nombres naturels à une fraction. Par exemple, ce biais incite à considérer que $\frac{1}{3}$ est plus petit que $\frac{1}{4}$, car 3 est plus petit que 4.

En outre, une étude menée par Van Hoof et al. (2020) a montré que, dans le cadre de comparaison de fractions, les meilleurs taux de réponse étaient obtenus pour des fractions congruentes et des temps de réaction plus longs étaient observés pour des fractions incongruentes.

Pour contrer ce biais, certains auteurs ont proposé un entraînement.

2.4. Entraînement du contrôle inhibiteur et performance scolaire

Un entraînement cognitif semblerait avoir eu des bénéfices sur la performance à une tâche de comparaison de fractions chez des élèves adolescents (Vanhoolandt & Plumet, sous presse). Cet entraînement comprenait 24 sessions de 10 minutes proposant des tâches liées à l'inhibition. D'autres enseignant·es, collaborant avec l'équipe de recherche d'Olivier Houdé, ont utilisé des jeux d'inhibition tels que « *Jacques a dit* » ou « *Ni oui, ni non* » pour entraîner les enfants. Ces initiatives pédagogiques semblent avoir amélioré le contrôle inhibiteur des participants.

2.5. Question de recherche

Ce cadre nous amène à nous interroger sur les bénéfices probables d'un dispositif ludopédagogique basé sur le contrôle inhibiteur chez des étudiant·es dans un contexte académique.

Sur cette question, nous formulons les hypothèses suivantes :

- des bénéfices devraient être constatés sur certaines performances académiques, notamment en mathématiques ;
- un bénéfice devrait être mesuré sur le fonctionnement du contrôle inhibiteur.

3. Matériels et méthode

3.1. Participants

Cette étude s'est déroulée entre septembre et novembre 2023 dans une université de taille moyenne en banlieue parisienne.

Chaque semaine, dans le cadre de l'unité d'enseignement en mathématiques, les étudiant·es assistent à un cours magistral en amphithéâtre (1h30) et à une séance de travaux dirigés (TD) de 3 heures.

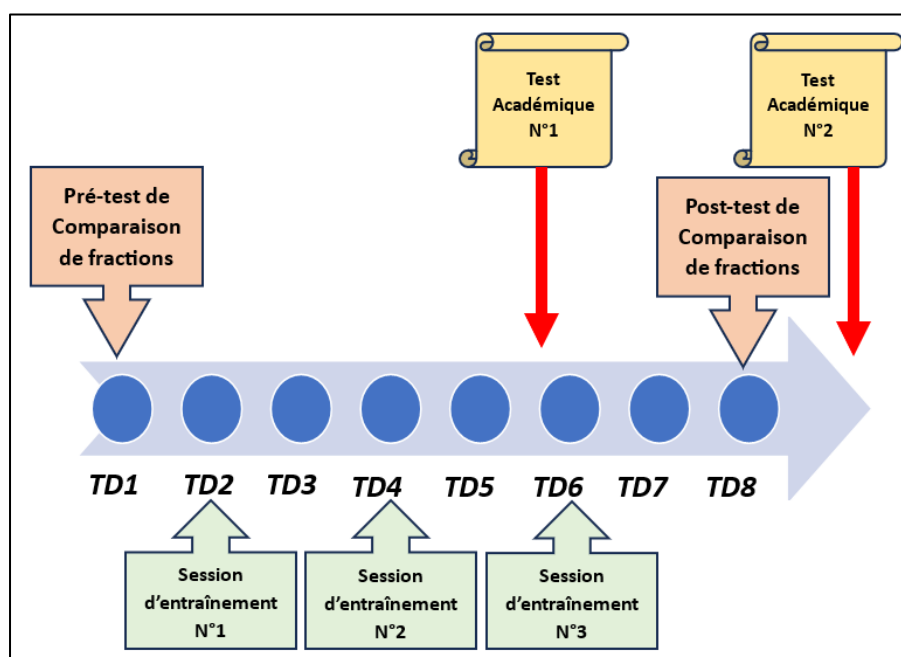
L'échantillon est constitué de 51 étudiant·es en première année de licence (L1, âge moyen : 19 ans, majoritairement des hommes).

Cet échantillon est divisé en deux groupes : un groupe expérimental et un groupe contrôle. Les participants ignorent à quel groupe ils appartiennent.

3.2. Déroulement général de l'étude

L'étude s'est déroulée selon le schéma présenté en figure 1.

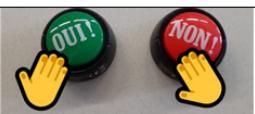
Figure 1. Déroulement de l'étude.



3.3. Dispositif d'entraînement

L'entraînement consiste en trois sessions d'une activité ludo-pédagogique. Les trois sessions suivent le même déroulement (voir tableau 1).

Tableau 1. Déroulement d'une session.

1		La classe est divisée en 2 équipes et chaque équipe désigne un capitaine
2		Un capitaine prend une question écrite sur une fiche et la lit à haute voix pour son équipe. La réponse à cette question est « OUI » ou « NON »
3		Les étudiants d'une même équipe réfléchissent à la réponse avec leur capitaine
4		Le capitaine appuie sur le buzzer correspondant à la réponse donnée par son équipe
5		En cas de mauvaise réponse, l'enseignant fait le point avec l'équipe.
Retour à l'étape 2 avec l'autre équipe		

Chaque session comporte environ dix questions (voir exemple dans le tableau 2).

Tableau 2. Exemple de questions.

Question 1 = Question « piège »	<i>Si la suite $(u_n + v_n)$ est convergente, alors les suites (u_n) et (v_n) le sont aussi</i>	Réponse attendue = NON Question piège nécessitant une réflexion car la réciproque est vraie (c'est-à-dire : la proposition « si les suites (u_n) et (v_n) sont convergentes, alors la suite $(u_n + v_n)$ l'est aussi » est vraie)
Question 2 = Question « évidente »	<i>si la suite (u_n) est convergente, alors elle est bornée</i>	Réponse attendue = OUI Question évidente ne nécessitant pas de réflexion particulière car il s'agit d'un résultat du cours à connaître.

3.4. Outils de collecte des données

3.4.1. Tests académiques

Pendant la durée de l'étude, les étudiant·es ont passé deux tests académiques dans le cadre du contrôle continu. Ces tests académiques, d'une durée de 1h30, étaient notés sur 20 points et portaient sur des sujets mathématiques (suites, fonctions, développements limités, etc.).

3.4.2. Test de comparaison de fractions

Le test de comparaison de fraction est rendu disponible sur une plateforme sécurisée d'outils neurocognitifs à partir d'un appareil portable tactile.

Le test consiste à proposer une paire de fractions, de numérateurs (compris entre 1 et 9) différents et dénominateurs (compris entre 2 et 9) différents. Les étudiant·es doivent cliquer sur la fraction la plus grande.

Après un court temps de familiarisation, le test permet de comparer 32 items (i.e. paires de fractions) pour lesquels les paramètres des réponses sont enregistrés.

Chaque item est congruent ou incongruent ou neutre (voir tableau 3).

Tableau 3. Caractérisation des items congruents / incongruents / neutres.

Item	Description	Conditions	Exemple
Congruent	Le numérateur et le dénominateur de la fraction la plus petite sont inférieurs aux numérateur et dénominateur de la fraction la plus grande	$\frac{n_1}{d_1} < \frac{n_2}{d_2}$ avec $\begin{cases} n_1 < n_2 \\ d_1 < d_2 \end{cases}$	$\frac{1}{3} < \frac{2}{5}$
Incongruent	Le numérateur et le dénominateur de la fraction la plus petite sont supérieurs aux numérateur et dénominateur de la fraction la plus grande	$\frac{n_1}{d_1} < \frac{n_2}{d_2}$ avec $\begin{cases} n_1 > n_2 \\ d_1 > d_2 \end{cases}$	$\frac{3}{8} < \frac{2}{5}$
Neutre	La fraction la plus petite a un numérateur plus petit et un dénominateur plus grand que ceux de la fraction la plus grande	$\frac{n_1}{d_1} < \frac{n_2}{d_2}$ avec $\begin{cases} n_1 < n_2 \\ d_1 > d_2 \end{cases}$	$\frac{1}{7} < \frac{4}{3}$

Les items sont organisés par paires :

- Des paires de type *piège*, ce qui signifie qu'un item incongruent est suivi d'un item congruent ;
- Des paires de type *évidence*, ce qui signifie qu'un item neutre est suivi d'un item congruent.

Le test de comparaison de fractions comporte autant paires de type *piège* que de paires de type *évidence*.

Les réponses et les temps de réponse sont enregistrés et permettent de construire les indicateurs repris dans le tableau 4.

Tableau 4. Liste des indicateurs.

Indicateur	Description
Acc	Nombre de bonnes réponses (« Accuracy » = exactitude en anglais)
%Acc	Pourcentage de bonnes réponses
RT	Temps de réponse
RTm	Temps de réponse moyen (exprimé en secondes)
RCS	Indicateur de performance calculatoire utilisé dans d'autres études (Vanhoollandt et Plumet, sous presse) et permettant de prendre en compte la justesse des réponses et le temps de réaction (Rate Correct Score) calculé de la manière suivante : $RCS = \frac{Acc}{\sum RT}$ Le RCS est exprimé en nombre de bonnes réponses par seconde.
Piège (tous)	RCS pour tous les deuxièmes items d'une paire de type <i>piège</i> (ayant obtenu une bonne réponse ou non)
Piège réussi	RCS pour les deuxièmes items d'une paire de type <i>piège</i> ayant obtenu une bonne réponse
Evidence (tous)	RCS pour tous les deuxièmes items d'une paire de type <i>evidence</i> (ayant obtenu une bonne réponse ou non)
Evidence réussi	RCS pour les deuxièmes items d'une paire de type <i>evidence</i> ayant obtenu une bonne réponse

4. Résultats

4.1. Résultats des tests académiques

Les résultats aux deux tests académiques sont repris dans le tableau 5. Pour vérifier la significativité statistique des résultats, un test *t de Student* utilisant l'approximation de *Welch* a été utilisé.

Tableau 5. Comparaison des tests académiques.

	Nombre d'étudiant-es	Test académique n°1		Test académique n°2	
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Groupe expérimental	16	8,27	4,96	9,74	5,62
Groupe contrôle	35	6,99	3,16	7,32	3,71
p-valeur		p=0,28		p=0,08	

Les résultats obtenus par le groupe expérimental sont meilleurs que ceux du groupe contrôle de façon tendancielle pour le test académique n°2.

4.2. Résultats des tests de comparaison de fractions

Pour chacun des types d'items et pour les deux tests, il est possible de calculer les indicateurs de performance à la tâche pour l'ensemble du groupe. Ces valeurs sont présentées au tableau 6.

Tableau 6. Résultats obtenus par le groupe expérimental.

N = 17 étudiant·es	Prétest			Post-test			Évolution de la performance calculatoire entre les tests
Types de paire	RCS	RTm	% Acc	RCS	RTm	% Acc	
« Piège » (tous)	0,122	5,66		0,109	6,29		-11%
« Piège » réussi	0,120	5,83	80%	0,115	6,03	78%	-4%
« Évidence » (tous)	0,152	5,37		0,120	6,00		-21%
« Évidence » réussi	0,144	5,54	83%	0,132	5,78	86%	-8%

Tant au prétest qu'au post-test, les temps de réaction (RTm) et les taux de réussite (%Acc) sont plus faibles pour les paires de type *piège* que pour les paires de type *évidence* : les étudiant·es ont des difficultés accrues avec les paires de type *piège*.

La performance calculatoire s'est dégradée entre le prétest et le post-test, et on note que la dégradation est plus importante pour les paires de type *évidence* que pour les paires de type *piège*.

Une présentation des résultats par individu est possible. Elle permettra une analyse plus fine des évolutions par type d'items au seuil de significativité statistique. Cet approfondissement sera amené lors de la communication orale.

5. Discussion

Les résultats obtenus par le groupe expérimental sont meilleurs que ceux du groupe contrôle au moins de manière tendancielle pour le test académique n°2. Néanmoins, l'effectif du groupe expérimental est faible et le groupe contrôle n'a pas passé le test de comparaison de fraction.

Lors de cette étude, nous n'avons pas constaté une amélioration de la performance calculatoire suite aux entraînements. Nous proposons deux interprétations : premièrement, lors du prétest, certain·es étudiant·es n'ont peut-être pas respecté la consigne consistant à réaliser les opérations uniquement mentalement – ils écrivaient des calculs sur une feuille de brouillon ; deuxièmement, il est possible que les étudiant·es se soient senti·es plus concerné·es par le post-test réalisé quelques jours avant un test académique et que leur volonté de réussir ait augmenté leur temps de réponse.

Néanmoins, la dégradation des résultats étant plus importante pour les paires de type *évidence* que pour les paires de type *piège* nous interroge : les étudiant·es ont-ils malgré tout été mieux préparés à réagir face aux paires de type *piège* grâce aux sessions d'entraînement ?

Enfin, nos résultats, observés dans un contexte académique, sont conformes aux observations réalisées antérieurement par Van Hoof et al. (2020) car la performance calculatoire pour les paires de type « piège » est plus faible que pour les paires de type « évidence ». Ce résultat corrobore non seulement la mise en évidence du contrôle inhibiteur faite par Rossi et al. (2019) dans une tâche de comparaison de fractions mais vient aussi l'appuyer en répliquant ses résultats – issus du laboratoire – vers la classe.

Par ailleurs, il faut rester prudent dans l'établissement d'un lien direct entre l'entraînement et les résultats académiques. Dans notre cas, d'autres dispositifs pédagogiques mis en œuvre par l'enseignant·e, voire l'enseignant·e lui-même (« effet prof »), ont pu influencer les résultats obtenus par les étudiant·es.

Enfin, cette étude ouvre plusieurs perspectives. Elle pourrait notamment être reproduite en veillant à mettre en place un groupe contrôle pour les tests de comparaison de fractions et en renforçant le respect des consignes pendant les tests de comparaison de fractions.

En outre, afin d'essayer de mesurer l'effet de l'entraînement, des questions faisant intervenir le contrôle inhibiteur pourraient être posées dans les évaluations passées par les étudiant·es (par exemple, poser des questions relatives au cours sous la forme de questions Vrai/Faux). Une autre piste pour entraîner les étudiant·es consisterait à proposer le quiz dans un format numérique (questionnaire à remplir en ligne et en temps limité) : cette dernière option permettrait d'ouvrir l'étude à un plus large public et en asynchrone.

Remerciements

Les auteurs remercient l'association *J'apprends autrement* (<https://www.japprends-autrement.be/>) pour la mise à disposition de ses outils neurocognitifs et de ses ressources dans le cadre de cette étude. Ce travail a bénéficié du support de la chaire de recherche-action « Innovation pédagogique » de l'Université Paris-Saclay et de l'institut Villebon – *Georges Charpak*.

Références bibliographiques

Borst, G., Aïte, A., & Houdé, O. (2015). Inhibition of misleading heuristics as a core mechanism for typical cognitive development : Evidence from behavioural and brain-imaging

studies. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57, 21-25.

<https://doi.org/10.1111/dmcn.12688>

OCDE. (2023). *Regards sur l'éducation 2023 : Les indicateurs de l'OCDE*. Éditions OCDE.

<https://doi.org/10.1787/ffc3e63b-fr>

Rossi, S., Vidal, J., Letang, M., Houdé, O. & Borst, G. (2019). *Adolescents and Adults Need Inhibitory Control to Compare Fractions*. <https://doi.org/10.23668/PSYCHARCHIVES.2381>

Vanhoolandt, C. & Plumet, J. (sous presse). Transfert des effets d'un entraînement de fonctions exécutives chez des adolescents en situation scolaire. Le cas de l'étude des nombres rationnels dans les disciplines scientifiques.

Van Hoof, J., Verschaffel, L., De Neys, W. & Van Dooren, W. (2020). Intuitive errors in learners' fraction understanding : A dual-process perspective on the natural number bias.

Memory & Cognition, 48(7), 1171-1180. <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01045-1>