



Didactique

Apprentissage et enseignement

Volume 5, Numéro 2 (2024)
ISSN 2563-2159

Numéro thématique

« Les méthodes pédagogiques actives en enseignement postsecondaire : enjeux, défis et retombées »

Coordonnateur·trices du numéro

Chantal Tremblay et Diane Leduc

Comité éditorial de la revue

Patrice Potvin, Olivier Arvisais, Mélanie Dumouchel, Kathleen Sénéchal,
Chantal Tremblay et Marie-Hélène Bruyère

Coordonnatrice de la revue

Rosianne Arseneau

UQÀM

Département de didactique

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION
Université du Québec à Montréal

UQÀM

CEAP

Centre d'études sur l'apprentissage
et la performance

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION
Université du Québec à Montréal

Éditeur : Département de didactique (UQAM), Montréal, Canada.

Pour citer ce numéro : Tremblay, C. et Leduc, D. (2024). Introduction au numéro thématique « Les méthodes pédagogiques actives en enseignement postsecondaire : enjeux, défis et retombées ». [numéro thématique]. Volume 5, Numéro 2. *Didactique*, 5(2).

<https://doi.org/10.37571/2024.02>

Table des matières

| | |
|--|------------|
| Table des matières | 3 |
| Introduction au numéro thématique « Les méthodes pédagogiques actives en enseignement postsecondaire : enjeux, défis et retombées ». | 4 |
| <i>C. Tremblay et D. Leduc</i> | |
| 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 | 13 |
| <i>I. Gérard*, A. Girard*, M. Moyon, O. Colin et C. Vanhoolandt</i> | |
| Engagement en situation de cours ou de travaux dirigés : impacts d'un dispositif de classe inversée en licence de sciences de la vie | 57 |
| <i>F. Agnès, M. Moyon et M. Locker</i> | |
| Processus cognitifs d'ordre supérieur mobilisés lors de la résolution de problèmes complexes de conception en génie par les personnes étudiantes de premier cycle | 98 |
| <i>A. Kozanitis</i> | |
| Conflits et apprentissages perçus par les étudiant·es durant une approche par projets (APR) interdisciplinaire en enseignement supérieur | 124 |
| <i>C. Tremblay, É. Allain, C. Labbé, S. Ducharme-Landry et M. Arellano Caro</i> | |
| Former à la démarche scientifique grâce à la pédagogie active et la formation par la recherche : cas d'une Unité d'Enseignement de chimie expérimentale | 151 |
| <i>J. Piard et M. Moyon</i> | |

* Ces deux auteures ont contribué de manière équivalente à la préparation de cet article.

Introduction au numéro thématique « Les méthodes pédagogiques actives en enseignement postsecondaire : enjeux, défis et retombées »

Chantal Tremblay et Diane Leduc
Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec

Pour citer cet article :

Tremblay, C. et Leduc, D. (2024). Introduction au numéro thématique « Les méthodes pédagogiques actives en enseignement postsecondaire : enjeux, défis et retombées ». *Didactique*, 5(2), 4-12. <https://doi.org/10.37571/2024.0201>.

Résumé : Des transformations importantes s’observent dans le milieu de l’enseignement supérieur depuis déjà une vingtaine d’années. Ces transformations amènent à repenser les pratiques enseignantes pour qu’elles soient davantage centrées sur les apprentissages plutôt que l’enseignement. Ainsi, plusieurs enseignant·es choisissent d’intégrer des méthodes pédagogiques actives (MPA) à leur pratique, qui se distinguent d’autres méthodes en modifiant la nature des activités d’apprentissage qu’effectuent les étudiant·es. lorsqu’ils et elles sont en classe. Une MPA amène les étudiant·es à effectuer des tâches de haut niveau cognitif, au sens d’Anderson et al. (2001), lorsqu’ils et elles sont en classe. Ce numéro thématique vise donc à présenter cinq recherches se déroulant en contexte de formation universitaire de 1^{er} cycle où les retombées de la mise en œuvre d’une MPA pour les étudiant·es ont été étudiées. Ces retombées portent sur les apprentissages, l’engagement ou les processus cognitifs mobilisés par les étudiant·es durant ou à la suite de l’expérimentation d’une MPA. Les résultats encourageants de ces études soutiennent la pertinence des MPA pour favoriser l’apprentissage et l’engagement en enseignement supérieur.

Mots-clés : méthodes pédagogiques actives; enseignement supérieur; pratiques pédagogiques.

Le contexte actuel et les transformations récentes du milieu de l'enseignement supérieur

Depuis plus d'un quart de siècle, on assiste à des transformations importantes dans le milieu de l'enseignement supérieur. D'abord, le phénomène de la massification continue des études universitaires engendre une diversification des profils des étudiant.es sur plusieurs plans et ce, tant au Québec qu'en France. (Quirion, 2020; Rossignol-Brunet et al., 2022) Cette diversité s'observe, entre autres, par des parcours académiques variés incluant parfois des alternances travail-études, par une plus grande proportion d'étudiant.es en situation de handicap ou ayant des troubles d'apprentissage et par leurs différences de genre, culturelles et religieuses.

De plus, le milieu de l'enseignement supérieur connaît une augmentation notable du nombre de programmes de formation, notamment des formations professionnalisantes basées sur l'approche par compétences ou intégrées au milieu professionnel, ou encore qui sont de courte durée (Kaddouri et Loiola, 2022; Paquelin, 2020; Pelletier et al., 2021; Quirion, 2020). Enfin, ce milieu est aussi transformé par les innovations technologiques et numériques, qui peuvent avoir une influence sur les pratiques d'enseignement et d'évaluations (Pelletier et al., 2022; Quirion, 2020)

Une brève définition des méthodes pédagogiques actives (MPA)

Ces transformations amènent à repenser ces pratiques afin qu'elles soient mieux adaptées à ce nouveau contexte. Ainsi, plusieurs enseignant.es universitaires actualisent leur enseignement en y intégrant des méthodes pédagogiques actives (MPA), qui sont davantage centrées sur l'apprentissage des étudiant.es (Lison et Paquelin, 2019; Ménard et St-Pierre, 2014) que sur la qualité des prestations orales.

Les MPA se distinguent des autres formes d'activités d'enseignement par la nature des tâches qu'effectuent les étudiant.es lorsqu'ils et elles sont en classe. Ainsi, pour être qualifiée d'active, la méthode doit les amener à effectuer des tâches de haut niveau cognitif, au sens d'Anderson et al. (2001), comme celles qui exigent analyse, évaluation ou création (Bonwell et Eison, 1991). En outre, le temps de classe peut être exploité pour amener les étudiant.es à résoudre des problèmes complexes, à débattre et à échanger (Bonwell et Eison, 1991). Les MPA se distinguent ainsi des stratégies dites transmissives où le temps de classe est principalement alloué à l'écoute et à la prise de notes. Les MPA visent à susciter des apprentissages profonds, durables et peuvent permettre l'autoévaluation ou l'autorégulation (Cabana et Bédard, 2021; Ménard et St-Pierre, 2014). Sans s'y limiter, ces

méthodes incluent la classe inversée, l'approche par projets, l'approche par problème, la méthode des cas, l'apprentissage par la recherche et par les pairs et la pédagogie de la découverte (Ménard et St-Pierre, 2014).

Néanmoins, l'usage de méthodes transmissives, comme l'exposé magistral, demeure encore largement présent en enseignement supérieur, notamment dans les pratiques en ligne (Romainville, 2012). Certains enjeux (institutionnels, professionnels, sociaux, etc.) peuvent également poser des défis aux personnes enseignantes lorsqu'elles souhaitent les intégrer à leur pratique, ce qui pourrait expliquer en partie que les usages de MPA ne soient pas toujours durables chez ceux et celles qui les expérimentent (Paquelin, 2020), et qu'ils soient peu fréquents chez les nouveaux enseignants, même ceux ayant reçu une formation pédagogique initiale adaptée (Leduc et al., 2014). Ceci justifie alors le besoin de poursuivre l'étude des usages de MPA en enseignement supérieur. En ce sens, ce numéro thématique permet de nourrir la réflexion de personnes praticiennes qui souhaitent en intégrer à leur pratique en montrant les retombées qu'elles peuvent engendrer.

Cinq études qui misent sur les MPA pour améliorer la formation universitaire de 1er cycle

Ce numéro thématique présente cinq études qui ont en commun de viser à mieux comprendre les retombées des MPA sur les thèmes suivants :

1. l'apprentissage (Gérard, Girard, Moyon, Colin et Vanhoooldant; Piard et Moyon; Tremblay, Allain, Labbé et Landry-Ducharme)
2. les habiletés cognitives supérieures (Kozanitis)
3. la collaboration (Tremblay, Allain, Labbé et Landry-Ducharme)
4. le sentiment de compétence (Gérard, Girard, Moyon, Colin et Vanhoooldant)
5. l'engagement (Agnès, Moyon et Locker) d'étudiant.es universitaires.

Ces études posent un regard sur ces retombées des MPA sous deux angles : l'article de Gérard et al. ainsi que ceux de Tremblay et al. et de Piard et Moyon s'attardent aux retombées qui se produisent après l'expérimentation d'une MPA. Ces trois articles visent ainsi à mieux comprendre les apprentissages réalisés grâce à l'expérimentation d'une MPA. Les articles de Kozanitis et de Locker, Agnès et Moyon les analysent plutôt durant l'expérimentation : ces articles permettent d'approfondir les connaissances sur l'influence d'une MPA sur l'engagement et sur les processus cognitifs mobilisés par les personnes étudiantes au moment même où elles en font l'expérience.

Par ailleurs, ces études mobilisent des méthodologies de recherche variées qui montrent la complémentarité des approches quantitatives et qualitatives dans la recherche en éducation. Les études de Gérard et al., de Piard et Moyon ainsi que Locker et al., s'appuient sur des données quantitatives (questionnaires, prétest/posttest, résultats académiques, rubriques), tandis que ceux de Tremblay et al, ainsi que celui de Kozanitis mobilisent des données qualitatives issues d'entretiens individuels.

Bien que les méthodes pédagogiques présentées dans ces études soient variées, elles ont toutes en commun de placer la personne étudiante au centre de ses apprentissages et de la rendre active durant les périodes de classe. En effet, comme le soulignent De Clercq et al. (2022), c'est la nature des tâches que réalisent les étudiant·es qui permettent de distinguer les MPA des méthodes passives.

La première étude présentée dans ce numéro et celle de Gérard, Girard, Moyon, Colin et Vanhooldant qui vise à comprendre les effets d'un dispositif d'accompagnement personnalisé utilisé dans des cours de sciences (chimie et physique) pour soutenir l'apprentissage d'étudiant·es de première année de licence qui sont en grandes difficultés. Ce dispositif a ainsi été conçu dans l'intention de soutenir la réussite d'étudiant·es qui ont échoué tous leurs cours de sciences lors de leur premier semestre universitaire et qui reprennent ces cours une seconde fois. Les résultats de l'étude tendent à montrer la pertinence de ce type de dispositif pour soutenir l'apprentissage chez des personnes étudiantes qui éprouvent des grandes difficultés avec ces contenus. Toutefois, Gérard et ses collaborateur·trices concluent cet article en soulignant l'importance du rôle de la personne enseignante qui doit viser à accompagner les étudiant·es avec bienveillance. Il est donc essentiel que cette personne s'engage suffisamment pour assurer le succès du dispositif.

Également ancrée dans le contexte de l'apprentissage des sciences à l'université, la recherche de Locker Agnès et Moyon a permis d'étudier les retombées d'un dispositif de classe inversée sur l'engagement d'étudiant·es dans une unité d'enseignement de 2e année de licence en biologie. Ce dispositif de classe inversée a mené à des changements à la présentation des contenus théoriques du cours. Au lieu d'être présentés lors d'exposés oraux dispensés dans des amphithéâtres, ils étaient accessibles sur une plateforme Moodle par le biais de ressources conçues par l'équipe pédagogique de ce projet. Les personnes étudiantes pouvaient alors se les approprier à leur rythme, puis réaliser ensuite des exercices préparatoires (disponibles sur la plateforme) afin de se préparer aux activités de travaux dirigés (TD). Lors de ces TD, les espaces ont été revus en îlots pour faciliter le travail collaboratif entre les étudiant·es. Ainsi l'enseignant·e pouvait se déplacer entre les îlots pour soutenir les apprentissages. L'étude visait à comparer le niveau d'engagement

comportemental, émotionnel, agentique et cognitif auto-rapporté entre des étudiant·es ayant suivi le cours dans son mode traditionnel (groupe témoin) avec les niveaux de ceux et celles qui ont expérimenté le dispositif de classe inversée (groupe expérimental). Dans l'ensemble, les résultats soutiennent que les étudiant·es qui ont expérimenté la classe inversée ont rapporté des niveaux d'engagement plus élevés que ceux et celles qui ont suivi le cours dans son mode traditionnel. Ces retombées positives du dispositif encouragent les auttrices et l'auteur à poursuivre la recherche sur des dispositifs inspirés des pédagogies actives qui peuvent hausser le niveau d'engagement des étudiant·es.

L'étude de Kozanitis aborde également l'influence d'une MPA sur l'engagement des étudiant·es universitaires dans le contexte de la formation en génie. Plus spécifiquement, elle vise à exposer les processus cognitifs mobilisés par les étudiant·es lors de l'expérimentation d'une approche par projets, afin de déterminer si ces processus sont d'ordre supérieur, ce qui inclut l'analyse, l'évaluation, la création, mais également le raisonnement, la résolution de problèmes et la métacognition, entre autres. La formation universitaire de 1er cycle en génie de cette école québécoise est d'une durée de quatre ans et implique la réussite d'un cours projet-intégrateur à la fin de chaque année universitaire, qui se déroule donc selon une approche par projets.

Pour étudier ces processus cognitifs, Kozanitis s'appuie sur une méthodologie qualitative en ayant réalisé dix entretiens d'explicitation auprès d'étudiant·es, en s'assurant que l'échantillon contienne au moins une personne étudiante de chaque année universitaire sur les quatre du programme. Les résultats montrent certaines tendances quant aux processus cognitifs mobilisés lors des phases initiales de conception de l'artéfact, notamment la compréhension du but du projet, l'inventaire des connaissances ou des données connues utiles à la réalisation du projet, ainsi que la recherche de solutions existantes qui pourraient être reprises pour ce projet. Par ailleurs, les résultats de l'étude de Kozanitis montrent certaines différences entre les étudiant·es lorsqu'ils et elles sont comparé·es selon leur année scolaire. Les étudiant·es moins expérimenté·es (en première année) mobiliseraient plus souvent la stratégie d'essais-erreurs que les plus expérimenté·es. À l'opposé, les personnes terminant leur troisième ou dernière année du programme ont plus souvent mentionné qu'ils et elles anticipaient les conséquences négatives de leurs choix liés à la réalisation du projet. Dans l'ensemble, ces résultats amènent Kozanitis à souligner le potentiel de l'APR, pour la mobilisation de processus cognitifs d'ordre supérieur. De surcroît, les différences entre les novices (1re année) et les plus expérimentés (3e et 4e année) suggèrent que l'APR peut soutenir le développement d'habiletés liées à la résolution de problèmes.

Les résultats de l'étude de Tremblay, Allain, Labbé et Landry-Ducharme soutiennent aussi le potentiel de l'approche par projets pour développer des habiletés liées à l'agir professionnel en gestion, dont la collaboration. Cette étude portait sur la compréhension de l'expérience de collaboration vécue par des étudiant·es de 1re année universitaire en administration des affaires, qui ont réalisé un projet interdisciplinaire impliquant les cinq cours de leur 2e trimestre. S'appuyant sur des données obtenues par des entretiens semi-dirigés, les résultats montrent une forte prévalence de conflits intra-équipe qui sont généralement causés par des cas de paresse sociale. Dans la grande majorité des équipes, au moins une personne adoptait à un moment ou un autre du projet des comportements de paresse sociale, en évitant d'effectuer le travail qui était sous sa responsabilité, en négligeant certains aspects du travail ou en arrêtant de communiquer avec les autres membres de l'équipe. L'étude a permis de décrire les stratégies de résolution de ces conflits tout en soulignant l'apport des émotions dans le choix d'adopter une stratégie ou une autre. Les étudiant·es dont le niveau d'intensité des émotions serait plus faible aurait tendance à adopter rapidement une stratégie de résignation, c'est-à-dire à accepter le comportement de paresse sociale d'une personne de l'équipe et à compenser pour son manque d'engagement. À l'opposé, ceux et celles qui tiennent des discours suggérant une émotion vive ont plutôt utilisé une stratégie de confrontation. Néanmoins, un résultat important de cette étude est qu'au final, peu importe la stratégie employée, il viendra un moment où l'équipe se résigne et accepte le comportement de paresse sociale d'une personne.

Par ailleurs, l'étude de Tremblay, Allain, Labbé et Landry-Ducharme visait également à exposer les principaux apprentissages réalisés grâce au projet, incluant les apprentissages liés à la collaboration. La plupart des participant·es témoignent d'apprentissages significatifs non seulement liés aux disciplines impliquées dans le projet, mais également des apprentissages et de liens théorie-pratique et de liens interdisciplinaires. Plusieurs participant·es soutiennent avoir développé des habiletés de collaboration et de gestion de conflits intra-équipes grâce à projet. En somme, ces résultats amènent les chercheuses de l'étude à souligner le potentiel de l'APR pour soutenir les apprentissages et le développement de compétences professionnelles et ce, malgré la présence de conflits intraéquipes.

Le développement de compétences professionnelles est aussi abordé dans l'étude de Piard et Moyon, qui vise à améliorer la formation en sciences d'étudiant·es en troisième année de licence lors des séances de travaux pratiques. Soulignant que les travaux pratiques visent généralement à développer la capacité des étudiant·es mettre en œuvre une démarche scientifique dans un contexte professionnel en sciences, Piard et Moyon montrent que la méthode pédagogique couramment employée lors de ces travaux pratiques demeure une forme de recette de cuisine, qui développe peu les compétences transférables nécessaires

pour mettre en œuvre une telle démarche. Piard et Moyon exposent ainsi des ruptures d'alignement pédagogique entre les objectifs visés des travaux pratiques et les activités pédagogiques réalisées par les étudiant·es. Pour améliorer cet alignement, Piard et Moyon ont mis en place un dispositif de formation par la recherche lors de travaux pratiques en chimie. Ces auteur et autrice précisent que la formation par la recherche consiste à intégrer la recherche aux pratiques pédagogiques, notamment en informant les étudiant·es des recherches actuelles dans le domaine, en visant à développer les compétences des étudiant·es requises pour effectuer de la recherche scientifique et en les amenant à conduire des recherches empiriques dans le cadre de leur formation. Leur étude visait à comprendre la perception des apprentissages réalisés (questionnaires auto-rapportés) en lien avec la recherche scientifique par les étudiant·es qui ont expérimenté ce dispositif. En somme, leurs résultats témoignent que ce dispositif est pertinent pour l'apprentissage de connaissances liées à la démarche scientifique et pour développer des savoir-faire et des savoir-agir qui y sont associés. S'appuyant sur ces résultats prometteurs, Piard et Moyon proposent de poursuivre la recherche sur les dispositifs de formation par la recherche, notamment en les intégrant dans d'autres formations en sciences auprès de populations étudiantes variées.

Conclusion et pistes futures

En terminant, rappelons que ce numéro thématique vise à présenter des études qui portent sur la compréhension, l'analyse ou l'évaluation de MPA sur l'apprentissage, le développement de compétences ou l'engagement d'étudiant·es universitaires. Pour cela, cinq études mobilisant une diversité de MPA (dispositif de formation personnalisé, classe inversée, approche par projet, formation par la recherche), se déroulant dans des contextes de formation variés (chimie, physique, biologie, génie et gestion), et utilisant différentes méthodologies de recherche employées ont été présentées. Les retombées positives observées dans ces études témoignent de leur pertinence pour mieux soutenir les apprentissages et le développement de compétences.

Ces études ont toutes en commun d'étudier les retombées d'une MPA pendant ou peu de temps après leur expérimentation. Dans quatre études sur cinq, ces MPA ont été intégrées à un cours en suivant une démarche plus ou moins structurée d'innovation pédagogique. Or, comme le souligne Paquelin (2020), ces changements sont parfois temporaires chez les enseignant·es qui s'initient aux MPA. Ainsi, il serait intéressant de conduire de nouvelles recherches qui étudieraient les retombées à long terme des MPA, tant pour les étudiant·es que pour les enseignant·es. Comme le mentionnent Lison et Paquelin (2019), l'adoption des MPA implique non seulement une formation adéquate, mais surtout un changement de posture enseignante. Par ailleurs, d'autres enjeux liés à l'intégration des MPA pourraient

être étudiés en complémentarité avec leurs effets sur l'apprentissage. Notamment, la formation des enseignant·es et leur capacité à mettre en œuvre ces dispositifs, l'intégration des technologies, du numérique et de l'intelligence artificielle, ainsi que la professionnalisation des études supérieures et la mise en place de l'approche par compétences dans plusieurs programmes universitaires représentent divers enjeux à considérer pour assurer le succès de l'intégration de ces MPA en enseignement supérieur.

Remerciements

Les autrices tiennent à remercier toutes les personnes qui ont contribué à ce numéro thématique.

Références

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J. D. et Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives* (Abridged edition.). Longman.
- Bonwell, C. C. et Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports. The George Washington University. <https://eric.ed.gov/?id=ED336049>
- Cabana, M. et Bédard, D. (2021). Microprogramme en pédagogie de l'enseignement supérieur pour les enseignants : incidences sur la motivation et les stratégies d'apprentissage des étudiants. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 37(3). <https://doi.org/10.4000/ripes.3599>
- De Clercq, M., Frenay, M., Wouters, P., Raucant, B., Charlier, B. et Bédard, D. (2022). *Pédagogie active dans l'enseignement supérieur: description de pratiques et repères théoriques*. Peter Lang.
- Kaddouri, M. et Loiola, F. (2022). Quelques enjeux et paradoxes de l'approche par compétences : une introduction. *Revue des sciences de l'éducation*, 48(2). <https://doi.org/10.7202/1098336ar>
- Lison, C. et Paquelin, D. (2019). La formation du supérieur : un levier de transformation des universités québécoises. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, (80), 61-70. <https://doi.org/10.4000/ries.8184>
- Ménard, L. et St-Pierre, L. (2014). *Se former à la pédagogie de l'enseignement supérieur*. Association québécoise de pédagogie collégiale (AQPC).
- Paquelin, D. (2020). Innovation dans l'enseignement supérieur : des modèles aux pratiques, quels principes retenir? *Enjeux et société : approches transdisciplinaires*, 7(2), 10-41. <https://doi.org/10.7202/1073359ar>
- Tremblay et Leduc, 2024*

- Pelletier, K., Brown, M., D., Brooks, C., McCormack, M., Reeves, J. et Arbino, N. (2021). *2021 EDUCAUSE Horizon Report*, Teaching and Learning Edition. Educause.
- Pelletier, K., McCormack, M., Reeves, J., Robert, J. et Arbino, N. (2022). *2022 EDUCAUSE Horizon Report*, Teaching and Learning Edition. Educause.
- Quirion, R. (2020). *L'université québécoise du futur Tendances, enjeux, pistes d'action et recommandations*. Document de réflexion et de consultation. Fonds de recherche du Québec.
- Rossignol-Brunet, M., Frouillou, L., Couto, M.-P. et Bugeja-Bloch, F. (2022). Ce que masquent les « nouveaux publics étudiants » : les enjeux de la troisième massification de l'enseignement supérieur français. *Lien social et Politiques*, (89)57. <https://doi.org/10.7202/1094548ar>

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

Isabelle Gérard*, Armelle Girard*, Marine Moyon, Olivier Colin et Cédric Vanhoolandt
Université de Paris-Saclay, Paris, France

Pour citer cet article :

Gérard, I.*, Girard, A.*, Moyon, M., Colin, O. et Vanhoolandt, C. (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*, 5(2), 13-56. <https://doi.org/10.37571/2024.0202>.

* Ces deux auteures ont contribué de manière équivalente à la préparation de cet article.

Résumé : En France, malgré une baisse du niveau en sciences, le nombre de néo-bachelier·es ne cesse d'augmenter. Au-delà de la massification au Supérieur, la diversité de profil et l'hétérogénéité de niveau des étudiant·es de première année se renforcent depuis la réforme du baccalauréat de 2019. Cela contribue au fort taux d'échec en première année. À l'Université de Versailles-Saint-Quentin, les étudiant·es en échec à l'issue du premier semestre universitaire (S1) rejoignent un semestre 2 (S2) spécifique pour re-travailler exclusivement trois unités d'enseignement (UE) du S1 (programme identique mais format pédagogique pouvant varier). Pour les UEs de chimie et de physique, un « dispositif d'accompagnement différencié et personnalisé », s'inscrivant dans une pédagogie active et inclusive est proposé. Un total de 83 étudiant·es en situation d'échec et de 131 étudiant·es en parcours régulier (UE de chimie uniquement) ont pu expérimenter ce dispositif. A l'aide d'un devis quasi-expérimental et de questionnaires auto-rapportés, l'impact de ce dispositif sur l'estime de soi, le sentiment de compétence et la perception des difficultés a été évalué. Chez les étudiant·es en échec, l'augmentation du

sentiment de compétence est significative, accompagnée d'une amélioration notable des performances académiques. Ce dispositif semble donc encourageant en termes d'accompagnement vers la réussite.

Mots-clés : différenciation pédagogique, enseignement personnalisé, échec en 1^{er} cycle universitaire, dynamique motivationnelle, sentiment de compétence.

Problématique

Contexte

Depuis l'an 2000, le Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves (PISA) permet de suivre l'évolution des compétences fondamentales au sein de l'OCDE. En ce qui concerne la France, les résultats sont préoccupants. En effet, si nous portons notre attention sur les compétences fondamentales en Sciences et en Mathématiques, la France, qui oscillait autour de la 12^e place dans les années 2000, est largement descendue dans le palmarès, jusqu'à atteindre la 25^e place en 2018 (Rocher, 2015 ; OCDE, 2023). Pourtant, le taux de succès à l'examen du baccalauréat - obtenu à la fin du cycle d'enseignement secondaire, à l'âge de 18 ans pour un parcours classique - n'a cessé de progresser (*e.g.* en France en 2023, il atteint 95,7% pour le Baccalauréat général¹). Après l'obtention de leur diplôme de baccalauréat, les personnes alors appelées néo-bacheliers, se tournent assez naturellement vers des études post-secondaire et particulièrement vers l'université, où les places sont, en général, d'accès libre et non contingentées. Cela mène naturellement à la massification de l'enseignement supérieur (Romainville, 2001). A cela s'ajoute la réforme française du baccalauréat de 2019²- offrant une plus grande liberté dans les choix des options et spécialités à l'examen et l'absence d'options scientifiques pour certains - qui a eu pour conséquence d'accroître (plus encore) l'hétérogénéité de niveau en sciences des personnes étudiantes en début de formation universitaire. Ainsi le pourcentage de néo-bachelier·es accédant à l'université malgré une absence des prérequis et souhaitant s'engager dans des études supérieures de sciences ne fait qu'augmenter, rejoignant *de facto* les publics « plus attendus » de l'université (Michaut, 2023). Cette hétérogénéité se traduit notamment en termes de connaissances et compétences ainsi qu'en termes de pratiques d'études (Duguet, Le Mener et Morlaix, 2016). De surcroît, les difficultés d'ordre académique ne se limitent pas à des lacunes de nature disciplinaire. En effet, le niveau de raisonnement scientifique de la majorité des néo-bachelier·es est bien en deçà des attentes pour ce niveau d'enseignement (Vanhoolandt, C., Dhyne, M., et Plumet, J., à paraître; Gueudet et Vandebrouck, 2022). Pour remédier à ces difficultés, le redoublement à l'université est une solution fréquemment utilisée (Galand, Lafontaine, Baye, Datchet et Monseur, 2019). Néanmoins, cela a d'importantes conséquences négatives sur la

¹ Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse. Note d'information n°23.33, disponible sur <https://www.education.gouv.fr/le-baccalaureat-2023-session-de-juin-378728>

² Décret n° 2018-614 du 16 juillet 2018 modifiant les dispositions du code de l'éducation relatives aux enseignements conduisant au baccalauréat général et aux formations technologiques conduisant au baccalauréat technologique, NOR : MENE1813135D, JORF n°0162 du 17 juillet 2018, Texte n° 15 <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2018/7/16/2018-614/jo/texte>

motivation des étudiant·es en échec et donc sur le décrochage scolaire ; ce qui remet cette pratique en question (Galand et al., 2019). D'autres proposent des dispositifs d'accompagnement ou de tutorat dont tous ne semblent pas s'avérer efficaces (Wathelet et Vieillevoye, 2013 ; Annot et al., 2019 ; Michaut, 2023).

Au niveau ministériel, des actions ont été menées dans ce sens. Par exemple, depuis mars 2018 en France, la loi relative à l'Orientation et la Réussite des Étudiant·es (loi ORE³) prévoit notamment un accompagnement des personnes apprenantes qui ne disposent pas des prérequis disciplinaires attendus à leur entrée à l'université. Ces personnes étudiantes appelées « oui-si » se voient accorder leur inscription en première année universitaire (L1) uniquement si elles acceptent de suivre les dispositifs de remédiation qui pourront leur être proposés. Dans ce cadre, les universités ont développé des dispositifs de remédiation variés. À l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences de notre université pluridisciplinaire située en banlieue parisienne, les étudiant·es qui ont échoué dans toutes les Unités d'Enseignement (UE) disciplinaires au semestre 1 (S1) se trouvent dans l'obligation de rejoindre en semestre 2 (S2), un semestre spécifique, appelé *Semestre Rebond* par notre institution. Il s'agit très majoritairement (> 95%) de personnes apprenantes dites « oui-si », avec des origines d'échec très variées (*e.g.* lacunes importantes dans les domaines disciplinaires de leur licence, méthodes de travail inadaptées, contexte social peu motivant...) ce qui nous a amenés à nous engager dans l'axe de la différenciation pédagogique dans une perspective inclusive dans deux unités d'enseignement (UE) de chimie et de physique.

Pédagogie inclusive et conception universelle des apprentissages

La gestion de l'hétérogénéité nécessite de gérer plusieurs types de différences, telles que cognitives, psychologiques, socioculturelles ou naturelles (Taha, 2021). Elle implique aussi d'ajuster l'enseignement aux différents besoins des apprenant·es, de prendre en compte les caractéristiques de chaque apprenant·e, et non pas uniquement leur niveau, mais aussi leurs intérêts et motivations, leurs acquis, leurs lacunes ou difficultés et leurs modes d'apprentissage (Forget, 2018 ; Perrenoud, 2005). Dans ses fondements, l'éducation inclusive veut apporter des réponses à la gestion de l'hétérogénéité afin de permettre à tous les étudiant·es de suivre leur cursus (UNESCO, 2009). Dès lors, la pédagogie inclusive suppose la mise en place de dispositifs pour accompagner tous ces étudiant·es dans leur cheminement, quelles que soient les difficultés qu'ils-elles rencontrent (Prud'homme,

³ Loi n° 2018-166 du 8 mars 2018 relative à l'orientation et à la réussite des étudiant·es JORF n°0057 du 9 mars 2018 Texte n° 1 <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000036683777>.

Leblanc, Paré, Fillion et Chapdelaine, 2016). En particulier depuis les années 2000, l'émergence d'étudiant·es « à risque » ou « en difficulté grave » nécessite de reconsidérer les services proposés (Dubé et Sénécal, 2009). Cela implique aussi de dispenser les enseignements dans une perspective inclusive telle que prônée dans la conception universelle des apprentissages (CUA) (CAST⁴, 2018). Les différences individuelles deviennent la norme et une ressource pour l'apprentissage de tous (Bergeron, Houde, Prud'homme et Abat-Roy, 2021)

En outre, inclure ne consiste pas à induire de diminution du niveau scolaire, mais au contraire créer l'espace d'apprentissage afin d'amener chaque apprenant·e au développement de son plein potentiel (Falzon, 2013). Dès lors, nous nous appuyons sur l'idée que : « La différenciation dans une perspective inclusive s'attache à la progression de tous les élèves pour leur assurer un cheminement scolaire stimulant » (Paré et Prud'homme, 2014).

Un enseignement inclusif inscrit dans la pédagogie active

Dans leur récent ouvrage de 2022 sur la pédagogie active, De Clercq, Frenay, Wouters et Raucant, inscrivent différentes balises, sur lesquelles nous nous accordons dans cette étude. Selon les auteurs, il serait plus juste de sortir d'une vision binaire pédagogie passive *versus* pédagogie active mais d'appréhender le degré d'activation pédagogique selon un continuum. Selon eux, le concept de « pédagogie active » serait à appréhender au sens de « pédagogie de l'apprentissage et de l'enseignement actifs » (« *active learning and teaching* » pour le terme anglo-saxon), sous-tendant l'idée d'une activation conjointe de l'enseignant·e et de l'étudiant·e dans la pratique pédagogique. L'étudiant·e occupe une place centrale dans son processus d'apprentissage ; l'enseignant·e, lui, joue alors le rôle d'activateur de savoirs et non de pourvoyeur.

Aussi, il apparaît important de préciser que la pédagogie active ne réfère pas à un ensemble fini de pratiques mais renvoie plutôt à un ensemble d'éléments didactiques rassemblés au sein d'un même dispositif. Plus précisément, De Clercq et al. (2022) indiquent que quatre critères doivent être respectés pour que les activités proposées dans le cadre du dispositif pédagogique puissent répondre à la définition de pédagogie active. Premièrement, l'implication de l'étudiant·e dans la construction de son apprentissage doit être forte.

⁴ Center for Applied Special Technology (CAST): Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. The UDL Guidelines, 2018; (Accédé 8 Mars 2024). <https://udlguidelines.cast.org/>

Deuxièmement, l'activité pédagogique doit engager l'étudiant·e dans un traitement réflexif et en profondeur de la matière. En effet, l'activation pédagogique renvoie à une activation cognitive et non une activation motrice ; un·e étudiant·e physiquement inactif pouvant tout à fait être engagé·e sur le plan cognitif (Tricot, 2017). Troisièmement, des interactions socioconstructivistes doivent être favorisées. L'apprentissage de l'étudiant·e se construit, avant tout, au travers des interactions sociales, sur la coopération entre pairs et avec les enseignant·es. Enfin, il est attendu que le contexte soit adapté non seulement aux disciplines abordées mais aussi au niveau de chaque apprenant·e en vue de le faire progresser dans les compétences visées. Le niveau initial de l'étudiant·e doit être pris en compte pour définir les tâches demandées afin que ce dernier se situe dans sa zone proximale de développement (ZPD) (Vygotsky, 1978).

Plusieurs dispositifs peuvent s'inscrire dans les critères de pédagogie active, et notamment la différenciation pédagogique sur laquelle notre dispositif s'appuie, comme Pozas, Letzel et Schneider (2020) le présentent dans leur taxonomie.

La différenciation pédagogique et l'enseignement personnalisé

Un enseignement différencié peut possiblement présenter un degré d'activation pédagogique plus ou moins important. Initialement axée sur les « fiches » et « plans de travail individuels » du Plan Dalton et de Célestin Freinet (1948), cités par Connac (2021), la différenciation pédagogique peut se définir aujourd'hui de la manière suivante

« Une façon de penser l'enseignement où l'enseignant 1) conçoit des situations suffisamment flexibles pour permettre à tous les élèves de s'engager dans une tâche et progresser, 2) tout en stimulant la création d'un climat d'interdépendance et d'intercompréhension entre les élèves qui permet de reconnaître la diversité en classe, de la valoriser et de tirer parti de la diversité pour apprendre. » (Prud'homme et al., 2015, p.76).

Cette seconde partie de la définition, concernant la dimension sociale, est très importante à prendre en considération puisque c'est notamment au travers d'un travail de coopération entre pairs que des blocages vont pouvoir être levés. L'apprenant·e n'est pas seul pour surmonter ses difficultés (Meirieu, 2016). L'environnement d'apprentissage est également un élément important à prendre en considération, facilitant la mise en pratique de la différenciation pédagogique (Kariippanon, Cliff, Lancaster, Okely et Parrish, 2018 ; Leroux et al., 2021 ; Fernagu, 2022).

A notre connaissance, pour le niveau universitaire, la différenciation pédagogique est très peu pratiquée ; ce qui rend notre dispositif original. Elle est surtout proposée au niveau primaire (Robbes, 2009), voire secondaire auprès de classes de plus en plus diversifiées,

qui accueillent bien souvent une importante proportion d'élèves rencontrant des difficultés de différentes natures (Nootens et Debeurme, 2019). Dans leur analyse Pablico, Diack et Lawson (2017) font le constat, dans le secondaire, qu'il n'y a pas de consensus quant à l'efficacité de la pédagogie différenciée. Pour être efficace, un enseignement différencié dans une perspective d'inclusivité, exige une planification a priori (Santangelo et Tomlinson, 2009), ce qui ne semble pas être l'usage courant (Prud'homme et al. 2015).

Dans les rares cas où ils sont proposés dans le supérieur, les dispositifs de différenciation pédagogique prennent la forme d'accompagnements individuels *via* une plateforme numérique, d'apprentissages par projets, de propositions de travaux supplémentaires ou encore de tutorat (Dubé et Sénécal, 2009 ; Boelens, Voet, et De Wever, 2018). Cependant ces stratégies d'enseignement différencié individualisé bien que bénéfiques aux étudiant.es du supérieur, en termes de motivation et d'engagement dans leurs apprentissages (Santangelo et Tomlinson, 2009), nécessitent temps et efforts de la part des enseignant.es dans sa conception et sa mise en œuvre (Turner, Solis et Kincade, 2017). Par manque de formation adéquate (Tremblay, 2020 ; Kennel, S., Guillon, S., Caublot, M., et Rohmer, O., 2021) ou de moyens mobilisés pour aider les enseignant.es sur le terrain (Ducharme, Magloire et Montminy, 2018), ceux-ci et celles-ci adoptent une posture généralement réactive, où ils-elles interviennent lorsque les besoins émergent, en s'ajustant en cours d'action lorsque l'enseignement « normal » n'a pas fonctionné (Bergeron, Houde, Prud'homme et Abat-Roy, 2021).

Connac (2021) distingue l'individualisation, souvent pratiquée, de la personnalisation, plus rarement expérimentée. L'auteur entend par personnalisation, une construction du savoir par les pairs avec l'accompagnement de l'enseignant.e comme guide dans cette démarche plutôt que comme instructeur. L'auteur précise que l'individualisation fait reposer la responsabilité des difficultés scolaires sur l'apprenant.e, alors que la personnalisation des apprentissages « [l'] engage dans une démarche pédagogique où, en plus des situations de travail adapté, ils peuvent bénéficier de moyens supplémentaires pour travailler avec d'autres, au sein de collectifs, pour ne pas être condamnés seuls à faire face aux obstacles inhérents aux apprentissages. » (Connac, 2021, p.9)

Par conséquent, la personnalisation permet à ceux et celles qui ont un faible sentiment d'efficacité de ne pas se décourager ou de ne plus adopter une stratégie d'évitement.

Dispositif d'accompagnement différencié personnalisé de l'étude

Notre dispositif d'accompagnement différencié (Girard, Gérard et al., 2022) est basé sur la différenciation pédagogique personnalisée dans une perspective inclusive et contextualisée à un enseignement introductif de chimie (*i.e* atomes et molécules) et un de physique (*i.e* optique géométrique et mécanique du point) pour les étudiant-es destinés à poursuivre un cursus scientifique.

Plusieurs axes caractérisent notre dispositif d'accompagnement différencié :

1. L'axe logistique

- Création d'un espace facilitant le travail de groupe : mobilier mobile, tableaux blancs de type chevalet, tablettes numériques ;
- Des fascicules d'exercices distribués périodiquement comprenant des rappels théoriques en début de fascicules ou disséminés au gré d'exercices ;
- Un nombre important d'exercices permettant de repérer (voir annexe 1)
 - le niveau de difficulté (niveau 1 à 4 étoiles permettant d'aller de l'application de la simple notion (1 étoile) au problème complexe (3 étoiles) et même plus loin que le programme habituel (4 étoiles)
 - les acquis d'apprentissages visés (AAV).
- L'affichage de la valeur du niveau de difficulté des exercices avec la note pouvant être atteinte lors des évaluations certificatives (ex : 2 étoiles <8/20, 3 étoiles <16/20...)
- Recommandations sur le plan d'action, pour chaque fascicule. À titre d'illustration, dans le fascicule n°3 de chimie, intitulé « Interaction lumière matière...», il est suggéré à l'étudiant·e de réaliser :
 - autant d'exercices 1 étoile que nécessaire (12 exercices proposés) ;
 - au minimum 5 exercices 2 étoiles (6 exercices proposés) ;
 - au minimum 2 exercices 3 étoiles (4 exercices proposés).
- Des corrigés, en ligne et, en physique, sous format papier, plus ou moins détaillés avec une résolution exhaustive pour certains, les étapes les plus importantes, voire la solution finale uniquement pour d'autres. Aucun exercice n'est corrigé au tableau par l'enseignant·e.

- Des activités réflexives sur des problèmes complexes pour permettre aux apprenant-es de travailler le raisonnement et la rédaction de la résolution de problèmes.
 - Des activités facilitant la communication qui permettent aux étudiant-es d'apprendre à poser des questions, à expliquer et donc, à comprendre des notions complexes (réalisation de *mindmap*, de *flashcard*, résolution d'exercices oralement ...).
2. L'axe organisationnel :
- Le plan de travail est propre à chaque étudiant·e afin qu'il soit adapté à sa propre zone proximale de développement (choix des étoiles et des compétences travaillées). C'est sa décision de suivre ou pas le groupe dans la planification de son travail.
 - Les apprenant-es travaillent par petits groupes de 2 à 5 étudiant-es afin de créer l'émulation par les pairs avec un rythme soutenu d'alternance de travail individuel et de confrontation des résultats, sur des exercices communs ou différents (étudiant-es ressources).
 - La personne enseignante adopte une posture d'accompagnant·e, et de facilitateur·trice du travail coopératif. Elle se déplace de groupe en groupe et questionne les étudiant-es, pour lever les points de blocage, explicite les stratégies cognitives à suivre en les co-construisant avec les étudiant-es, valorise les points forts. Elle soutient l'autonomie.
3. L'axe évaluatif
- Outils interactifs de questions/réponses (sous forme de *flashcards*, oralement au tableau ou via le numérique) permettant une autoévaluation en direct et de la remédiation.
 - Auto-évaluations formatives :
 - En chimie des questionnaires à choix multiples en ligne notés, proposés chaque semaine, sur les prérequis des exercices du fascicule de la semaine en dehors des séances d'enseignement.
 - En physique quatre devoirs numériques répartis sur le semestre avec des petits *applets* permettant la simulation des phénomènes étudiés en dehors des séances d'enseignement.
 - Une épreuve formative de contrôle « blanc » avant chaque épreuve afin de préparer les étudiant·es en leur permettant d'établir un bilan quantifiable de leur niveau sur un contrôle de même format que celui de

l'épreuve certificative. L'auto-évaluation se fait à l'aide d'une grille succincte des réponses pour le barème et d'un corrigé détaillé des attendus ou d'une correction par les pairs.

- Évaluations certificatives : 3 contrôles de poids équivalents alignés en contenu et en difficulté avec les fascicules d'exercices.

4. L'axe « différenciation pédagogique et personnalisation »

- Pratiques de différenciation pédagogique
 - Planification du travail par l'étudiant·e avec choix et nombre d'exercices adaptés à sa propre ZPD ;
 - Fichiers auto-corrigés et progressifs ;
 - Évaluation formative et/ou autoévaluation.
- Pratiques de différenciation personnalisée (Connac, 2021)
 - Acquisition individuelle des savoirs et raisonnements puis, coopération ;
 - Tutorat entre pairs (étudiant-es ressources) ;
 - Confrontation des idées entre pairs et débats réflexifs ;
 - Temps collectifs d'étayage (petits groupes ou classe entière).

Dans leur impressionnante méta-analyse réunissant 38 méta-analyses de la littérature (près de 2 millions d'étudiant-es), Schneider et Preckel (2017) font ressortir pas moins de 105 variables, qu'ils organisent en 11 catégories classées en fonction de l'ampleur des effets associées à la réussite dans l'enseignement supérieur. Au vu des caractéristiques, énumérées ci-dessus, notre dispositif intègre trois catégories qui présentent le plus fort impact sur la réussite académique des étudiant-es :

- interactions sociales : encouragement des enseignant-es vis-à-vis des apprenant-es à poser des questions, encouragement de la discussion, questions ouvertes, interactions enseignant-e-étudiant-es, interactions entre étudiant-es ;
- stimulation via un apprentissage faisant sens : les enseignant-es comme les étudiant-es s'engagent intentionnellement dans des pratiques éducatives pour atteindre leurs objectifs, il existe des défis intellectuels, il y a une mise en avant de la pensée indépendante ;
- évaluation : l'évaluation est formative comme sommative, avec des objectifs d'apprentissage clairs, des critères de réussite bien définis, des feedbacks, des acquis testés fréquemment et un bon alignement pédagogique entre les exercices et l'évaluation de l'UE.

Ces constatations amènent un questionnement sur l'efficacité de notre dispositif.

Question générale

Les néo-bacheliers représentent une population très hétérogène avec un important taux d'échec durant la première année universitaire. La différenciation pédagogique inscrite dans la pédagogie active, serait préconisée pour répondre à l'inclusion de tous les étudiant-es.

Nous proposons un dispositif différencié personnalisé qui répond à un grand nombre des critères de la différenciation pédagogique et de la pédagogie active. Ces critères se retrouvent dans les variables de réussite dans le supérieur identifiées par Schneider et Preckel (2017), à travers leur méta-analyse de pratiques pédagogiques existantes.

Convenant que, parmi d'autres, des dispositifs variés de remédiation peuvent contribuer à la persévérance académique (pour une revue, voir Barbeau, Frenette et Hébert, 2021), nous formulons l'hypothèse que notre dispositif (Girard, Gérard et al., 2022), appelé « dispositif d'accompagnement différencié », pourrait contribuer à la réussite des étudiant-es néo-bacheliers en échecs après un semestre dans le supérieur.

Par conséquent, l'objectif de cette étude est de déterminer si, dans l'enseignement supérieur, un dispositif inclusif, actif, différencié et personnalisé, de type dispositif d'accompagnement différencié, tel que le nôtre pourrait contribuer à la réussite des étudiant-es de première année d'université en situation d'échec global.

Cadre théorique

Parmi les plus importants facteurs prédictifs de la réussite des élèves pré-universitaires, il ressort de la méta-analyse de Schneider et Preckel (2017) la position centrale des méthodes d'enseignement et leur mise en œuvre. Plus spécifiquement, au niveau des variables dépendantes de l'étudiant-e et présentant une grande taille d'effet, ressortent principalement leurs habiletés cognitives, leurs résultats antérieurs puis leur assiduité en classe. Ainsi, les étudiant-es qui assistent à davantage de séances de cours montrent des performances significativement meilleures que les étudiant-es ayant des taux de fréquentation plus faibles. En adoptant un point de vue plus général, la principale variable influant sur la performance académique est de nature motivationnelle. Les auteurs recensent un effet de taille très important pour l'auto-efficacité même si celui-ci est couplé à un intervalle de confiance assez large. Plus récemment, Lebeau et Bouffard (2022), dans leur étude longitudinale des relations entre la perception de compétence, la motivation et

le rendement scolaires, soulignent le « rôle central de la perception de compétence dans le fonctionnement scolaire des élèves » qui vient confirmer les constatations de Paivandi (2018, p. 103) :

« On observe un glissement progressif du pouvoir prédictif des variables sociales et cognitives, vers le rôle des variables de la personnalité comme l'estime de soi, le sentiment d'auto-efficacité, l'affectivité positive ou négative »

C'est pourquoi ce cadre se centre tout d'abord sur le modèle de la dynamique motivationnelle pour introduire l'intérêt que nous avons porté aux facteurs prédictifs de la réussite concernant le sentiment de compétence, la perception des difficultés et l'estime de soi.

Le modèle de la dynamique motivationnelle

Bien que très importante dans le contexte académique (Simon, 2006), la motivation ne peut être mesurée en tant que telle et les chercheurs tentent plutôt de l'inférer à l'aide d'indicateurs objectifs (Fréchette-Simard, Plante, Dubeau et Duchesne, 2019). Actuellement, trois théories de la motivation scolaire dominent (Fréchette-Simard et al., 2019) : la théorie attentes-valeur, la théorie des buts d'accomplissement et la théorie de l'auto-détermination. Spécifiquement en éducation, plusieurs chercheurs mentionnent que la théorie des attentes-valeur est la plus répandue (Gaspard et al., 2018 ; Plante, O'Keefe, Aronson, Fréchette-Simard, et Goulet, 2013, Viau, 2009). Selon cette approche motivationnelle, la motivation des élèves dépend de deux indicateurs principaux : 1) les attentes de succès et 2) la valeur attribuée aux apprentissages. Ces deux indicateurs dépendent eux-mêmes des perceptions de l'élève et regroupent différentes variables motivationnelles qui, en combinaison, influent aussi sur les comportements scolaires de l'élève. Une méta-analyse sur la motivation des étudiant-es (Howard, Bureau, Guay, Chong, et Ryan, 2021) appuie ces éléments, auxquels on ajoute l'estime de soi comme indicateur. Cela se perçoit notamment sur l'engagement, l'effort et la persévérance scolaire, ce qui, *in fine*, module la réussite académique.

Viau (2009) propose un modèle de la dynamique motivationnelle pour expliquer les principales sources de motivation des élèves en difficulté dans leurs activités d'apprentissage. On y retrouve la « perception de sa compétence » mais aussi deux facteurs que Viau appelle « perception de la valeur d'une activité » et « perception de contrôlabilité ».

Dans le modèle de la dynamique motivationnelle, ces trois concepts peuvent interagir et influencent alors l'engagement cognitif, la persévérance dans les apprentissages.

Les facteurs prédictifs de la réussite à l'université

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux facteurs prédictifs de la réussite (Dupont, Clercq, et Galand, 2015 ; Duguet et al., 2016). À titre d'exemple, Dupont et al. (2015) soulignent le fait que le sentiment d'efficacité, l'estime de soi comme la perception des difficultés sont des facteurs prédictifs de la réussite des étudiant·es à l'université. En particulier, le sentiment de compétence serait le facteur prédictif le plus important du point de vue de la croyance motivationnelle (Richardson, Abraham et Bond, 2012 ; Robbins, Lauver, Le, Davis, Langley et Carlstrom, 2004).

Cependant compte tenu de la grande diversité des études effectuées sur ces trois facteurs, la frontière entre ceux-ci n'est pas toujours facile à identifier. Par conséquent, il est donc utile d'exposer le sens que cette étude donne à ces termes.

Le sentiment de compétence

Déjà en 1997, Bandura définit le sentiment de compétence, souvent appelé sentiment d'auto-efficacité, comme : « le niveau de confiance des individus dans leur capacité à exécuter certains plans d'action ou à atteindre des résultats spécifiques » (traduction libre des auteurs de la citation reprise de Lane, Lane et Kyprianou, 2004).

Cet auteur a montré qu'il existait un lien entre le sentiment d'auto-efficacité et la performance de l'étudiant·e (Bouffard et Couture, 2003). De nombreuses études ont corroboré le lien positif entre ces deux facteurs, et ce dans différents contextes (Klassen, Usher et Bong, 2010 ; Pajares, 1996). Dans le milieu scolaire, un sentiment d'auto-efficacité élevé favoriserait la progression scolaire (Pajares, 2003 ; Bandura, 2006), la manière dont les élèves se sentent capables d'accomplir la tâche influe sur la capacité à réussir la tâche, sur leur performance et donc plus globalement sur leurs apprentissages.

Même s'il est impossible de déterminer les conditions pour optimiser ce lien entre auto-efficacité académique et performance de par la complexité de chaque contexte, Bandura (1997, 2007) a identifié quatre facteurs qui pouvaient influencer sur le niveau du sentiment de compétence : l'expérience de (i) maîtrise enactive, (ii) l'exécution de tâches similaires (iii) l'expérience vicariante (iv) la persuasion verbale. Il ajoute (v) les états physiologiques dans lesquels se trouve l'étudiant·e. On pourrait attendre qu'un dispositif qui agit sur certains de ces facteurs permette une amélioration du sentiment de compétence.

L'estime de soi

L'estime de soi peut être définie comme une représentation, positive ou négative, qu'une personne se fait à son propre égard, en s'aimant ou se désapprouvant soi-même et en établissant des jugements envers ses valeurs personnelles (Rosenberg, Schooler, Schoenbach, et Rosenberg, 1995). Elle est prédictrice de réussite académique et professionnelle (Salmela-Aro et Nurmi, 2007). Cependant le lien entre estime de soi et performance, lui, n'est pas établi. Par exemple, d'après Mone, Baker et Jeffries (1995), l'estime de soi pourrait être un facteur positif de réussite, mais une bonne estime de soi ne pourrait suffire à obtenir de bons résultats. Pour Prêteur (2002), une faible estime de soi bloquerait l'étudiant·e dans ses apprentissages qu'il·elle considérerait impossibles. Réciproquement, de bons résultats scolaires pourraient renforcer l'estime de soi (Prêteur, 2002).

La perception des difficultés

Nous définissons la perception des difficultés comme étant la perception que les apprenant·es ont de la valeur de la tâche (Eccles, 1983 ; Hasni et Potvin, 2015). Une perception positive de la tâche induirait de la part des étudiant·es davantage d'efforts et de stratégies d'approfondissement du contenu de la tâche, un temps travaillé plus important, des émotions positives, une persistance également plus élevée et donc une plus grande probabilité de réussite à l'université (Eccles et Wigfield, 2020 ; Lai, 2021). Ainsi, la perception des difficultés agit directement sur la motivation des étudiant·es dans leurs études et donc indirectement sur leur réussite dans le supérieur. Ce concept est donc intéressant pour évaluer l'impact d'un dispositif pédagogique, notamment sur l'aspect motivationnel.

Dans ce cadre, il apparaît utile de s'interroger sur les bénéfices d'un accompagnement différencié et personnalisé pour les étudiant·es de L1, particulièrement en terme de facteurs motivationnels et donc prédictifs de la réussite à l'université.

Plus précisément, nous formulons l'hypothèse que le « dispositif d'accompagnement différencié » mis en place pourrait augmenter l'estime de soi, la capacité à percevoir des difficultés et le sentiment de compétence des étudiant·es en situation d'échec global. En outre, nous nous attendons à observer une amélioration des performances académiques chez ces mêmes étudiant·es.

Méthodologie

La méthodologie suit un protocole quasi-expérimental (Thouin, 2014) principalement analysé à l'aide de statistiques inférentielles.

Participant·es et description générale

Cette étude a été menée auprès d'étudiant·es inscrit·es en L1, parcours scientifique de l'Université de Versailles Saint Quentin (site de Versailles) durant les deux semestres de l'année 2021 (Tableau 1). Nous distinguons deux cohortes au sein de ce *pool* d'étudiant·es.

Tableau 1.

Caractérisation des participant·es à l'étude.

| Cohorte | N | Âge (ans) | |
|--------------|----------------|-----------|------|
| | | M | ET |
| d'intérêt | 63 (30 Femmes) | 18,87 | 1,26 |
| de référence | 61 (27 Femmes) | 18,60 | 0,92 |

N = le nombre de participants, M = la moyenne et ET = l'écart-type

Cohorte d'intérêt (groupe expérimental)

Une cohorte d'étudiants en grande difficulté (N = 63), en situation d'échec complet dans toutes les UE scientifiques (physique, chimie, biologie, informatique et mathématiques) à la fin du premier semestre (S1). Cette cohorte que nous appellerons cohorte d'intérêt suit le *Semestre Rebond* au deuxième semestre (S2) de sa L1. Chaque étudiant·e suit uniquement 3 UE scientifiques (6 ECTS chacune) portant sur le programme du S1. Le volume horaire de chaque UE est de 54h de travaux dirigés (TD)⁵ sur 12 semaines réparties en 2 séances l'une de 3h et l'autre de 1,5h sans cours magistraux (CM) ni travaux pratiques (TP). Seules les UE de physique et de chimie ont mis en place le « dispositif d'accompagnement différencié » au cœur de cette étude. L'informatique, les

⁵ En France, il existe un dyptique CM/TD. Le CM correspond à un exposé magistral en promotion entière (pouvant aller jusqu'à 350 étudiant·es dans notre université). Le TD est un format qui permet de retravailler en petits groupes (une quarantaine d'étudiant·es maximum) des concepts vus lors d'un CM avec un fascicule d'exercices commun à toute la promotion.

mathématiques et la biologie du *Semestre Rebond* sont des UE reproposées dans un format similaire à celui du S1.

Cohorte de référence (groupe contrôle)

Une cohorte d'étudiant-es du programme régulier composée d'étudiant-es du programme régulier (N = 61), et issu-es du portail⁶ biologie-informatique. Cette cohorte, que nous appellerons *cohorte de référence*, représentative des étudiant-es de L1, est composée majoritairement d'étudiant-es primo-arrivant.es, de quelques redoublant.es et de quelques profils « oui-si » (de l'ordre de 15%). Chaque étudiant-e suit normalement les 5 UE scientifiques de son cursus (6 ECTS chacune). Dès leur arrivée à l'Université en S1, ces étudiant.es suivent le même dispositif d'accompagnement différencié que la cohorte d'intérêt, mais pour la chimie uniquement. Cela correspond aux heures de TD de l'UE chimie. Pour cette UE de chimie, les CM et les TP sont enseignés de façon classique. Les étudiant-es suivent le « dispositif d'accompagnement différencié » en TD avec un volume horaire de 30h sur 12 semaines réparties en séances de 3h.

Le programme (en chimie) est le même pour les deux cohortes, les exigences sont les mêmes mais le rythme est plus soutenu au sein de la cohorte de référence (30h de TD contre 54h de TD pour la cohorte d'intérêt).

Déroulement général de l'étude

En fin de semestre, et pour les deux cohortes, le niveau académique a été évalué grâce à un contrôle continu (CC) final de même niveau.

Évaluation du niveau initial (T0)

Pour évaluer les variables affectives d'intérêt, un questionnaire auto-rapporté a été constitué dans le cadre d'un prétest. En tout début du semestre, le questionnaire a été proposé aux participant-es. Ceux-ci et celles-ci ont eu un délai d'une semaine pour y répondre en présentiel, à domicile ou en ligne sur une plateforme institutionnelle sécurisée. Pour ceux et celles qui en exprimaient le besoin, une version « papier-crayon » du questionnaire a été mise d'emblée à disposition en présentiel. Environ 30% des participant-es de la cohorte d'intérêt ont utilisé cette possibilité. Les réponses pseudonymisées ont alors été encodées par les enseignantes sur la plateforme.

⁶ Le Portail est le terme consacré en France pour indiquer une filière comprenant des matières pré-définies afin de permettre aux étudiant-es de personnaliser leur formation tout en leur permettant d'accéder à la deuxième année universitaire de leur choix.

Le temps nécessaire pour répondre à ce questionnaire est d'environ 20 minutes. Au total, 63 des 83 étudiant-es de la cohorte d'intérêt et 61 des 131 étudiant-es de la cohorte de référence ont participé au prétest.

Le niveau académique en physique et en chimie des étudiant-es de la cohorte d'intérêt, à l'entrée du *Semestre Rebond* (temps T0), a été évalué à partir de la note finale du S1, dans ces mêmes disciplines. Cette note est constituée d'une note moyenne calculée dans le cadre des travaux pratiques (TP) et d'une note de contrôle continu qui constitue la pondération la plus importante (75% de la note finale). Elle sert de base pour analyser l'évolution du niveau académique des étudiant-es de la cohorte d'intérêt. Concernant la cohorte de référence, aucune information sur leur niveau académique à leur entrée en S1 n'a été rendue disponible.

Évaluation du niveau final (T1)

En fin de semestre, l'évaluation du niveau final des étudiant-es se fait à partir de leurs résultats académiques et d'un post-test.

La note académique obtenue dans les UE de chimie et de physique en fin de S1 (pour les 2 cohortes) et de S2 (cohorte d'intérêt uniquement) mesure le niveau de compétence acquis par l'étudiant-e en fin de semestre et renseigne sur les progrès académiques réalisés dans l'UE.

Le post-test est identique au prétest et se fait à travers le même questionnaire auto-rapporté, distribué avant l'évaluation finale du semestre.

On a pu observer une érosion de l'échantillon entre le pré-test et le post-test. Sur les deux cohortes d'intérêt et de référence, le taux de répondant-es chute de respectivement 63 et 61 étudiant-es à 33 et 38 étudiant-es. Par conséquent, lors de la comparaison de résultats aux pré- et post-tests, seuls ces 71 étudiant-es ont été intégrés dans les analyses. Cette érosion de 53 étudiant-es s'explique d'une part par l'abandon des étudiant-es au cours du semestre et, d'autre part, par le caractère non obligatoire du post-test.

Instruments de mesure

Un questionnaire de perceptions des variables affectives

Pour mesurer les perceptions des étudiant-es, un questionnaire auto-rapporté a été utilisé comprenant 44 items. Le questionnaire complet est disponible en annexe 2. Ses items

s'inspirent principalement du questionnaire d'« intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie » de Hasni et Potvin (2015) et d'un questionnaire d'« efficacité personnelle générale » de Chen, Gully et Eden (2001). Des questions, présentes dans le questionnaire mais non exploitées dans cette étude sont inspirées des questionnaires de May (2009) et Blank, Weitzel, Blau et Green (1988). Les items ont été adaptés à notre contexte d'étude et interrogent trois concepts : le sentiment de compétence, la perception des difficultés et l'estime de soi. La réponse à chaque item est caractérisée par une échelle de type *Likert* à six niveaux allant de « fortement en désaccord » à « parfaitement d'accord ».

La performance académique

Le score final est noté sur une échelle de 20 points où la note de 20 indique la performance maximale. Le seuil de réussite est à 10. L'enseignant·e responsable de l'enseignement assurait la correction de toutes les copies de ses étudiant·es.

Recueil de témoignages

Pour quelques individus (N=7), essentiellement des ancien·nes étudiant·es (entre 1 et 3 ans après leur sortie du dispositif), un recueil de témoignage a été effectué. Le choix d'ancien·nes a été fait d'une part de manière à s'affranchir d'un lien pédagogique entre les étudiant·es et les chercheuses, également enseignantes, et d'autre part en espérant un certain recul réflexif par rapport au dispositif pédagogique. Ces personnes ont ainsi accepté de témoigner auprès de leurs camarades de leur expérience. Des entretiens semi-dirigés ont été effectués afin d'en extraire quelques verbatim utilisés en illustrations de nos propos.

Analyses sur les questionnaires

La construction des questionnaires se base sur les recommandations de Collingridge (2014)⁷. Pour synthétiser l'information contenue dans le questionnaire, une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée sur l'ensemble de ses items (Caumont et Ivanaj, 2017). Utilisée à titre exploratoire, cette analyse factorielle produit des facteurs hiérarchisés et indépendants. Elle permet d'exclure certains items dont les réponses exprimées par les participant·es semblent moins porteuses d'information que le reste du questionnaire. Ensuite, pour des raisons de cohérence de contenu, certains items ont été

⁷ SageResearchMethods Community, Validating a Questionnaire, by Dave Collingridge, Data collection, <https://researchmethodscommunity.sagepub.com/blog/validating-a-questionnaire>

reclassés suite à un arbitrage effectué par l'équipe de recherche. Ces opérations ont mené à un questionnaire réduit regroupé par concept (Hinkin, 1998).

Par conséquent, à titre confirmatoire, une analyse de consistance interne par *alpha de Cronbach* a été opérée sur l'ensemble des items d'un concept et sur la totalité du questionnaire réduit. Cette analyse traduit un degré d'homogénéité du regroupement par concept et de l'ensemble de l'outil de mesure considéré (Vaske, Beaman et Sponarski, 2016).

L'analyse des résidus a été effectuée pour vérifier les hypothèses de l'ANOVA. La normalité a été vérifiée à l'aide du test de normalité de Shapiro-Wilk. Aucune valeur n'a été considérée comme aberrante et donc retirée de l'analyse.

Pour évaluer l'effet du dispositif pédagogique sur les scores, une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs (temps, cohorte) sur mesures répétées a été effectuée.

Les analyses ont été menées à l'aide du logiciel R version 4.3.1 « Beagle Scouts»⁸.

Considérations éthiques

Dans le cadre de cette étude, les participant-es ont été informé-es que leurs résultats aux tests seraient utilisés de manière anonyme lors des analyses à des fins de recherche et de publication. Aucun-e participant-e n'a reçu de pression pour participer à cette recherche.

Les participant-es aux enregistrements des entretiens ont signé un consentement écrit pour que leur témoignage soit utilisé et cité anonymement à des fins de recherche et de publication.

Conformément au Règlement Général de Protection des Données⁹, chaque participant-e était en droit de demander quelles étaient les données conservées sur lui-même ou de s'opposer à leur conservation.

⁸ téléchargeable à l'adresse <https://www.r-project.org/>

⁹ Texte réglementaire européen qui encadre le traitement des données de manière égalitaire sur tout le territoire de l'Union européenne (UE). Il est entré en application le 25 mai 2018.

Résultats

Résultats académiques

Le premier résultat concerne les résultats académiques, pour la cohorte d'intérêt – pour qui nous avons accès au niveau académique à T0 (Tableau 2). À l'issue du semestre durant lequel le dispositif pédagogique a été mis en œuvre (temps T1), les notes moyennes en chimie ($8,59 \pm 4,19$) et en physique ($7,64 \pm 4,18$) ont augmenté significativement [$p < .001$] par rapport à celles mesurées au temps T0 (note de chimie : $3,67 \pm 2,15$; note de physique : $3,42 \pm 1,86$). Tou-tes les étudiant-es en grande difficulté de la cohorte d'intérêt progressent en chimie comme en physique dans le groupe. Pour la cohorte de référence – pour qui nous n'avons que le niveau académique à T1 – les notes moyennes en chimie dépassent le seuil de validation de l'UE ($11,55 \pm 2,65$).

Tableau 2.

Distribution des résultats académiques obtenus au temps T1, au sein des deux cohortes ayant participé au « dispositif d'accompagnement différencié » a été mis en œuvre

| Cohorte de référence (N = 38) | | Cohorte d'intérêt (N = 33) ¹⁰ | | | |
|----------------------------------|------------|--|------------|-----------------------|------------|
| Note de chimie | Proportion | Note de physique | Proportion | Note de chimie | Proportion |
| > 10 | 48,8% | > 10 | 26,3% | > 10 | 36,0% |
| < 10 | 51,5% | < 10 | 73,7% | < 10 | 64,0% |
| Compris entre 7-10 | 21,0% | Compris entre 7-10 | 28,6% | Compris entre 7-10 | 43,7% |

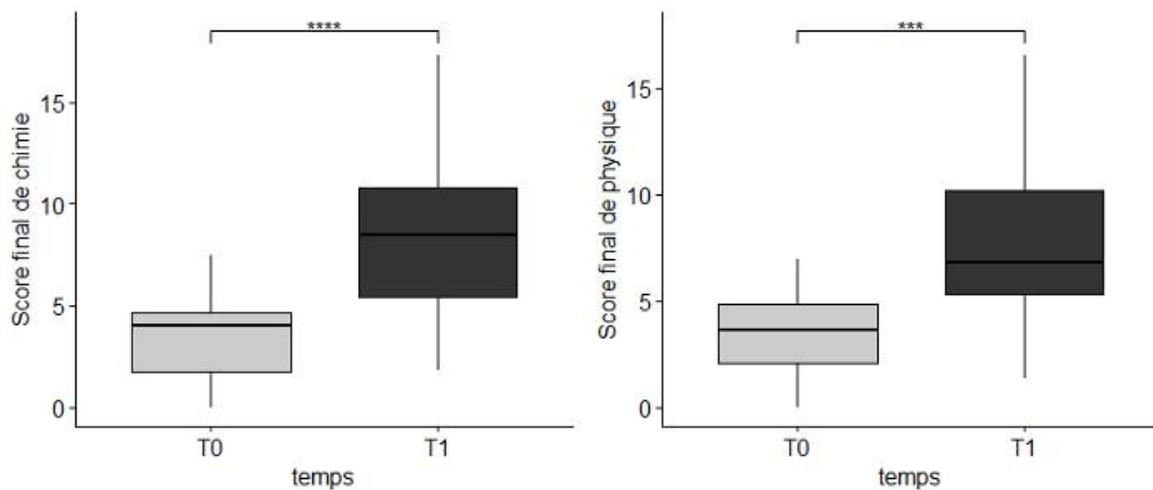
Pour la cohorte d'intérêt sur les résultats académiques, une analyse de variance (ANOVA) sur mesures répétées a été effectuée pour évaluer l'influence du dispositif pédagogique mis en place.

¹⁰ N=33 représente le nombre de répondant-es de la cohorte d'intérêt. Pour la chimie, N = 25 et pour la physique N = 19. Certains répondant-es suivent les deux enseignements.

L'effet du facteur *temps* est important, que ce soit pour les notes en physique ou celles en chimie avec un coefficient de détermination η^2 du même ordre de grandeur pour les deux matières [pour la physique : $F(1;44) = 22,42$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,34$ et pour la chimie : $F(1 ; 90) = 88,98$; $p < .001$; $\eta^2 = 0.50$] (Figure 1).

Figure 1.

Distribution des notes (a) de chimie (N = 25, cohorte d'intérêt) et (b) de physique (N = 19, cohorte d'intérêt) pour les deux temps de mesure.



**** $p < .0001$; *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; n.s. non significatif

Qualité du questionnaire auto-rapporté

À travers une analyse en composantes principales (ACP) utilisée à titre exploratoire, nous avons trouvé quatre facteurs principaux indépendants expliquant 58% de la variance totale observée. Dans le tableau 3, la saturation la plus importante de chacun des items est présentée pour les trois premiers facteurs principaux sur lesquels le questionnaire sature de manière privilégiée. Nous les présentons en vue de la validation empirique du regroupement des items dans un concept. En s'appuyant sur la suggestion de Hair, Anderson, Tatham, et Black (1998, p.111), trois niveaux sont utilisés pour exprimer les saturations : faible, moyen et important.

Tableau 3.*Table de validation et répartition des items par concepts.*

| Question | Validation | | | Remarques |
|----------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|---|
| | Empirique (Valeur) | de Contenu (Accord) | de Construit (Arbitrage) | |
| Q1 | EdS (important) | EdS (accord) | EdS | |
| Q2 | EdS (faible) | EdS (accord) | EdS | |
| Q10 | PdD (important) | SdC (désaccord) | SdC (arbitrage) | |
| Q11 | Autre (important) | SdC (désaccord) | SdC (arbitrage) | |
| Q12 | Autre (faible) | SdC (désaccord) | SdC (arbitrage) | |
| Q13 | EdS (important) | EdS (accord) | EdS | |
| Q14 | SdC (important) | EdS (désaccord) | EdS (arbitrage) | Regroupement de deux items de disciplines connexes |
| Q15 | EdS (modéré) | EdS (accord) | EdS | |
| Q16 | EdS (important) | EdS (accord) | EdS | |
| Q17 | EdS (important) | EdS (accord) | EdS | |
| Q18 | EdS (modéré) | EdS (accord) | EdS | |
| Q19 | PdD (important) | PdD (accord) | PdD | Regroupement de deux items de disciplines connexes |
| Q20 | SdC (important) | PdD (désaccord) | PdD (arbitrage) | |
| Q21 | PdD (important) | PdD (accord) | PdD | |
| Q22 | SdC (important) | PdD (désaccord) | PdD (arbitrage) | Regroupement de deux items de |

| | | | | |
|-----|--------------------|----------------------|-----------------|--|
| Q23 | PdD (important) | PdD (accord) | PdD | disciplines connexes |
| Q24 | PdD (important) | PdD (accord) | PdD | |
| Q25 | EdS (important) | SdC (désaccord) | SdC (arbitrage) | Regroupement de deux items de disciplines connexes |
| Q26 | SdC (important) | SdC (accord) | SdC | |
| Q27 | PdD (modéré) | SdC (désaccord) | PdD (arbitrage) | |
| Q28 | EdS (modéré) | EdS (accord) | EdS | |
| Q29 | EdS (modéré) | EdS (accord) | EdS | |
| Q30 | PdD (modéré) | SdC (désaccord) | PdD (arbitrage) | |
| Q31 | PdD (modéré) | EdS (désaccord) | EdS | Question basée sur une comparaison interpersonnelle |
| Q32 | PdD (modéré) | SdC (désaccord) | PdD (arbitrage) | |
| Q38 | SdC (modéré) | Autre (désaccord) | SdC (arbitrage) | |
| Q41 | EdS (important) | Autre (désaccord) | SdC | Regroupement de deux items de disciplines connexes |
| Q42 | SdC (important) | Autre (désaccord) | SdC (arbitrage) | |
| Q43 | SdC (important) | Autre (désaccord) | SdC (arbitrage) | Regroupement de deux items de disciplines connexes |
| Q44 | EdS (modéré) | Autre (désaccord) | SdC (arbitrage) | |

faible saturation < 0,4 ; saturation modérée < 0,65 ; saturation importante > 0,7

En seconde analyse, une validation de contenu est réalisée. Cette validation consiste à identifier au sein de quel concept d'autres auteurs accrochent cet item. En ce sens, le premier concept regroupe les questions relatives au « sentiment de compétence » (SdC), le second correspond à la « perception des difficultés » (PdD) tandis que le troisième concept est l'« estime de soi » (EdS). Quant au quatrième concept, il semble interroger la maturité

et la métacognition mais ne fera pas l'objet d'analyses complémentaires dans cette étude. Nous nous concentrons dès lors sur les trois premiers concepts expliquant à eux seuls 48% de la variance totale.

Dans le cas d'une divergence d'analyse (accord ou désaccord), un arbitrage a été réalisé par l'équipe de recherche. Ce dernier a consisté soit en un retrait de la question soit en un classement dans un concept sur base d'un argument précis. Ces éléments sont présentés au tableau 3. À titre d'illustration, on relève l'item Q20 : « Pour moi, l'étude de la chimie est ... facile-difficile » qu'il est nécessaire de regrouper dans le même concept que l'item Q19 « Pour moi, l'étude de la physique est ... facile-difficile ». Cet arbitrage a été validé à l'aide d'une analyse confirmatoire basée sur la consistance interne du concept par l'analyse en alpha de Cronbach présentée au tableau 4.

Tableau 4.

Table de validation confirmatoire de la répartition par concepts.

| Concept | N | Alpha de Cronbach |
|----------|----|-------------------|
| EdS | 11 | 0,74 |
| SdC | 10 | 0,88 |
| PdD | 9 | 0,80 |
| Ensemble | 30 | 0,89 |

Résultats du questionnaire auto-rapporté

Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives pour chaque concept étudié figurent dans le tableau 5. Toutes les valeurs moyennes des concepts apparaissent plus élevées pour la cohorte de référence par rapport à la cohorte d'intérêt. La valeur moyenne du concept SdC à T0 est maximale pour la cohorte de référence tandis que la valeur moyenne du concept PdD est minimale à T0 pour la cohorte d'intérêt.

Tableau 5.*Statistiques descriptives des concepts interrogés.*

| Concept | Cohorte d'intérêt (N = 33) M ± ET | | Cohorte de référence (N = 38) M ± ET | |
|---------|--------------------------------------|-------------|--|-------------|
| | T0 | T1 | T0 | T1 |
| SdC | 3,14 ± 0,89 | 3,91 ± 1,00 | 4,36 ± 0,73 | 4,07 ± 0,77 |
| EdS | 3,40 ± 0,63 | 3,46 ± 0,70 | 4,05 ± 0,79 | 3,72 ± 0,77 |
| PdD | 2,96 ± 0,77 | 3,34 ± 0,76 | 3,50 ± 0,64 | 3,38 ± 0,67 |

Statistiques analytiques

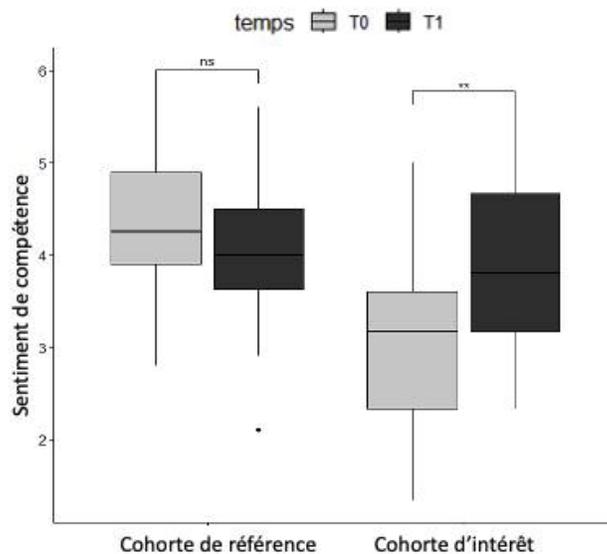
Une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs (temps, cohorte) sur mesures répétées a été effectuée pour évaluer l'influence du dispositif pédagogique mis en place sur les différents concepts suivis. Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

Entre le pré et le post-test, aucune variation statistiquement significative de l'ANOVA n'est retrouvée pour le concept « Estime de soi » ($p = .12$), ni pour la cohorte d'intérêt, ni pour la cohorte de référence. Pour les concepts « Perception des Difficultés » (PdD) et « Sentiment de Compétence » (SdC), l'effet du facteur « temps » (i.e avant *versus* après expérimentation du dispositif) est la variable focale.

Pour le concept SdC, il y a un effet statistiquement significatif du facteur temps ainsi que du facteur cohorte (Figure 2). En revanche, bien que significative ($p = .04$), la variation du concept PdD entre les deux temps de mesure, pour la cohorte d'intérêt, a une taille d'effet faible : la valeur du coefficient de détermination η^2 est en deçà de 5% (Tableau 6).

Tableau 6.*Résultats des ANOVA sur les 3 concepts interrogés.*

| | Effet | DFn | DFd | F | p<.05 | η^2 |
|----------------------------------|-----------------|-----|-----|-------|-------|----------|
| Sentiment de compétence (SdC) | Cohorte | 1 | 134 | 26,72 | **** | 0,17 |
| | Cohorte : temps | 1 | 134 | 13,62 | *** | 0,09 |
| Perception des difficultés (PdP) | Cohorte | 1 | 134 | 5,70 | * | 0,04 |
| | Cohorte : temps | 1 | 134 | 4,38 | * | 0,03 |

Figure 2.*Illustration de la variation du concept SdC par cohorte, pour les deux temps de mesure.*

****p <.0001 ; ***p <.001 ; **p <.01 ; *p <.05 ; n.s. non significatif

Corrélations interfactorielles pour la cohorte d'intérêt

Des tests de corrélation linéaire de Pearson ont été réalisés entre les différents concepts, voir tableau 7. Le SdC et PdD sont corrélés positivement et ce, de façon significative, au temps T0 et au temps T1 pour le groupe d'intérêt tandis que l'EdS n'est pas corrélée de façon significative aux deux autres concepts que ce soit en T0 ou en T1. De même, nous ne notons aucune évolution significative de ce même concept entre les deux temps de la mesure. En revanche, chacun des concepts SdC et PdD sont respectivement corrélés avec eux-mêmes aux deux temps de la mesure.

Tableau 7.

Matrice de corrélation des concepts.

| Concept (temps) | SdC (T0) | SdC (T1) | PdD (T1) |
|-----------------|------------|------------|------------|
| SdC (T0) | | 0,54 (**) | |
| PdD (T0) | 0,71 (***) | | 0,59 (***) |
| PdD (T1) | | 0,80 (***) | |

***p <.001 ; **p <.01 ; *p <.05 ; n.s. non significatif

Finalement, en analysant la cohorte d'intérêt par sous-groupe (*i.e.* sous-groupe des physiciens et des chimistes), on retrouve les résultats de la cohorte : une forte corrélation entre le SdC et la PdD à T0 [$r = 0,81$; $p < .01$ pour les physiciens et pour les chimistes] et à T1 [$r = 0,84$; $p < .01$ pour les deux sous-groupes]. Par ailleurs, contrairement à ce qui se passe au niveau de la cohorte, pour le groupe des chimistes exclusivement, on observe une corrélation tendancielle de l'EdS et de la PdD à T0 [$r = 0,35$; $p = .07$] tandis qu'aucune corrélation n'existe à T1. De même, il existe dans ce groupe une corrélation significative entre la note de chimie obtenue et l'EdS au temps T0 [$r = 0,4232$; $p = .03$]. Les notes obtenues, dans les deux sous-groupes, ne sont corrélées à aucun concept au temps T1 bien que l'on puisse observer, à ce temps, une corrélation tendancielle entre la note de chimie et SdC [$r = 0,34$; $p = .08$].

Discussion

L'objectif de cette étude était de déterminer si, dans l'enseignement supérieur, un dispositif inclusif, actif, différencié et personnalisé, de type « dispositif d'accompagnement différencié », tel que le nôtre pourrait contribuer à la réussite des étudiant-es de première année en situation d'échec global. Nous avons ainsi mesuré l'impact du « dispositif d'accompagnement différencié » appliqué à des étudiant-es en grande difficulté en première année dans le supérieur qui tend à montrer des effets qu'il convient d'analyser.

Comme relevé dans la littérature (Lebeau et Bouffard, 2022 ; Simon, 2006), la motivation semble être une variable primordiale qui est relativement peu étudiée en France pour expliquer une part de la réussite des étudiant·es. Dans notre étude, la mesure de ce facteur repose sur la dynamique motivationnelle (Viau, 2009) dont on évalue les conséquences sur les résultats académiques au moyen de facteurs prédictifs (Dupont et al., 2015 ; Duguet et al., 2016 ; Schneider et al., 2017).

Nous avons ainsi formulé l'hypothèse que le « dispositif d'accompagnement différencié » pourrait améliorer l'estime de soi, la perception des difficultés et le sentiment de compétence des étudiant·es en situation d'échec global. D'emblée, force est de constater que certains de ces concepts, et particulièrement le SdC, ont évolué pour la cohorte d'intérêt c'est-à-dire pour les étudiant·es en grande difficulté mais pas, ou faiblement, pour les étudiant·es du programme régulier (cohorte de référence).

Dans la littérature, la relation entre le SdC - aussi appelé sentiment d'auto-efficacité (Bandura, 1997) - et la performance ou la réussite académique, bien qu'établie, n'est qu'un facteur explicatif parmi d'autres. Les corrélations mesurées varient généralement de 0,30 à 0,50 (Multon, Brown et Lent, 1991, cités par Galand et Vanlede, 2004). Dans leur méta-analyse sur les relations entre l'auto-efficacité, la performance académique et la persévérance, les auteurs retiennent un effet moyen du sentiment d'auto-efficacité sur la performance de 0,38. Ils soulignent également que l'effet est souvent plus prononcé dans les niveaux d'enseignement supérieurs que dans les niveaux inférieurs. Les recherches sur le sentiment d'efficacité sont principalement de nature corrélationnelle, empêchant toute assertion de lien de causalité entre le sentiment d'efficacité et les performances. Plus spécifiquement, dans l'enseignement supérieur, la motivation joue un rôle crucial et parmi les différentes composantes sous-jacentes à la motivation que Schneider et al., (2017) identifient, le sentiment d'auto-efficacité semble particulièrement se distinguer. Précisément, son effet sur la réussite académique mesuré dans la méta-analyse, est particulièrement important [$d_{\text{Cohen}}=1,81$]. Cependant, quelques études longitudinales tendent à soutenir l'idée que ce sont les résultats scolaires qui influencent principalement la perception de compétence. Cela implique que l'acquisition et le développement des compétences favorisent la réussite ultérieure, en partie par le biais des effets positifs sur les croyances en l'efficacité (Galand et Vanlede, 2004). Enfin, Schneider et al., (2017) s'appuyant sur des études menées en dehors de l'enseignement supérieur, rapportent que l'auto-efficacité a un effet causal positif sur la réussite, qui à son tour influe de manière causale sur l'auto-efficacité.

Les résultats obtenus lors de cette étude montrent clairement que le SdC s'est amélioré en fin de semestre pour les étudiant·es en grande difficulté de la cohorte d'intérêt alors qu'un

effet plutôt de type tendanciel a été observé pour les étudiant·es de la cohorte de référence. Il revient dès lors de s'interroger sur l'action du « dispositif d'accompagnement différencié » sur les sources décrites par Bandura (1997) qui favorisent ce SdC.

Concernant la première source identifiée, la maîtrise éactive, nous pensons que ce qui a été déterminant, dans le cadre du « dispositif d'accompagnement différencié », est l'abondance des ressources d'exercices corrigés qui sont proposés au choix aux étudiant·es. Ils peuvent ainsi avoir suffisamment de matière pour s'entraîner, à leur rythme, et avoir le sentiment d'être prêts pour leurs évaluations. Ce point est appuyé, d'une part, par le fait que les notes de chimie ont davantage progressé que les notes de physique où moins d'exercices étaient proposés et d'autre part, par une corrélation tendancielle entre les notes de chimie et le sentiment de compétence en fin de semestre. Il est permis d'illustrer cela par des dires d'étudiant·es qui apprécient « pouvoir revenir en arrière à tout moment et autant de fois que nécessaire sur des points mal compris ». En outre, les outils interactifs de questions/réponses, proposés régulièrement, pourraient également contribuer à cette maîtrise éactive.

Ensuite, les contrôles blancs proposés qui précèdent les évaluations pourraient être un exemple pertinent de la seconde source identifiée, l'exécution de tâches similaires. À dire d'étudiant·e, ceux-ci sont appréciés et leur permettent de « savoir à quoi s'attendre ».

La troisième source identifiée, l'expérience vicariante, est peut-être la plus nourrie par l'esprit même de ce dispositif personnalisé qui insiste particulièrement sur le travail et les confrontations entre pairs, que ce soit pour la vérification d'exercices, pour la nécessité de certaines explications ou encore lors des échanges sur les difficultés des exercices. Dans ce dernier cas, la présence de l'enseignant·e peut être requise.

Enfin, la persuasion verbale, quatrième source identifiée, s'exprime à travers l'accompagnement personnalisé des petits groupes d'étudiant·es souvent homogènes en termes de difficultés. La proximité entre étudiant·es et enseignant·e contribue à une écoute mutuelle et plutôt inhabituelle dans un contexte universitaire. Cela permet un dialogue vrai, sincère et ancré dans la réalité. Cela engendre aussi des explications plus pertinentes et plus individualisées.

« (...) si on comprenait pas, on les appelait, ils venaient et ils discutaient avec le groupe et ils aidaient tout le monde donc on avait vraiment l'impression qu'ils étaient là pour nous aider et pas pour nous enseigner un truc du dessus comme ça. (...) ce qui fait que après, c'est plus trop impressionnant (...) c'est plus de facilité à entrer en interaction avec les professeurs.»

En somme, par différentes actions du dispositif d'accompagnement, rendues possibles dans ce cadre de différenciation et de personnalisation, on agit sur chacun des quatre facteurs du SdC, ce qui explique son effet positif pour la cohorte d'intérêt. Par voie de conséquence, un sentiment de compétence très élevé à T0 nous permet de comprendre l'absence d'évolution significative de ce concept pour les étudiant·es de la cohorte de référence.

Même si elle reste modeste après ce semestre d'enseignement, l'évolution de la PdD s'avère également significative. L'effet est plus faible qu'attendu pour la cohorte d'intérêt et il est non significatif pour la cohorte de référence. Nous pensons que le fascicule d'exercices, tel que nous l'avions conçu, permettrait aux étudiant·es de trouver leur ZPD (Vygotsky, 1978). En effet, leur évolution progressive vers une meilleure perception de leurs difficultés se fait notamment grâce à l'identification du niveau de chaque exercice. Cet outil était pensé pour permettre aux étudiant·es de réussir à résoudre d'abord des exercices simples et pour les encourager à développer des stratégies d'apprentissage pour réaliser et tenir un plan de travail réaliste (Pintrich et Garcia, 1991). Cependant, le format du photocopié, avec l'abondance d'exercices de tous niveaux triés dans un ordre imposé par les thématiques et non pas un ordre dicté par les difficultés, pourrait mettre l'étudiant·e, déjà en grande difficulté, face à la totalité du chemin à parcourir pour réussir son semestre.

« Parce que c'est vrai quoi, quand on nous donne des gros photocopiés, ça donne pas forcément envie, c'est surtout très impressionnant... on doit tout faire. En une année, qu'est-ce que je vais faire ? »

À l'opposé de notre intention, ce photocopié exacerbe pour certains un sentiment de découragement. Nous observons d'ailleurs que les étudiant·es de la cohorte d'intérêt mettent de 5 à 6 semaines pour s'approprier l'utilisation du fascicule et établir un plan de travail réaliste, et certains n'y parviennent jamais. En revanche, les étudiant·es de la cohorte de référence s'approprient, dans leur majorité, le fascicule et son mode d'utilisation en 1 ou 2 séances. Ils sont dès lors rapidement capables de choisir les exercices à travailler pour réussir et atteindre leurs objectifs.

Ce résultat pourrait alors apporter une explication à la corrélation, observée à T0 comme à T1, entre les concepts de PdD et SdC. L'appropriation du fascicule nécessiterait sans doute un bon SdC. Cela nous permettrait d'interpréter le résultat non significatif observé pour le concept PdD au sein de la cohorte de référence. Avoir un SdC suffisamment élevé dès le début du semestre aurait pour conséquence une bonne perception des difficultés comme le suggère l'appropriation rapide des fascicules d'exercices.

Tous ces résultats nous amènent à réfléchir à la façon d'améliorer notre dispositif en agissant sur le SdC des étudiant·es en grande difficulté et, par voie de conséquence, sur

leur PdD, pour qu'ils puissent s'approprier le fascicule d'exercices très rapidement, et performer comme la cohorte de référence. En effet, le faible effet du dispositif pédagogique sur la PdD semble montrer que faire porter le choix de la différenciation aux étudiant-es en grande difficulté leur fait porter en plus du regard rétrospectif de leurs difficultés, la responsabilité de leur réussite ou de leur échec et s'avère être un obstacle pour avoir un regard serein sur le chemin qu'ils doivent parcourir pour réussir. Nous pourrions proposer, toujours selon le protocole du « dispositif pédagogique différencié » exposé au cours de cette étude, une succession d'exercices pensés avec un programme en spirale, qui pourrait commencer par aborder les notions portant, dans un premier temps, sur les prérequis en lien avec le programme de L1. Ceci permettrait aux étudiant-es de voir une progression attendue qui leur serait ainsi rendue accessible. Ils-elles pourraient alors se sentir en capacité d'y arriver. Cette démarche pourrait également leur permettre d'ancrer un socle de connaissances solide. Cet enseignement spiralaire pourrait se traduire par un gain suffisant en SdC pour que les étudiant-es prennent conscience de leurs difficultés et avancent vers la réussite.

Aux vues des évolutions positives constatées des facteurs prédictifs SdC et PdD, nous nous attendions aussi à observer une amélioration des performances académiques, ce qui se confirme en physique et en chimie dans la cohorte d'intérêt. En liant ces facteurs motivationnels avec les performances académiques, on peut explicitement considérer qu'ils deviennent des prédictifs de réussite. Ce résultat est cohérent avec le modèle de la dynamique motivationnelle et appuie les bénéfices du dispositif d'accompagnement au cœur de cette recherche.

Le dernier concept que nous avons questionné et exploité est l'EdS. Contrairement à notre hypothèse, nous n'avons observé aucune évolution de ce concept. De plus, aucune corrélation avec le SdC n'a été constatée. Comment expliquer cette absence de résultat ? Est-ce que le dispositif n'a réellement aucun effet sur le concept d'EdS des étudiant-es ? La stigmatisation des étudiant-es en grande difficulté estampillés « étudiant-es en échec » via l'étiquette « oui-si » collée dès leur arrivée à l'université suivie en S2 d'une étiquette « Rebond » - qu'ils perçoivent comme un redoublement - pourrait enfermer les étudiant-es dans un schéma d'étudiant-e en échec. Plusieurs verbatim l'attestent :

« Proposer directement un rebond aux « oui-si », c'est mauvais pour l'égo » ou encore « on redouble ...euh... ça peut être un peu un sentiment d'échec dès la première année de fac ».

Pourtant, les enseignant-es du *Semestre Rebond* ont quand même observé des changements de posture de la part des étudiant-es en grande difficulté qui devraient apparaître dans la mesure de la progression de leur estime de soi. Ces changements de posture s'illustrent

Gérard, Girard et al., 2024

notamment par ce que les enseignant-es rapportent. En début de semestre, ils ont observé des étudiant-es arrivant démotivés et par obligation dans leur dispositif de différenciation. Ensuite, après quelques séances, ils constatent de l'enthousiasme de la part de leurs étudiant-es. Ceux-ci et celles-ci posent de plus en plus de questions tant à leurs pairs qu'à leur enseignant-e. Ces éléments sont des signes d'un changement d'attitude des personnes apprenantes.

« C'est vraiment super agréable d'avoir l'impression d'être pris en considération, et pas juste des étudiant-es qui galèrent quoi. »

Il convient dès lors de s'interroger sur l'écart entre l'observation rapportée et la mesure de concepts. Si l'outil en lui-même pourrait être discuté, un autre élément doit être pris en considération, à savoir le concept latent traduit par ces signes. Une piste intéressante pourrait être la motivation, d'ailleurs au centre du modèle de dynamique motivationnelle, voire l'engagement. Une mesure adéquate d'un concept de ce type pourrait être à la base de futures recherches centrées sur les bénéfices de dispositifs de différenciation.

Plus fondamentalement, se pose aussi la question de la temporalité. Le temps du semestre est très court pour agir sur l'estime de soi et pour voir évoluer ce concept. Il pourrait y avoir un effet de latence. Il est nécessaire d'avoir une maturation de l'étudiant-e. Il serait alors intéressant de mesurer ce concept sur une temporalité plus grande, une fois que l'étudiant-e est sorti-e du dispositif, quelques mois, voire quelques années plus tard, pour mesurer son évolution. Certains verbatim récoltés auprès d'étudiant-es sorti-es du dispositif depuis plus d'un an appuient cette idée de latence dans l'observation :

« C'est vraiment super agréable d'avoir l'impression d'être pris en considération... ça m'a vraiment aidé à repartir du bon pied et à bien vivre ma licence d'une manière générale... et j'étais beaucoup plus à même de travailler selon mes méthodes..... ».

« Maintenant je suis très à l'aise, beaucoup plus à l'aise avec les professeurs... c'est beaucoup moins impressionnant... donc ça c'est un vraiment gros aspect positif du rebond » ou encore « l'année suivante, euh, les amis que je me suis fait à ce moment-là, je pouvais beaucoup plus les aider. ... En plus je me sentais assez utile ».

Nous avons montré que ce dispositif avait un impact positif pour des étudiant-es en grande difficulté en agissant clairement sur le sentiment de compétence. La limite principale de ce dispositif est sa mise en place qui nécessite au départ la création de ressources importantes pour laquelle un investissement non négligeable de l'équipe enseignante est nécessaire. Cependant ces ressources peuvent être accumulées, complétées, étoffées sur plusieurs années ce qui permet d'étaler avantageusement la charge de travail. Une fois les ressources établies, ce dispositif fonctionne sans nécessité de moyens supplémentaires (pas de classe

déchargée, pas d'enseignant·e supplémentaire, pas d'heures supplémentaires par rapport à une UE classique).

On ne peut exclure que ce dispositif ne soit « prof-dépendant ». En effet, il apparaît que la posture de l'enseignant·e est primordiale. Celui-ci se doit d'adopter une attitude d'accompagnant·e, particulièrement bienveillante envers les étudiant·es en grande difficulté, ce qui nécessite un certain engagement de sa part.

Bien que celle-ci soit courante lors d'études quasi-expérimentales en enseignement supérieur, une autre limite consiste en l'érosion constatée entre le prétest et le post-test. Le caractère non-obligatoire du post-test et l'abandon d'étudiant·es au cours du semestre peuvent expliquer cette érosion. Néanmoins, on ne peut omettre le fait que cela ait pu biaiser notre analyse en supposant que les répondant·es aux deux tests soient les étudiant·es les plus motivé·es. Mais, ce dispositif est destiné à des étudiant·es souhaitant poursuivre des études scientifiques. Dans les faits, un certain nombre d'étudiant·es, inscrit·es en L1 et à fortiori en *Semestre Rebond*, sont destiné·es à se réorienter dans d'autres domaines et ce dispositif n'accompagne pas les étudiant·es dans cette démarche de réorientation.

Par des choix méthodologiques, l'étude s'est focalisée sur certains concepts. Dès lors que l'engagement semble être particulièrement au centre du dispositif, et le modèle de Viau (2009) le montre également, il pourrait être pertinent d'interroger plus directement ce concept.

Conclusion

Cette étude présente un « dispositif d'accompagnement différencié » implémenté en vue de soutenir les étudiant·es de première année universitaire, inscrit·es dans le parcours scientifique de l'Université de Versailles Saint-Quentin et en situation d'échec. Ce dispositif a été mis en place dans les UE de chimie et de Physique du *Semestre Rebond*. Deux cohortes y ont participé : une cohorte d'étudiant·es en grande difficulté, appelée cohorte d'intérêt, d'une part, et une cohorte d'étudiant·es du programme régulier, appelée cohorte de référence, dans une UE de chimie, d'autre part.

Concernant la cohorte d'intérêt, une augmentation significative du sentiment de compétence est relevée après la fin du *Semestre Rebond*. Cette augmentation n'existe pas pour la cohorte du programme régulier. Cet élément indique que le « dispositif d'accompagnement différencié » améliore particulièrement le sentiment de compétence des étudiant·es en situation d'échec. Pour ces mêmes étudiant·es, on relève un accroissement des performances académiques, pour les deux UE ayant intégré le dispositif

pédagogique. Cette robustesse apparaît comme un indice de qualité intéressant pour favoriser la réussite étudiante. Les points clés de notre dispositif, qui conduisent à ces évolutions, sont la possibilité pour chaque étudiant·e de choisir les exercices sur lesquels il et elle souhaite travailler, les outils interactifs de questions/réponses, les interactions entre pairs ainsi qu'avec les enseignant·es.

Si ce dispositif de différenciation pédagogique implique une charge de travail non négligeable lors de sa mise en œuvre, cet investissement initial apparaît rapidement rentabilisé d'une année à l'autre. Par ce dispositif pédagogique, l'enseignant·e peut adopter une posture d'accompagnateur·trice des étudiant·es dans leur compréhension favorisant ainsi leur engagement cognitif. Par cette posture inscrite dans la pédagogie active et inclusive, il est possible à l'enseignant·e du supérieur, confronté·e à l'hétérogénéité croissante des étudiant·es, de favoriser la réussite de tous·tes sans concession sur les objectifs d'apprentissage.

Remerciements

Les auteurs·trices souhaitent remercier Véronique Chaffard-Bourgoin[†] pour son implication dans le dispositif d'accompagnement différencié exposé dans cette étude. Nous remercions Natacha Bourgeois pour son investissement dans la construction du dispositif.

Les auteurs·trices sont également grés à Carine Livage, Olivier Oms et Cédric Mayer d'avoir accepté d'enseigner aux étudiants des deux cohortes et d'avoir soutenu notre étude.

Ce travail a bénéficié du support et du financement de l'UFR des Sciences de L'Université de Versailles Saint Quentin ainsi que de la Chaire de Recherche-Action « Innovation Pédagogique » de l'Université Paris Saclay et de l'institut Villebon – Georges Charpak. Nous remercions Martin Riopel et Patrice Potvin de l'UQAM pour les discussions et échanges enrichissants qui ont aidé à la construction de cet article. L'Université Paris-Saclay a également soutenu ce projet par le biais d'un financement IDEX (OSER 2023).

Références

- Annoot, E., Bobineau, C., Daverne-Bailly, C., Dubois, E., Piot, T., et Vari, J. (2019). Politiques, pratiques et dispositifs d'aide à la réussite pour les étudiants des premiers cycles à l'université : Bilan et perspectives. <https://hal.science/hal-02342790/>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy : "The exercise of control"*. New York (NY) : Freeman.

- Bandura, A. (2006). Adolescent Development from an Agentic Perspective. Dans F. Pajares, et T. Urdan (dir.), *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents*, (pp.1-43). Greenwich, CT : Information Age.
- Bandura, A. (2007). Auto-efficacité : le sentiment d'efficacité personnelle. Bruxelles : De Boeck.
- Barbeau, N., Frenette, E., et Hébert, M.H. (2021). Et si les stratégies d'apprentissage des étudiants et leurs perceptions envers l'évaluation des apprentissages avaient un lien avec l'ajustement académique dans un contexte de persévérance aux études universitaires?, *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 37(2). <https://doi.org/10.4000/ripes.2807>
- Bergeron, G., Houde, G. B., Prud'homme, L., et Abat-Roy, V. (2021). Le sens accordé à la différenciation pédagogique par des enseignants du secondaire : Quels constats pour le projet inclusif? *Éducation et socialisation*, 59. <https://doi.org/10.4000/edso.13814>
- Blank, W., Weitzel, J., Blau, G., et Green, S. G. (1988). A measure of psychological maturity. *Group et Organization Studies*, 13(2), 225-238. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1990.tb02397.x>
- Boelens, R., Voet, M., et De Wever, B. (2018). The design of blended learning in response to student diversity in higher education : Instructors' views and use of differentiated instruction in blended learning. *Computers et Education*, 120, 197-212. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.009>
- Bouffard, T., et Couture, N. (2003). Motivational profile and academic achievement among students enrolled in different schooling tracks. *Educational studies*, 29(1), 19-38.
- Caumont, D., et Ivanaj, S. (2017). Analyse des données. Dunod.
- Center for Applied Special Technology (CAST) (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. The UDL Guidelines version 2.2. <https://udlguidelines.cast.org/> consulté le 8 Mars 2024.
- Chen, G., Gully, S. M., et Eden, D. (2001). Validation of a new general self-efficacy scale. *Organizational research methods*, 4(1), 62-83. <https://doi.org/10.1177/109442810141004>
- Connac, S. (2020). *La coopération, ça s'apprend*. Paris: ESF Sciences Humaines.
- Connac, S. (2021). Pour différencier : individualiser ou personnaliser ?. *Éducation et socialisation. Les Cahiers du CERFEE*, 59. <https://doi.org/10.4000/edso.13683>
- De Clercq, M., Frenay, M., Wouters, P., et Raucant, B. (2022). *Pédagogie active dans l'enseignement supérieur*. Peter Lang Verlag. <https://doi.org/10.3726/b19934>
- Dubé, F., et Sénécal, M.-N. (2009). Les troubles d'apprentissage au postsecondaire : De la reconnaissance des besoins à l'organisation des services. *Pédagogie collégiale*, 23(1). <https://eduq.info/xmlui/bitstream/handle/11515/21766/dube-senecal-23-1.pdf?sequence=1>

- Ducharme, D., Magloire, J., et Montminy, K. (2018). Le respect des droits des élèves HDAA et l'organisation des services éducatifs dans le réseau scolaire québécois : une étude systémique. Commission des droits de la personne et des droits de la jeunesse de Québec.
- Duguet, A., Le Mener, M., et Morlaix, S. (2016). Les déterminants de la réussite à l'université. Quels apports de la recherche en Éducation? Quelles perspectives de recherche?. *Spirale-Revue de recherches en éducation*, (57), 31-53. <https://doi.org/10.3406/spira.2016.1745>
- Dupont, S., Clercq, M. D., et Galand, B. (2015). Les prédicteurs de la réussite dans l'enseignement supérieur: revue critique de la littérature en psychologie de l'éducation. *Revue française de pédagogie*, 191, 105-136. <https://doi.org/10.4000/rfp.4770>
- Eccles J. S. (1983). Expectancies, values, and academic behavior. In J. T. Spencer (dir.), *Achievement and achievement motivation*. San Francisco : W. H. Freeman, p. 75-146.
- Eccles, J. S., et 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>
- Erz, S. L. (2018). Impact and implications of the flexible learning environment in the at-risk secondary classroom (Doctoral dissertation, Minot State University).
- Falzon, P. (2013). *Ergonomie Constructive*. Presses Universitaires de France
- Fréchette-Simard, C., Plante, I., Dubeau, A. et Duchesne, S. (2019). La motivation scolaire et ses théories actuelles : Une recension théorique. *McGill Journal of Education*, 54(3), 500-518. <https://doi.org/10.7202/1069767ar>
- Freinet, C. (1948). Plans de travail. *Bibliothèque de l'école moderne*, 40, 1-21.
- Forget, A. (2018). *Penser la différenciation pédagogique*. Université de Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.
- Fernagu, S. (2022). L'approche par les capacités dans le champ du travail et de la formation: vers une définition des environnements capacitants?. *Travail et Apprentissages*, 23(1), 40-69.
- Galand, B. et Vanlede, M. (2004). Le sentiment d'efficacité personnelle dans l'apprentissage et la formation : quel rôle joue-t-il? D'où vient-il? Comment intervenir ? *Savoirs*, (5 Hors-série), 91-116 <https://doi.org/10.3917/savo.hs01.0091>.
- Galand, B., Lafontaine, D., Baye, A., Dachet, D., et Monseur, C. (2019). Le redoublement est inefficace, socialement injuste, et favorise le décrochage scolaire. *Cahiers des Sciences de l'Éducation*, (38).

- Gaspard, H., Wigfield, A., Jiang, Y., Nagengast, B., Trautwein, U. et Marsh, H. W. (2018). Dimensional comparisons: How academic track students' achievements are related to their expectancy and value beliefs across multiple domains. *Contemporary Educational Psychology*, 52, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.10.003>
- Girard, A., Gerard, I., Colin, O., Bourgeois, N., Parmentier, J., Riopel, M., ... et Moyon, M. (2022, January). Bien accompagné pour mieux rebondir : un module d'enseignement à destination des étudiant-es de 1^{ère} année de licence Sciences en situation d'échec. Dans *Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur 2022-(S') engager et pouvoir (d') agir* (pp. 49-61). <https://hal.science/hal-04204527/document>
- Gueudet, G. et Vandebrouck, F. (2022). Transition secondaire-supérieur : Ce que nous apprend la recherche en didactique des mathématiques. *epiDEMES*, 1 | 2022, 7486. <https://doi.org/10.46298/epidemmes-7486>
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., et Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis with Readings*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Hasni, A., et Potvin, P. (2015). L'intérêt pour les sciences et la technologie à l'école : Résultats d'une enquête auprès d'élèves du primaire et du secondaire au Québec. Montréal : Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie. https://www.usherbrooke.ca/creas/fileadmin/sites/creas/documents/Publications/Productions_internes/Hasni-Potvin-Rapport-CRIJEST-2015-VF.pdf
- Hinkin, T. R. (1998). A Brief Tutorial on the Development of Measures for Use in Survey Questionnaires. *Organizational Research Methods*, 1(1), 104-121. <https://doi.org/10.1177/109442819800100106>
- Howard, J. L., Bureau, J. S., Guay, F., Chong, J. X. Y. et Ryan, R. M. (2021). Student Motivation and Associated Outcomes : A Meta-Analysis From Self-Determination Theory. *Perspectives on Psychological Science*, 16(6), 1300-1323. <https://doi.org/10.1177/1745691620966789>
- Kariippanon, K.E., Cliff, D.P., Lancaster, S.L., Okely, A. D. et Parrish, A.-M. (2018). Perceived interplay between flexible learning spaces and teaching, learning and student wellbeing. *Learning Environments Research*, 21(3), 301-320. <https://doi.org/10.1007/s10984-017-9254-9>
- Kennel, S., Guillon, S., Caublot, M. et Rohmer, O. (2021). La pédagogie inclusive : Représentations et pratiques des enseignants à l'université: La nouvelle revue - Éducation et société inclusives, N° 89-90, 2(3), 23-45. <https://doi.org/10.3917/nresi.090.0023>
- Klassen, R., Usher, E., et Bong, M. (2010). Teachers' collective efficacy, job satisfaction, and job stress in cross-cultural context. *The Journal of Experimental Education*, 78, 464-486. <https://doi.org/10.1080/00220970903292975>

- Lai, H.-M. (2021). Understanding what determines university students' behavioral engagement in a group-based flipped learning context. *Computers et Education*, 173, 104290. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104290>
- Lane, J., Lane, A. M. et Kyprianou, A. (2004). Self-efficacy, self-esteem and their impact on academic performance. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 32(3), 247-256. <https://doi.org/10.2224/sbp.2004.32.3.247>
- Lebeau, R. et Bouffard, T. (2022). Étude longitudinale des relations entre la perception de compétence, la motivation et le rendement scolaires. *Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation*, 45(4), 987–1027. <https://doi.org/10.53967/cje-rce.5281>
- Leroux, M., Bergeron, L., Turcotte, S., Deschênes, G., Smith, J., Malboeuf-Hurtubise, C., Riel, J., Bergeron, J., et Berrigan, F. (2021). L'aménagement flexible de la classe : Le point de vue d'enseignantes du primaire au Québec. *Éducation et socialisation*, 59. <https://doi.org/10.4000/edso.13585>
- Lescouarch, L. (2018). Construire des situations pour apprendre. Vers une pédagogie de l'étayage. ESF Sciences humaines.
- May, D. K. (2009). Mathematics self-efficacy and anxiety questionnaire (Doctoral dissertation, University of Georgia).
- Meirieu (2016) propos recueillis par Diane Galbaud « La pédagogie coopérative c'est une panoplie de techniques ». Trois questions à Philippe Meirieu. *Sciences Humaines*, 282, 22-22. <https://doi.org/10.3917/sh.282.0022>
- Michaut, C. (2023). Etat des recherches en économie et en sociologie sur la réussite universitaire. *Recherches en éducation*, (52), 179-195. <https://doi.org/10.4000/ree.11961>
- Mone, M. A., Baker, D. D., et Jeffries, F. (1995). Predictive validity and time dependency of self-efficacy, self-esteem, personal goals, and academic performance. *Educational and Psychological Measurement*, 55(5), 716-727. <https://doi.org/10.1177/0013164495055005002>
- Nootens, P., et Debeurme, G. (2019). L'enseignement en contexte d'inclusion : Proposition d'un modèle d'analyse des pratiques d'adaptation. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 98-117. <https://doi.org/10.7202/1059213ar>
- OCDE (2023). *Regards sur l'éducation 2023 : Les indicateurs de l'OCDE*. Éditions OCDE, Paris. <https://doi.org/10.1787/ffc3e63b-fr>
- Pablico, J. R., Diack, M., et Lawson, A. (2017). Differentiated instruction in the high school science classroom: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 16(7), 30-54.
- Paivandi, S. (2018). Performance universitaire, apprentissage et temporalité des étudiants. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (202), 99-116. <http://doi.org/10.4000/rfp.7546>

- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of educational research*, 66(4), 543-578. <https://doi.org/10.3102/00346543066004543>
- Pajares, F. (2003). Self-efficacy beliefs, motivation, and achievement in writing: A review of the literature. *Reading et Writing Quarterly*, 19(2), 139-158. <https://doi.org/10.1080/10573560308222>
- Paré, M., et Prud'homme, L. (2014). La différenciation dans une perspective inclusive : Intégrer les connaissances issues de la recherche pour favoriser la progression des élèves dans un groupe hétérogène : Mélanie Paré et Luc Prud'homme. *Revue suisse de pédagogie spécialisée*, 2, 31-36
- Perrenoud, P. (2005). Différencier: un aide-mémoire en quinze points. *Vivre le primaire*, 2, 34.
- Pintrich, P. R., et Garcia, T. (1991). Student goal orientation and self-regulation in the college classroom. *Advances in motivation and achievement: Goals and self-regulatory processes*, 7(371-402).
- Plante, I., O'Keefe, P. A., Aronson, J., Fréchette-Simard, C. et Goulet, M. (2019). The interest gap: How gender stereotype endorsement about abilities predicts differences in academic interests. *Social Psychology of Education*, 22(1), 227-245. <https://doi.org/10.1007/s11218-018-9472-8>
- Pozas, M., Letzel, V. et Schneider, C. (2020). Teachers and differentiated instruction: exploring differentiation practices to address student diversity. *J Res Spec Educ Needs*, 20: 217-230. <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12481>
- Prêteur, Y. (2002). Développement de l'estime de soi et réussite scolaire. *Résonances, mensuel de l'Ecole valaisanne*, (3), 2002-2003.
- Prud'homme, L., Leblanc, M., Paré, M., Fillion, P.-L. et Chapdelaine, J. (2015). Différencier d'abord auprès de tous les élèves : un exemple en lecture. *Québec Français*, (174), 76-78.
- Richardson, M., Abraham, C., et Bond, R. (2012). Psychological correlates of university students' academic performance: a systematic review and meta-analysis. *Psychological bulletin*, 138(2), 353-387. <https://doi.org/10.1037/a0026838>
- Robbes, B. (2009). La pédagogie différenciée : historique, problématique, cadre conceptuel et méthodologie de mise en œuvre. Repéré à http://www.Meirieu.com/ECHANGES/bruno_robbes_pedagogie_differenciee.pdf
- Robbins, S. B., Lauver, K., Le, H., Davis, D., Langley, R., et Carlstrom, A. (2004). Do psychosocial and study skill factors predict college outcomes? A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 130(2), 261. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.2.261>
- Rocher, T. (2015). PISA, une belle enquête: lire attentivement la notice. *Administration et Éducation*, (1), 25-30. <https://doi.org/10.3917/admed.145.0025>
- Romainville, M. (2001). *L'échec dans l'université de masse*. L'Harmattan.

- Rosenberg, M., Schooler, C., Schoenbach, C., et Rosenberg, F. (1995). Global self-esteem and specific self-esteem: Different concepts, different outcomes. *American sociological review*, 141-156. <https://doi.org/10.2307/2096350>
- Salmela-Aro, K., et Nurmi, J. E. (2007). Self-esteem during university studies predicts career characteristics 10 years later. *Journal of Vocational Behavior*, 70(3), 463-477. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2007.01.006>
- Santangelo, T., et Tomlinson, C. A. (2009). The application of differentiated instruction in postsecondary environments: Benefits, challenges, and future directions. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 20(3), 307-323.
- Schneider, M. et 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>
- Simon, T. (2006). Accueil et orientation des nouveaux étudiants dans les universités (No. 2006-029) (p. 1-119). Paris : Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la Recherche.
- Taha, H. (2021). Autour de la pédagogie différenciée: fondements théoriques et démarches pratiques. *بحوث في تدريس اللغات*, 14(14), 19-35.
- Thouin, M. (2014). *Réaliser une recherche en didactique*. Editions MultiMondes.
- Tremblay, P. (2020). Inclusion scolaire et formation initiale des enseignants au Canada : *Spirale - Revue de recherches en éducation*, N° 65-1(1), 87-102. <https://doi.org/10.3917/spir.651.0087>
- Turner, W. D., Solis, O. J., et Kincade, D. H. (2017). Differentiating instruction for large classes in higher education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 29(3), 490-500.
- UNESCO (2009) : Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO). (2009). *Principes directeurs pour l'inclusion dans l'éducation*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000177849_fre
- Vanhoolandt, C., Dhyne, M. et Plumet, J. (à paraître). Mesure du raisonnement formel à l'entrée à l'université et évaluation académique : quelle cohérence ? *RIPES*
- Vaske, J. J., Beaman, J., et Sponarski, C. C. (2016). Rethinking Internal Consistency in Cronbach's Alpha. *Leisure Sciences*, 39(2), 163-173. <https://doi.org/10.1080/01490400.2015.1127189>
- Viau, R. (2009). *La motivation à apprendre en milieu scolaire*. Éditions du Renouveau pédagogique.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Wathelet V. et Vieillevoye S. (2013). Évaluation formative des compétences prérequis à l'entrée de l'université. In M. Romainville, R. Goasdoué et M. Vantourout (dir.), *Évaluation et enseignement supérieur*. Bruxelles : De Boeck, p. 55-72.

Annexe

Annexe 1 : pages 2 et 3 du fascicule TD3 d'une séance de chimie

CHI100R - Atomes et molécules

TRAVAUX DIRIGES

Licence – Semestre rebond
Année universitaire



TD 3 : Interaction lumière-matière et spectres d'hydrogénoïdes

Les compétences travaillées durant ce TD sont :

- C301 – Connaître et utiliser les définitions de la période, de la fréquence, de la longueur d'onde et de la célérité.
- C302 - Savoir utiliser les unités de longueur et de temps.
- C303 – Connaître la valeur approchée de la vitesse de la lumière dans le vide.
- C304 – Connaître les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets.
- C305 – Distinguer une source polychromatique, d'une source monochromatique.
- C306 – Différencier spectre d'émission et spectre d'absorption.
- C307 – Dans un spectre d'émission ou d'absorption, repérer, la longueur d'onde caractéristique d'une entité chimique.
- C308 – Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.
- C309 – Connaître les relations $\lambda = c/v$ et $\Delta E = h\nu$ et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie.
- C310 – Convertir des joules en eV et inversement
- C311 – Distinguer le niveau fondamental des niveaux excités.
- C312 – Associer un domaine spectral à la transition mise en jeu.
- C313 – Reconnaître un élément hydrogénoïde.
- C314 – Savoir calculer les niveaux énergétiques d'un hydrogénoïde.
- C315 - Savoir décrire l'ionisation d'un élément.

PLAN DE TRAVAIL (4,5 h)

Résumé du TD en compétence et en difficulté :

| Exercice | C301 | C302 | C303 | C304 | C305 | C306 | C307 | C308 | C309 | C310 | C311 | C312 | C313 | C314 | C315 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1 | X | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1 | | X | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1 | X | X | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | | X | X | | | | | | | | | | | |
| 5 | 3 | | X | X | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | X | | X | X | X | | | | | | | | | |
| 7 | 1 | | | | | | X | X | | | | | | | |
| 8 | 2 | | | | | X | X | X | | | | | | | |
| 9 | 1 | | | | | X | X | X | | | | | | | |
| 10 | 1 | | X | | | | X | X | X | | | | | | |
| 11 | 2 | | X | | | | X | X | X | X | X | | | | |
| 12 | 2 | | X | | | | X | X | X | | | | | | |
| 13 | 2 | | X | | | X | X | X | X | | | | | | |
| 14 | 1 | | | | | | | | | X | | | X | X | |
| 15 | 2 | | | | | | | | | X | X | | X | X | |
| 16 | 3 | | | | | | | | X | | | | | X | |
| 17 | 3 | | X | | | | X | X | X | X | X | | | X | |
| 18 | 1 | | X | | | | | | X | | | | X | X | |
| 19 | 2 | | X | | | | X | X | X | X | | | | X | |
| 20 | 3 | | X | | | | X | X | X | X | X | | | X | X |
| 21 | 1 | | X | | | | X | X | X | X | | | | X | |
| 22 | 1 | | X | | | | X | X | X | X | X | | | X | X |

Objectifs du TD :

- ✓ Faire au minimum un exercice de chaque compétence ;
- ✓ Faire autant d'exercices 1 étoile que nécessaire ;
- ✓ Faire au minimum 5 exercices 2 étoiles ;
- ✓ Faire au minimum 2 exercices 3 étoiles.

Stratégie :

- ✓ Repérer les compétences de la page 2 que vous pensez maîtriser
- ✓ Les tester chez vous en faisant des exercices qui utilisent ces compétences niveau 2 ou 3 (voir tableau p3)
- ✓ Travailler les compétences que vous maîtrisez moins bien ou peu en TD : commencer par un exercice facile (1★) puis testez-vous rapidement sur des exercices plus difficiles 2 ou 3★.
- ✓ Fixez-vous au moins 1 exercice 2 ou 3★ par séance de TD en présentiel afin de poser vos questions aux enseignants présents

Bilan à faire systématiquement à la fin de chaque séance de travail :

- ✓ Cochez les cas des compétences maîtrisées
- ✓ Entourées celles que vous devrez retravailler ou qui vous ont paru plus difficiles afin de bien les revoir au moment de vos révisions pour les CC

Page 2 sur 16

Page 3 sur 16

Annexe 2. Questionnaire

Q1 - Comparé à mes ami.e.s, je considère que je suis...

Q2 - Comparé à tous les autres étudiant·es de la promo de L1, je considère que je suis...

Q3 - Pour les notes que j'obtiens en chimie, je suis...

Q4 - Pour les notes que j'obtiens en physique, je suis...

Q5 - Pour les notes que j'obtiens en maths, je suis...

Q6 - Comparé à mes ami.e.s, je considère que je comprends les matières scientifiques...

Q7 - Comparé à mes camarades de promo de L1, je comprends la physique...

Q8 - Comparé à mes camarades de promo de L1, je comprends la chimie...

Q9 - Comparé à mes camarades de promo de L1, je comprends les maths...

Q10 - Lorsque je ne comprends pas quelque chose en physique, je trouve toujours des moyens pour arriver à comprendre

Q11 - Lorsque je ne comprends pas quelque chose en chimie, je trouve toujours des moyens pour arriver à comprendre

Q12 - Lorsque je ne comprends pas quelque chose en maths, je trouve toujours des moyens pour arriver à comprendre

Q13 - Lorsque je ne comprends pas quelque chose en physique, je me décourage facilement

Q14 - Lorsque je ne comprends pas quelque chose en chimie, je me décourage facilement

Q15 - Lorsque je ne comprends pas quelque chose en maths, je me décourage facilement

Q16 - Les notes que j'obtiens en physique me découragent...

Q17 - Les notes que j'obtiens en chimie me découragent...

Q18 - Les notes que j'obtiens en math me découragent...

Q19 - Pour moi, l'étude de la physique est...

Q20 - Pour moi, l'étude de la chimie est...

Q21 - Pour moi, l'étude des maths est...

Q22 - Pour moi, réussir à résoudre des problèmes en chimie est...

Q23 - Pour moi, réussir à résoudre des problèmes en physique est...

Q24 - Pour moi, réussir à résoudre des problèmes en maths est...

Q25 - Lorsque je résous un problème en physique, je sais toujours par où commencer...

Q26 - Lorsque je résous un problème en chimie, je sais toujours par où commencer...

Q27 - Quand je suis face à des tâches difficiles, je suis certain.e de parvenir à les accomplir

Q28 - En règle générale, je pense que je peux obtenir de bonnes notes aux examens

Q29 - Je crois que je peux parvenir à faire le maximum d'efforts nécessaires pour atteindre ce que je me suis fixé.e

Q30 - Je suis convaincu.e que je peux accomplir avec succès un bon nombre de tâches différentes en sciences

Q31 - Comparé.e aux autres, je suis capable de réaliser efficacement la plupart des tâches qui me sont confiées

Q32 - Même lorsque les tâches sont difficiles, je réussis plutôt bien

Q33 - Je demande de l'aide aux autres quand je ne comprends pas

Q34 - Si nécessaire, je fais des dessins ou des diagrammes pour m'aider à comprendre

Q35 - Je lis attentivement les instructions avant de commencer une tâche

Q36 - Je m'efforce de faire au mieux mon travail en physique pendant la séance de TD

Q37 - Je m'efforce de faire au mieux mon travail en chimie pendant la séance de TD

Q38 - Je sais établir mes propres objectifs de travail : je sais travailler les exercices dont j'ai besoin dans la feuille de TD

Q39 - Je m'efforce de travailler pendant les cours et/ou les TD

Q40 - Je m'efforce de faire un travail supplémentaire à la maison

Q41 - J'ai l'impression de bien noter les résultats quand je fais de la physique

Q42 - J'ai l'impression de bien noter les résultats quand je fais de la chimie

Q43 - Je prends en note avec soin tout ce qui pourra m'être utile pour la résolution des exercices de chimie

Q44 - Je prends en note avec soin tout ce qui pourra m'être utile pour la résolution des exercices de physique

Engagement en situation de cours ou de travaux dirigés : impacts d'un dispositif de classe inversée en licence de sciences de la vie

François Agnès¹, Marine Moyon² et Morgane Locker¹,

¹*Institut des Neurosciences Paris-Saclay, Université Paris-Saclay, Saclay, France*

²*Institut Villebon Georges-Charpak, Université Paris-Saclay, Orsay, France*

Pour citer cet article :

Agnès, F., Moyon, M. et Locker, M. (2024). Engagement en situation de cours ou de travaux dirigés : impacts d'un dispositif de classe inversée en licence de sciences de la vie. *Didactique*, 5(2), 57-97. <https://doi.org/10.37571/2024.0203>.

Résumé : Nous constatons chez les étudiant-es de 1^{er} cycle universitaire en sciences de la vie une passivité en cours comme en travaux dirigés (TD) et un apprentissage trop superficiel. Dans le but de les engager davantage et stimuler un apprentissage en profondeur, nous avons déployé un dispositif de classe inversée dans lequel les exposés magistraux ont été remplacés par un apprentissage du cours en autonomie (distanciel asynchrone), et les TD modifiés pour introduire du travail collaboratif. Nous avons ensuite interrogé les effets de ce dispositif sur l'engagement de nos étudiant-es. Afin de mener une analyse comparative contrôlée, le dispositif a été testé sur la moitié de la promotion (cohorte d'intérêt ; n=137) ; l'autre moitié a reçu un enseignement au format traditionnel (cohorte contrôle ; n=180). L'engagement comportemental, émotionnel, agentique et cognitif des étudiants a été mesuré *via* un questionnaire auto-rapporté, en considérant l'unité d'enseignement dans son ensemble, ou en distinguant deux situations très différentes : le cours et les TD. Nos données révèlent un bénéfice global du dispositif sur l'engagement émotionnel et cognitif des étudiant-es. En situation d'apprentissage de cours, l'engagement est accru dans les quatre dimensions interrogées. En TD, l'impact positif ne porte que sur la dimension émotionnelle.

Mots-clés : engagement, 1^{er} cycle universitaire, classe inversée, pédagogie active.

Introduction

Expérimentant depuis plusieurs années la pédagogie active en deuxième cycle universitaire (master), nous avons souhaité étendre notre champ d'investigation au premier cycle (licence). À ce niveau, le défi est grand car la massification de l'enseignement supérieur y est la plus criante, avec des effectifs importants et des populations estudiantines très hétérogènes (Duguet et al., 2016). Profitant de divers leviers facilitateurs proposés par notre institution (décharge d'enseignement, formations, séminaires), nous avons conçu et déployé en deuxième année de licence de sciences de la vie un dispositif pédagogique reposant sur de la classe inversée (Bergmann et Sams, 2012). Ce dernier alternait des phases distancielles d'acquisition de connaissances en autonomie sur notre plateforme Moodle (cours rédigés et illustrés remplaçant les exposés magistraux) et des phases présentielles (travaux dirigés ou TD) principalement dédiées à la méthodologie de l'analyse scientifique et faisant appel à du travail collaboratif (Baudrit et al., 2007 ; Ramdani et al., 2022 ; Scager et al., 2016). Le dispositif a été testé durant deux années consécutives, d'abord sur une groupe pilote (2018-2019 ; n=23 étudiant-es) puis sur la moitié de la promotion (2019-2020 ; n=137 étudiant-es). Une enquête menée spécifiquement auprès de ces étudiant-es a révélé leur forte adhésion au dispositif. Une large majorité d'entre eux rapporte avoir davantage travaillé que dans d'autres matières, s'être sentie plus motivée et avoir progressé sur divers aspects méthodologiques (Agnès et al., 2023). Lors de l'année 2019-2020, nous avons en outre souhaité interroger plus avant les bénéfices de notre dispositif en nous focalisant sur le construit d'engagement. Ce projet a bénéficié de l'environnement très stimulant de la Chaire sur l'innovation pédagogique de l'Université Paris-Saclay, que nous venions d'intégrer (Moyon et al., 2022). Les interactions très riches avec ses différents acteurs (enseignant-es de diverses disciplines) et l'encadrement méthodologique offert par des chercheurs en sciences de l'éducation de l'UQAM (Québec) ont conduit à l'étude présentée ci-après. Elle consiste en une analyse comparative de l'engagement comportemental, émotionnel, agentique et cognitif des étudiant-es de premier cycle universitaire en contexte pédagogique traditionnel *versus* actif et inversé.

Après avoir fourni des éléments contextuels, présenté notre problématique et explicité le cadre théorique, nous décrirons la méthodologie de collecte et d'analyse des données. Nous présenterons et discuterons enfin les principaux résultats.

Contexte et problématique

Contexte de notre expérimentation

Sur le plan disciplinaire, les principales compétences attendues d'un-e étudiant-e français-e en fin de licence de sciences de la vie incluent la capacité à expliquer les principes

fondamentaux du vivant et à appliquer une démarche scientifique pour en questionner le fonctionnement. Cela implique de maîtriser des savoirs pluridisciplinaires complexes à différentes échelles (de la molécule à l'écosystème), et des savoir-faire transversaux tels que choisir des méthodes appropriées pour aborder des questions simples, décrire des données ou expériences, les interpréter ou modéliser des résultats (Fiche nationale de la licence Sciences de la Vie¹). Le long de l'échelle révisée de Bloom (Krathwohl, 2002), il s'agit donc de mémoriser et comprendre, mais également d'appliquer, analyser, représenter, voire discuter, un défi pour l'apprenant-e comme pour l'enseignant-e en sciences de la vie (Kitchen et al., 2003 ; Momsen et al., 2010 ; Southard et al., 2016). Ceci vaut pour notre discipline, la biologie du développement, où les étudiant-es doivent construire des réseaux de connaissances impliquant des notions d'embryologie, de biologie moléculaire, de biologie cellulaire et de génétique, puis appliquer ces connaissances à l'interprétation de processus développementaux dynamiques *in vivo*, en utilisant différents niveaux d'analyse (organisme, tissu, cellule, molécules) et en raisonnant dans les quatre dimensions de l'espace et du temps.

À l'instar de la plupart des diplômes de premier cycle universitaire français, notre licence de sciences de la vie à Paris-Saclay est encore très ancrée dans un modèle transmissif « magistro-centré » (Demougeot-Lebel, 2014 ; Duguet, 2014 ; Duguet, 2018). Elle s'articule dans chaque unité d'enseignement (UE) autour de cours magistraux (CM), donnés en amphithéâtre pour un large nombre, et de TD et travaux pratiques (TP) dispensés en groupes plus restreints. Le CM constitue le vecteur principal d'enseignement des concepts, outils et connaissances à acquérir. Les TD et TP visent quant à eux à mettre en applications ces derniers par la pratique expérimentale, l'analyse de documents ou la résolution de problèmes.

S'il permet de transmettre des connaissances à de larges effectifs, le CM (du moins dans sa forme la plus traditionnelle) tend à favoriser chez les étudiant-es une attitude passive (Vanpee et al., 2008) et à ne développer que des habilités cognitives de niveau peu élevé (Crowe et al., 2008 ; Momsen et al., 2010 ; Wood, 2009). En sciences de la vie, la densité des contenus rend en outre complexe le travail que doivent fournir les étudiant-es à l'issue des CM, en termes de tri, hiérarchisation et interconnexion des notions transmises (Wood, 2009). Il en résulte que nombre d'entre eux ont tendance à miser sur des méthodes d'apprentissage superficielles (tout apprendre par cœur, souvent à la hâte à l'approche des

¹ <https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/24530/>

examens), plutôt que sur une compréhension profonde des savoirs transmis (Altet et al., 2001 ; Duguet, 2014).

Les TD, dispensés de façon frontale, ne remplissent également qu'imparfaitement leurs fonctions. Conformément aux constats d'Altet et al. (2001) ou Gérard et Rubio (2020), nous observons que la plupart de nos étudiant-es en sciences de la vie ne prépare pas les exercices à l'avance (malgré nos sollicitations), peut-être par manque de temps (les plannings sont très denses) ou par manque de motivation. Ils participent en outre peu en séance. Seule une minorité se porte volontaire pour répondre aux questions, les autres préférant attendre la correction par l'enseignant-e plutôt que se confronter à leurs erreurs. Notons que la méthodologie d'analyse n'est souvent pas explicitement présentée aux étudiant-es comme un objectif d'apprentissage du TD, renforçant ces derniers dans l'idée que ce qu'il faut savoir prévaut sur ce qu'il faudrait apprendre à savoir faire.

Cette passivité globale que nous constatons en CM comme en TD doit être modulée en regard de l'hétérogénéité de notre promotion où coexistent des étudiant-es aux profils motivationnels et aux stratégies d'apprentissage probablement distincts. Environ 30% de nos étudiant-es suivent en effet des cursus sélectifs accessibles uniquement sur dossier (double licence, cursus renforcé pour la recherche ou cursus de préparation à des concours nationaux). Relativement à leurs homologues du cursus dit « général », non sélectif, ces étudiant-es semblent plus investis (aux dires des enseignant-es), sont plus à l'aise avec la démarche scientifique et présentent un niveau académique significativement supérieur (leurs moyennes générales aux examens sont chaque année d'au moins deux à quatre points sur 20 plus élevées selon la matière considérée).

Problématiques et objectifs de l'étude

Les constats cités ci-avant nous interrogent : À quoi les différences entre étudiant-es des cursus sélectifs et du cursus général tiennent-elles ? Sont-elles entretenues par nos pratiques pédagogiques ? En d'autres termes, peut-on espérer un nivellement par le haut en changeant ces dernières ? Quelle stratégie pédagogique mettre en œuvre pour impliquer davantage les étudiant-es du cursus général en cours comme en TD, et *in fine* développer plus avant leurs habiletés de niveaux cognitifs supérieurs ? Ces questions sont au cœur de l'initiative que nous avons conduite.

De nombreuses études suggèrent qu'agir sur l'engagement des apprenant-es permet d'accroître leur performance académique (Alrashidi et al., 2016). Réciproquement, la mesure de l'engagement peut servir de prédicteur de ce paramètre. C'est donc à ce construit que nous nous sommes intéressés. Sur la base de travaux mettant en lumière un impact

positif des pratiques pédagogiques sur la réussite étudiante (Duguet, 2014 ; Duguet et al. 2016), nous avons souhaité tester l'influence de notre dispositif de classe inversé sur l'engagement de nos étudiant-es.

Plus spécifiquement, notre objectif était triple :

- Identifier d'éventuelles différences d'engagement comportemental, émotionnel, agentique et/ou cognitif entre étudiant-es du cursus général et des cursus sélectifs en contexte traditionnel ;
- Comparer l'engagement de nos étudiant-es dans les quatre dimensions citées en contexte pédagogique traditionnel versus actif et inversé ;
- Distinguer ces différentes dimensions dans deux situations d'apprentissage différentes : le cours ou phase d'acquisition des connaissances, et les TD ou phase de mobilisation et d'exploitation de ces dernières.

À notre connaissance, peu de travaux interrogent le construit d'engagement dans sa multi-dimensionnalité dans le cadre d'enseignements de Biologie utilisant des pédagogies actives (voir par exemple, Camfield et Land, 2017 ; Hymers et Newton, 2019 ; Stone, 2012). Notre étude a par ailleurs l'originalité d'analyser les différentes dimensions de l'engagement dans deux situations différentes d'apprentissage que sont le cours et le TD.

Cadre théorique

Le concept d'engagement et ses dimensions

Si de nombreuses études s'intéressent au méta-construit qu'est l'engagement, sa complexité engendre un manque de consensus sur sa définition (Alrashidi et al., 2016 ; Fredricks et al., 2004 ; Kahu, 2013). Selon les auteurs, le terme peut en effet se référer à l'état émotif de l'apprenant-e comme à diverses attitudes telles que la participation dans les tâches scolaires, le temps et l'énergie fournis pour apprendre, les efforts pour comprendre ou maîtriser des savoirs et savoir-faire, ou la persistance face aux tâches proposées (Alrashidi et al., 2016).

Replacé dans le cadre de la théorie de l'autodétermination (Deci et Ryan, 2000), l'engagement se distingue de la motivation, même si les deux termes sont intimement liés et souvent évoqués de façon conjointe. Selon Viau (1998, p. 7), la motivation constitue « un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions qu'un élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but ». En cela, elle peut donc être vue comme le déclencheur du processus d'engagement, c'est à dire une condition nécessaire mais non

suffisante à l'investissement et aux efforts fournis dans une tâche donnée (Appleton et al., 2006; Reeve, 2012).

S'il est un point sur lequel les chercheurs s'accordent, c'est la multi-dimensionnalité du concept d'engagement. Là encore cependant, le nombre et la nature des dimensions varient selon les auteurs. Nous retiendrons ici les trois dimensions proposées par Fredricks et al. (2004), complétées d'une quatrième, la dimension agentique, introduite par Reeve (2013). Notre étude se place donc dans le cadre des définitions suivantes :

- L'engagement comportemental traduit la conduite de l'étudiant-e face aux exigences scolaires, les efforts qu'il fournit, son investissement et sa persévérance dans les activités proposées.
- L'engagement émotionnel, plus abstrait, se réfère aux sentiments ou réactions suscités par le contexte, les contenus ou les tâches d'apprentissage, ainsi qu'aux relations entretenues avec les pairs et les enseignant-es.
- L'engagement agentique fait référence à la manière dont les étudiant-es apportent leur contribution constructive et proactive aux activités d'apprentissage proposées.
- L'engagement cognitif s'apparente aux stratégies d'apprentissage déployées pour comprendre des idées complexes ou maîtriser des savoir-faire difficiles, ainsi qu'aux procédés d'autorégulation mis en œuvre.

Notons que ces différentes dimensions sont fortement interconnectées mais également dynamiques et malléables, c'est à dire susceptibles d'être influencées par l'interaction entre l'apprenant-e et le contexte d'apprentissage (Fredricks et al., 2004 ; Fredricks et McColskey, 2012).

Apprentissage actif et classe inversée

L'apprentissage actif trouve sa source dans les théories constructiviste et socio-constructiviste (Cattaneo, 2017) et se caractérise par l'implication dynamique des étudiant-es dans leurs apprentissages et un traitement en profondeur de la matière. Pour ce faire, la réception passive d'informations, ne suffit pas. L'étudiant-e doit s'approprier le savoir, et manipuler ou traiter les différentes informations qui lui parviennent (Bonwell et Eison, 1991). Les pédagogies dites « actives » désignent quant à elles l'ensemble des méthodes centrées sur l'apprenant-e, visant à stimuler l'apprentissage actif des étudiant-es. Le terme recouvre des pratiques ou activités extrêmement variées, parfois difficiles à classer (Cattaneo, 2017; Prince, 2004). La plupart misent sur les interactions avec l'enseignant ou entre apprenant-es, et les interactions apprenant-es-contenus, considérées

comme particulièrement efficaces (Bernard et al., 2009). Certaines peuvent être ponctuelles, comme le fait d'introduire au sein d'un cours des temps de pause dédiés à la discussion entre pairs ou de proposer des travaux de groupes en classe ou hors classe ; d'autres peuvent à l'inverse impliquer des transformations profondes des curriculums, comme c'est le cas par exemple pour l'apprentissage par problème (Galand, 2008) ou la pédagogie expérientielle (Guillemette, 2020).

Une méta-analyse portant sur 225 publications a montré sans ambiguïté que l'apprentissage actif permettait d'accroître les performances académiques et de réduire le taux d'échec dans diverses disciplines scientifiques (Freeman et al., 2014). Un impact positif similaire est aussi observé dans des études portant spécifiquement sur des étudiants en biologie (Ballen et al., 2017 ; Burrowes, 2003 ; Haak et al., 2011 ; Knight et Wood, 2005 ; Riedl et al., 2021). Bien qu'une corrélation positive entre pédagogie active et degré de profondeur de l'apprentissage ait pu être mise en évidence (Trigwell et al., 1999), cet aspect reste cependant peu étudié. Côté enseignant, cela rend complexe le choix de la stratégie à utiliser pour atteindre un objectif d'apprentissage donné. Dans leur modèle ICAP, Chi et Wylie (2014) vont au-delà de la simple dichotomie entre apprentissage passif et actif en proposant des définitions opérationnalisables de quatre modes d'engagement cognitif (passif, actif, constructif, interactif) d'efficacité croissante vers un apprentissage en profondeur et le développement de compétences de haut niveau dans la taxonomie de Bloom.

La classe inversée constitue une approche pédagogique visant l'apprentissage actif des étudiant-es. Si sa définition et ses modalités peuvent varier d'un auteur à l'autre (Gruslin, 2021 ; Li et al., 2023), elle repose généralement sur l'acquisition autonome de connaissances à distance, suivie de leur renforcement, de leur questionnement ou de leur mise en application lors des séances présentiels. Le temps en classe peut alors être exploité de façon optimale et recentré sur des apprentissages actifs par le biais d'une large variété d'activités (Akçayir et Akçayir, 2018 ; Guilbault et Viau-Guay, 2017). Du choix de ces dernières (discussion, quizz, étude de cas, résolution de problèmes, travail collaboratif ou coopératif...) dépend le niveau de compétences pouvant être développées par les étudiant-es le long de la taxonomie de Bloom (Zainuddin et Halili, 2016). La classe inversée se distingue donc de l'enseignement traditionnel transmissif en plaçant l'étudiant-e dans une posture active relativement à son apprentissage. Elle modifie également le rôle de l'enseignant-e, qui devient un accompagnateur plutôt qu'un transmetteur de savoirs (Duguet, 2014 ; Guillemette, 2020).

Les bénéfices souvent rapportés de la classe inversée incluent un sentiment de satisfaction accru des étudiant-es, une adaptation facilitée au rythme de travail, une implication et une autonomisation plus importantes, des interactions plus nombreuses avec les enseignants et,

dans de nombreux cas, de meilleurs résultats académiques (Guilbault et Viau-Guay, 2017 ; Li et al., 2023). Ceci est confirmé par méta-analyse incluant 174 études menées dans l'enseignement supérieur, qui révèle un effet positif sur les performances des étudiant-es relativement à l'enseignement traditionnel, et suggère que le principal facteur contributif résiderait dans l'apprentissage actif (Strelan et al., 2020). Deux autres, allant au-delà de la notion de performance, soulignent des bénéfices fréquents sur divers facteurs tels que l'engagement, la métacognition, la compréhension ou les compétences relationnelles (Al-Samarraie et al., 2019 ; Bredow et al., 2021). Bredow et al. (2021) montrent cependant une hétérogénéité des effets de la classe inversée en fonction du contexte (niveau, discipline, culture locale) ou des dispositifs pédagogiques mis en place.

Méthodologie

Dispositif pédagogique

Nous avons choisi comme terrain d'expérimentation une UE de deuxième année de licence (UE *Biologie Cellulaire et Développement*) dans laquelle nous enseignons depuis plusieurs années. Tout en conservant les thèmes étudiés et les objectifs d'apprentissage visés (OAV) définis au sein de l'équipe pédagogique (annexe 1), nous l'avons intégralement restructurée pour proposer un format reposant sur de la classe inversée, et incluant un apprentissage des concepts et connaissances disciplinaires en distanciel asynchrone sur notre plateforme Moodle et du travail collaboratif en TD pour l'entraînement à l'analyse scientifique.

Ce dispositif ayant été décrit dans un précédent article (Agnès et al., 2023), nous résumons dans le tableau 1 ses principales caractéristiques et les objectifs didactiques des changements opérés relativement au format traditionnel. Brièvement, ce dernier alternait CM et TD et comportait 2 séances de travaux pratiques (TP²). Le dispositif testé, quant à lui, reposait pour chacune des dix séquences d'enseignement sur le triptyque suivant :

- Des activités amont à distance et en autonomie incluant (i) un cours rédigé remplaçant l'exposé magistral, à étudier en ligne (présentation synthétique et très structurée des principales notions, assortie de schémas, expériences illustratives et vidéos), et (ii) des exercices obligatoires, préparatoires au TD.

² Afin d'être en capacité de traiter l'intégralité du programme avec seulement 30 heures de présentiel (volume horaire total choisi pour fonctionner à coût constant), les travaux pratiques n'ont pas été inclus dans le dispositif. Dans la mesure où ces derniers visaient essentiellement l'acquisition de connaissances sur des techniques et le renforcement des compétences d'observation et d'analyse de résultats (les savoir-faire manipulateurs n'étaient pas évalués), nous les avons remplacés par des exercices ciblant les mêmes objectifs.

- Un TD en présentiel conçu pour renforcer l'interactivité *via* du travail collaboratif et travailler plus avant les compétences méthodologiques d'analyse scientifique. Relativement au format traditionnel, les contenus de ces TD ont été remaniés pour introduire du travail sur la modélisation des données (schématiser un ensemble de résultats ou traduire un schéma sous forme de texte) et renforcer la pratique de la démarche expérimentale (émettre une hypothèse, choisir une stratégie expérimentale pour la tester, analyser des résultats, conclure sans extrapoler).
- Du travail aval d'auto-évaluation formative (quizz à correction automatique, facultatifs mais fortement recommandés).

Tableau 1.*Comparaison du dispositif testé et du dispositif traditionnel.*

| | | Cohorte contrôle | Cohorte d'intérêt | Objectifs didactiques des changements opérés | |
|--|-----------------------------|---|--|--|---|
| Structuration globale de l'UE | Volume de cours | 26h (présentiel) | 20h théorique (à distance) | Proposer un dispositif alternant travail en autonomie et séances présentiellees. | |
| | Volume de TD/TP | 24h (présentiel ; 12h TD/12h TP) | 30h (présentiel ; TD) | | |
| | Thèmes traités et OAV | Communs aux deux cohortes | | | / |
| | Modalités d'évaluation | Examens partiel et terminal communs | | | / |
| Structuration de chaque séquence d'enseignement (1 par semaine pendant 10 semaines)³ | Format des cours théoriques | Exposé magistral en amphithéâtre (1h30) | Cours rédigé <u>sur la plateforme Moodle</u> (durée théorique : 1h30) | Favoriser l'apprentissage des connaissances/concepts de base en amont du TD au rythme choisi par l'étudiant·e. | |
| | Activités amont au TD | Aucune activité imposée (les étudiants sont encouragés à préparer leurs TD) | Exercices obligatoires <u>sur la plateforme Moodle</u> (durée théorique : 30 minutes) | Amener l'étudiant·e à décrire des schémas ou expériences simples et à se questionner (feedback individuel avant le TD puis correction collective en séance). | |
| | TD | Analyses d'expériences, résolution de problèmes (avec des différences dans la nature des exercices proposés entre les 2 cohortes) | | Fournir des exercices plus variés et de difficulté plus progressive sur l'échelle de Bloom. Renforcer l'alignement pédagogique sur les compétences méthodologiques visées. | |
| | Activités aval au TD | Aucune (mais 3 quizz de révisions ont été proposés à la fin du semestre à l'aide du logiciel Wooclap) | Quizz en ligne hebdomadaires <u>sur la plateforme Moodle</u> avec correction automatique (durée théorique : 20-30 minutes) | Amener l'étudiant·e à tester ses acquis de façon régulière et à situer sa progression. | |
| Modalités pédagogiques en TD | Organisation de l'espace | Tables en ligne ; enseignant·e en position frontale | Tables en îlots ; enseignant·e mobile | Favoriser les interactions entre pairs et avec l'enseignant·e. Offrir un soutien plus individualisé (feedback en temps réel). | |
| | Organisation du travail | Travail individuel et correction par l'enseignant·e | Travail collaboratif préalable à une mise en commun | Pousser l'étudiant·e à résoudre l'exercice avant sa correction. Renforcer le sentiment de contrôlabilité <i>via</i> le travail de groupe. | |

³ Les trois dernières semaines de cours ont été perturbées par le confinement lié à la pandémie COVID19. Les adaptations pédagogiques proposées au sein des deux cohortes sont détaillées dans Agnès et al. (2023).
Agnès et al, 2024

Participants

Cette étude a été menée auprès de la cohorte d'étudiant-es inscrits en deuxième année de licence sciences de la vie au sein de l'Université Paris-Saclay pour l'année 2019-2020 (348 inscrits répartis en 14 groupes de TD d'environ 25 étudiants). Afin de satisfaire aux conditions d'une analyse comparative et contrôlée, la moitié de la promotion a reçu un enseignement au format inversé (cohorte d'intérêt ; n = 137 étudiant-es, dont 15 en cursus sélectif et 122 en cursus général). L'autre moitié a suivi l'UE dans son format traditionnel (cohorte contrôle ; n = 180 étudiant-es, dont 66 en cursus sélectif et 114 en cursus général). Les effectifs totaux mentionnés correspondent aux étudiant-es dits « assidu-es », c'est à dire régulièrement présent-es en travaux dirigés et ayant passé l'examen.

L'ensemble des étudiant-es a été informé du projet en amphithéâtre et il leur a été précisé que le programme et l'examen terminal étaient les mêmes pour tous et que seule variait la modalité pédagogique. Le choix leur a été laissé de changer de cohorte s'ils avaient le sentiment que la modalité proposée ne leur conviendrait pas. Cinq étudiant-es tout au plus ont effectué ce changement (dans un sens ou dans l'autre).

Sept enseignant-es ont enseigné en format traditionnel et sept autres en classe inversée (les deux porteurs du projet et cinq volontaires, dont quatre sans expérience préalable en termes de pédagogie active). Afin d'aider ces derniers à prendre en main le dispositif, deux séances de formation leur ont été proposées par les porteurs du projet. La première visait à présenter le déroulé temporel de l'UE et les enjeux des activités pédagogiques proposées ; la seconde avait pour but de leur apprendre à manier les différentes fonctionnalités de la plateforme Moodle (non encore déployée à l'époque au sein de notre communauté enseignante).

Collecte des données

La multiplicité des conceptualisations du construit d'engagement s'accompagne d'une grande variabilité dans les méthodes et instruments de mesure utilisés (Fredricks et McColskey, 2012). Nous avons fait le choix d'un questionnaire auto-rapporté. Si l'auto-évaluation est plus subjective que des méthodes reposant sur une évaluation externe (par l'enseignant-e ou un observateur), elle est plus simple à mettre en œuvre (point important dans le cadre d'une promotion importante comme la nôtre). Elle permet également de mesurer certaines dimensions de l'engagement qu'il est difficile d'inférer de comportements observables (cas par exemple de l'engagement émotionnel).

Notre questionnaire comportait quatre sections visant à évaluer les dimensions de l'engagement retenues dans le cadre théorique, soit les dimensions comportementale, émotionnelle et cognitive proposées par Fredricks et al. (2004), complétées de la dimension agentique, introduite par Reeve (2013) (annexe 2). Chaque section était subdivisée en deux sous-sections, l'une dédiée au cours et l'autre aux TD. La dernière section, relative à l'engagement cognitif contenait une sous-section supplémentaire portant sur l'UE dans son ensemble (tableau 2). Chaque sous-section comportait un nombre variable de propositions à tournure positive (engagement) ou négative (désengagement), présentées dans un ordre aléatoire. Celles des sections 1, 2, 3 et 4.1 sont tirées de l'article de Jang et al. (2016), qui agrège les propositions issues de différents questionnaires précédemment validés (engagement/désengagement comportemental et émotionnel : Skinner et al., 2009 ; engagement/désengagement agentique : Reeve, 2013 et Jang et al., 2016 ; engagement/désengagement cognitif : Senko et Miles, 2008 et Elliot et al., 1999). Nous les avons traduites et adaptées dans leur formulation pour les ajuster aux situations et aux modalités pédagogiques comparées dans cette étude. Certaines propositions ont été créées *de novo*. Elles sont marquées d'une étoile (*) dans le questionnaire. C'est le cas en particulier de toutes les propositions des sections 4.2 et 4.3, librement adaptées pour certaines de l'échelle d'engagement cognitif proposée par Miller et al. (1996). Ces ajouts visaient à interroger spécifiquement certaines stratégies cognitives ou métacognitives qui nous semblaient requises pour un apprentissage en profondeur dans le cadre de notre UE (par exemple, P46 « Dans cette UE, j'approfondis mes connaissances avec d'autres sources que je choisis » ; P53 : « Je schématise des images ou des résultats pour m'aider à résoudre certains problèmes » ; P57 « À l'issue d'un TD, je reviens sur les exercices faits à la lumière du corrigé et essaye de comprendre mes erreurs »). Toutes les propositions devaient être évaluées sur une échelle de Likert en 5 points (1 : « pas du tout d'accord » ; 5 : « tout à fait d'accord »).

Tableau 2.*Structure du questionnaire soumis aux étudiant-es des deux cohortes.*

| | Situation d'apprentissage | Exemple de proposition positive ou négative | Nombre de propositions | Alpha de Cronbach |
|--|--|---|------------------------|-------------------|
| SECTION 1 Engagement comportemental | Sous-section 1.1 CM ou cours en autonomie | Quand je suis en CM /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je ne m'accroche pas pour le comprendre. | 6 | 14 0,83 |
| | Sous-section 1.2 TD | Quand je suis en TD, j'applique consciencieusement les consignes. | 8 | |
| SECTION 2 Engagement émotionnel | Sous-section 2.1 CM ou cours en autonomie | Quand je suis en CM /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je me sens en confiance. | 6 | 14 0,87 |
| | Sous-section 2.2 TD | Lorsque nous travaillons sur quelque chose en TD, je me sens assez encouragé(e) pour m'impliquer. | 8 | |
| SECTION 3 Engagement agentique | Sous-section 3.1 CM ou cours en autonomie | Quand je suis en CM /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je n'ose pas prendre la parole ou solliciter l'aide de mon enseignant. | 4 | 13 0,90 |
| | Sous-section 3.2 TD | Quand je suis en TD, je pose des questions à l'enseignant dès-que je ne comprends pas quelque chose. | 9 | |
| SECTION 4 Engagement cognitif | Sous-section 4.1 CM ou cours en autonomie | Quand j'étudie, je me contente de (re)lire le cours. | 9 | 36 0,86 |
| | Sous-section 4.2 TD | Je schématise des images ou des résultats pour m'aider à résoudre certains problèmes. | 16 | |
| | Sous-section 4.3 L'UE dans son ensemble | Dans cette UE, je travaille régulièrement. | 11 | |

Les étudiant-es ont été invité-es à répondre au questionnaire sur la plateforme Moodle de l'université (eCampus), de façon non obligatoire et anonyme. Seuls étaient précisés la cohorte (format inversé ou traditionnel) et le groupe de TD d'appartenance, ainsi que la nature du cursus suivi (sélectif ou non sélectif). Les taux de réponses se sont avérés similaires entre les deux cohortes avec 43% (59/137) de répondants pour la cohorte d'intérêt et 47% (85/180) pour la cohorte contrôle. Notons que les étudiant-es appartenant aux cursus sélectifs étaient très inégalement répartis entre les deux cohortes. Au sein de la

cohorte d'intérêt, seuls 8 étudiant-es sur 15 ont pris le temps de répondre au questionnaire, contre 36 sur 66 dans la cohorte contrôle. En raison de leur faible effectif, les réponses de ces 8 étudiant-es n'ont pas été prises en compte dans l'analyse. Nous avons donc considéré un groupe unique d'étudiant-es dans la cohorte d'intérêt (cursus général) et deux groupes dans la cohorte contrôle (cursus général *versus* cursus sélectifs).

Traitement des données et analyses statistiques

Comme plusieurs propositions du questionnaire avaient été traduites, adaptées ou ajoutées, la cohérence interne de ce dernier a d'abord été vérifiée en calculant la valeur de l'alpha de Cronbach pour chacun des quatre construits, à l'aide du logiciel SPSS. Les scores des propositions traduisant le désengagement ont été préalablement inversés. Le tableau 2 indique les résultats obtenus, tous supérieurs au seuil d'acceptabilité de 0,70 (Nunnally, 1978).

Pour chaque étudiant-e et chaque dimension considérée (comportementale, émotionnelle, agenticque et cognitive), trois scores d'engagement ont été calculés : un score d'engagement global (moyenne des réponses à l'ensemble des propositions de la section), et deux scores d'engagement, respectivement relatifs aux situations de cours et de TD (moyenne des réponses à l'ensemble des propositions de la sous-section correspondante) (tableau 2). Tous les répondants n'ayant pas renseigné l'ensemble du questionnaire, seules les réponses complètes ont été conservées. Enfin, pour chaque dimension considérée, une analyse comparative des réponses aux différentes propositions a également été effectuée.

Les résultats sont représentés à l'aide de graphiques de type « boîtes à moustache » indiquant la médiane (ligne horizontale) et la moyenne (croix). Le nombre de réponses complètes (N) est indiqué. Dans les graphiques montrant les réponses des étudiant-es aux différentes propositions, seules sont indiquées les propositions ayant reçu des scores significativement différents entre les deux cohortes. Les numéros des propositions, telles qu'ordonnées dans le questionnaire (P1 À P77), sont précisés. Les graphiques et tests statistiques (tests non paramétriques de Mann-Whitney) ont été réalisés avec le logiciel Prism9. NS : non significatif, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, **** $p < 0,0001$.

Résultats

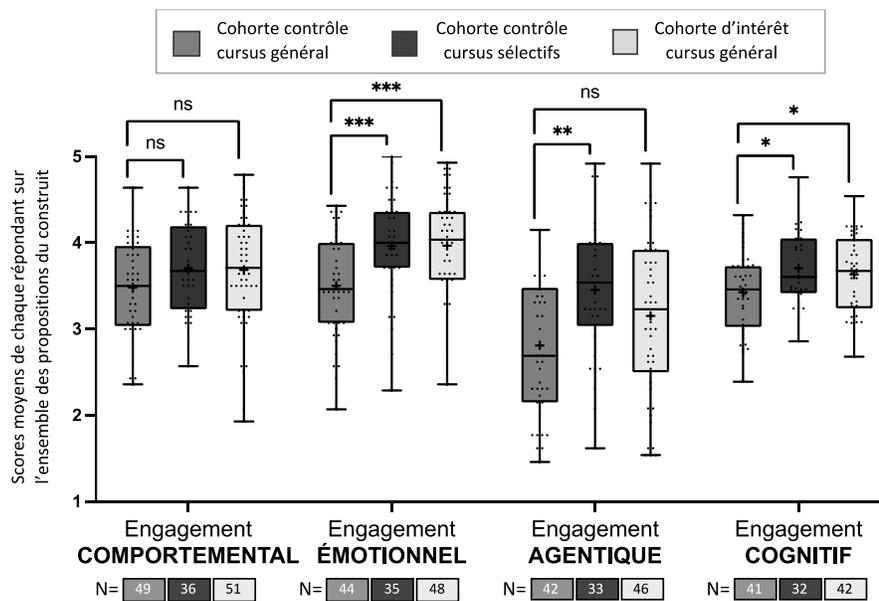
Analyse de l'engagement en fonction du cursus au sein de la cohorte contrôle

L'analyse menée sur la cohorte contrôle (étudiant·es suivant le format traditionnel) montre des scores d'engagement comportemental, émotionnel et cognitif élevés ($>3,4$) et ce, quelle que soit la nature du cursus suivi, sélectif ou pas. Seul l'engagement agentique présente un niveau relativement faible pour les étudiant·es du cursus général (<3) (figure 1).

Au sein de cette cohorte contrôle, la comparaison des étudiants des cursus sélectifs et du cursus général ne révèle aucune différence significative en termes d'engagement comportemental. En revanche, les étudiant·es des cursus sélectifs montrent un engagement plus important dans les 3 autres dimensions, émotionnelle ($p<0,001$), agentique ($p<0,01$) et cognitive ($p=0,034$) (figure 1).

Figure 1.

Effet du cursus et du dispositif pédagogique sur l'engagement des étudiant·es.



Analyse de l'engagement en fonction de la modalité pédagogique éprouvée

Nous avons ensuite analysé les scores d'engagement en fonction de la modalité pédagogique éprouvée (traditionnelle *versus* active et inversée), en ne considérant cette

fois, au sein des deux cohortes, que les étudiant-es du cursus général. Nos résultats révèlent des scores d'engagement émotionnel et cognitif significativement accrus pour la cohorte d'intérêt relativement à la cohorte contrôle ($p < 0,001$ et $p = 0,048$ respectivement ; figure 1). Une augmentation tendancielle est retrouvée pour l'engagement comportemental ($p = 0,052$). Enfin, les scores moyens d'engagement comportemental, émotionnel et cognitif des étudiant-es ayant suivi l'UE dans son format actif et inversé atteignent des niveaux comparables à ceux des étudiant-es des cursus sélectifs ayant suivi l'UE dans son format traditionnel (figure 1).

Comparaison de l'engagement des étudiant-es des deux cohortes en situation d'apprentissage de cours ou de travaux dirigés

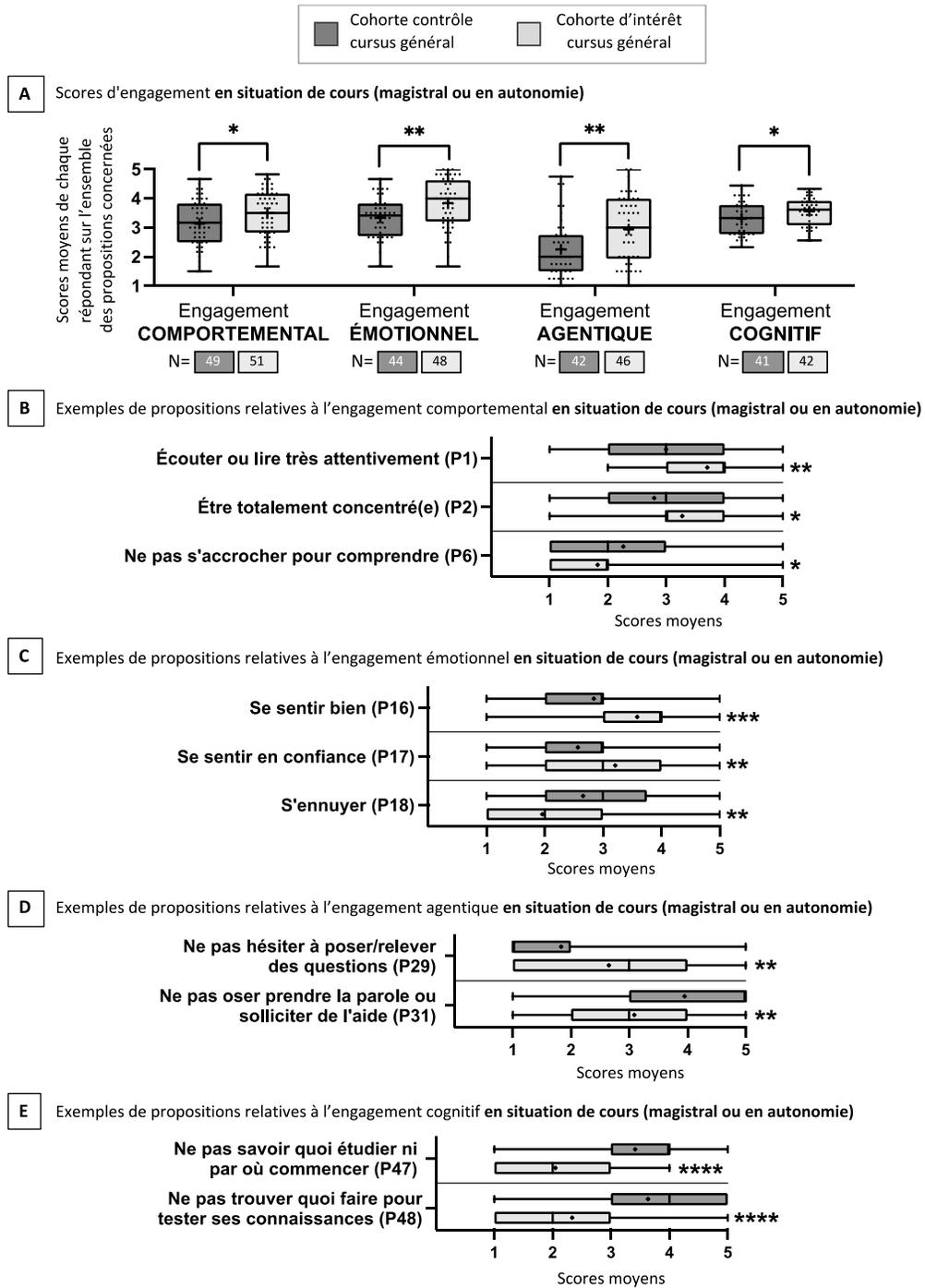
Dans l'UE au format traditionnel comme inversé, les étudiant-es sont confrontés, sous des modalités distinctes, à deux situations très différentes : acquérir de nouvelles connaissances (lire ou écouter un cours, mémoriser et essayer de comprendre les principales informations transmises), ou mobiliser ces dernières en TD autour d'exercices et d'analyses de documents. Nous avons donc mené une analyse comparative de l'engagement des étudiant-es des cohortes contrôle et d'intérêt dans ces deux contextes, en nous limitant de nouveau au cursus général.

Voyons d'abord le cours qui, rappelons-le, consistait pour la cohorte contrôle en un exposé magistral en présentiel, alors que celui de la cohorte d'intérêt était rédigé et accessible en ligne sur la plateforme Moodle. Les scores d'engagement mesurés dans cette situation apparaissent significativement accrus pour la cohorte d'intérêt dans toutes les dimensions considérées (figure 2A). L'examen plus détaillé des réponses aux différentes propositions relatives à ce contexte révèle un degré d'accord significativement plus important des étudiant-es de la cohorte d'intérêt sur les aspects suivants :

- Dans la dimension comportementale (figure 2B) : l'attention, la concentration, le fait de s'accrocher pour comprendre.
- Dans la dimension émotionnelle (figure 2C) : les sensations de bien-être et de confiance, un moindre ennui.
- Dans la dimension agentique (figure 2D) : une moindre censure à poser des questions ou demander de l'aide.
- Dans la dimension cognitive (figure 2E) : des difficultés moins grandes à identifier comment apprendre un cours et comment tester ses connaissances.

Figure 2.

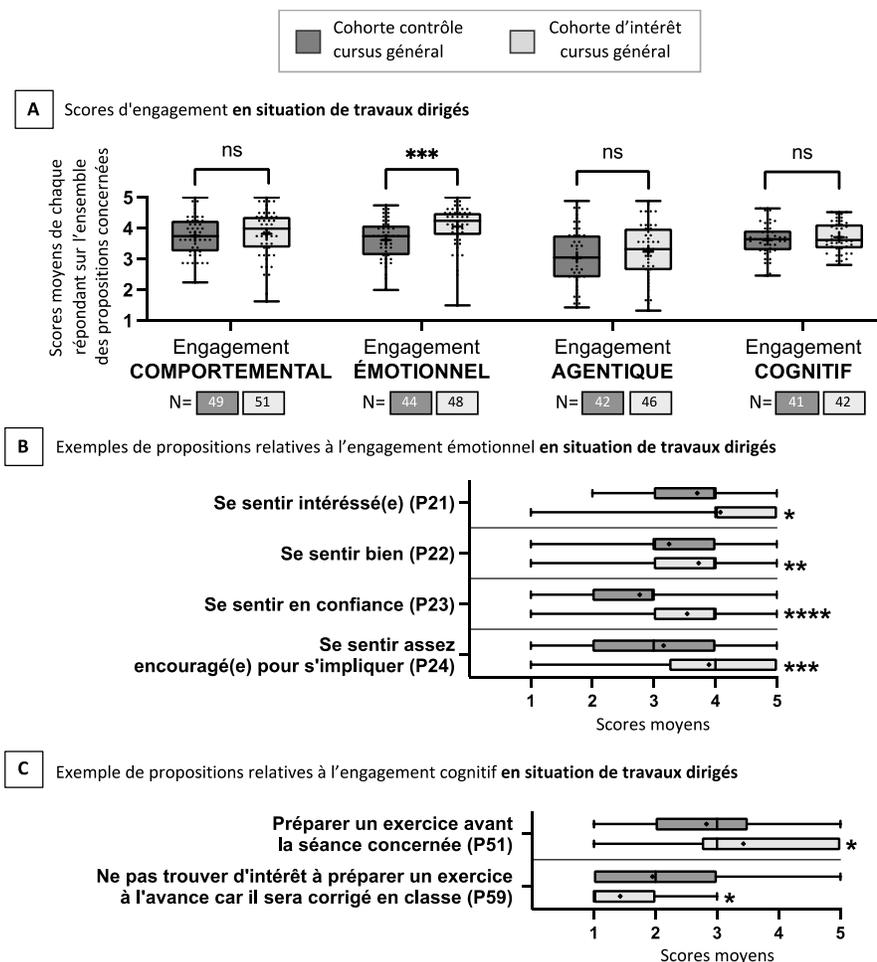
Comparaison de l'engagement des étudiant-es des deux cohortes en situation de cours



En situation de TD, seul l'engagement émotionnel apparaît significativement accru au sein de la cohorte d'intérêt relativement à la cohorte contrôle ($p < 0,001$; figure 3A). À l'échelle des propositions elles-mêmes, on retrouve de nouveau des différences significatives sur le sentiment de bien-être et la confiance. Les étudiant·es rapportent également se sentir plus intéressés et assez encouragés pour s'impliquer (figure 3B). Bien que l'engagement cognitif en TD reste globalement inchangé, l'analyse des propositions associées montre un degré d'accord significativement accru des étudiant·es de la cohorte d'intérêt sur le fait de préparer ses exercices avant la séance concernée (figure 3C). Enfin, le dispositif déployé ne semble avoir modifié aucune composante interrogée de l'engagement comportemental ou agentique en situation de travaux dirigés.

Figure 3.

Comparaison de l'engagement des étudiant·es des deux cohortes en situation de travaux dirigés

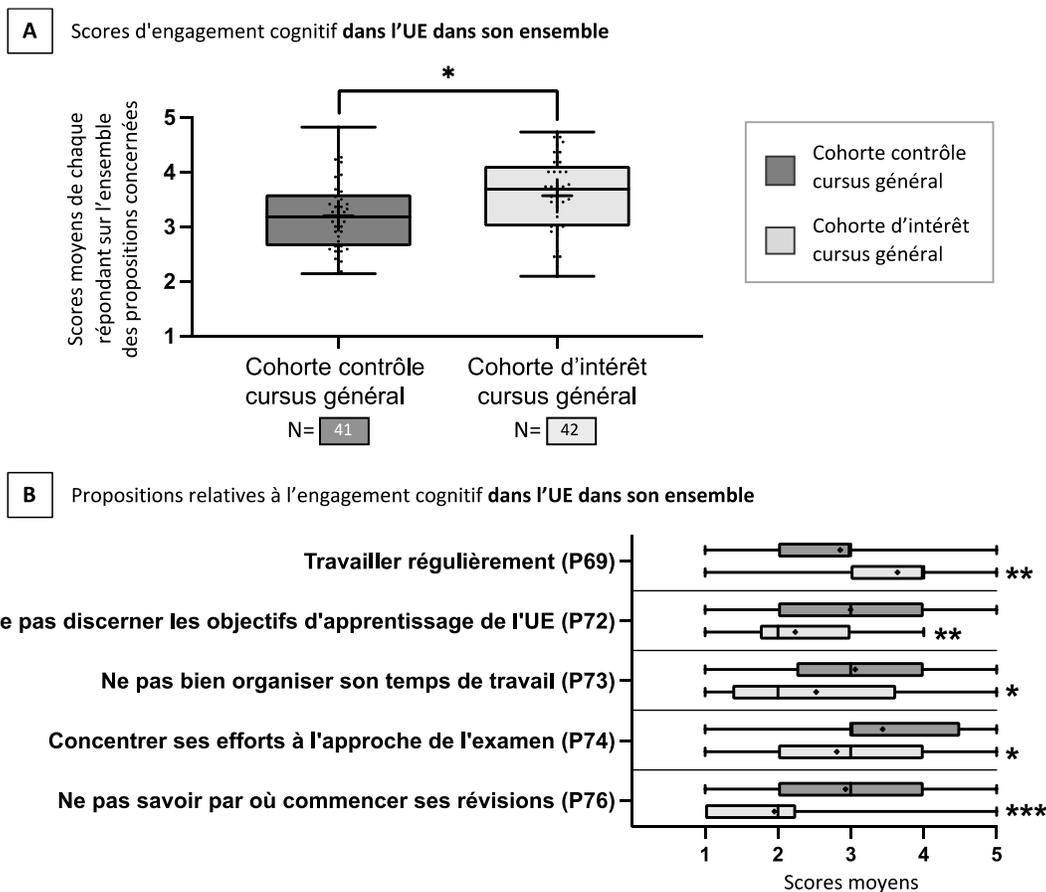


Comparaison de l'engagement cognitif des étudiant·es des deux cohortes dans l'UE en général

La dernière section du questionnaire portait sur l'engagement cognitif au sein de l'UE dans son ensemble, c'est-à-dire sans référence particulière à une situation d'apprentissage. Sur cet item, les scores moyens des étudiant·es du cursus général se sont avérés significativement plus élevés au sein de la cohorte d'intérêt que dans la cohorte contrôle ($p=0,013$; cursus général uniquement ; figure 4A). L'analyse des réponses aux différentes propositions de cette sous-section suggère un bénéfice notable sur divers aspects de l'apprentissage : l'organisation et la régularité du temps de travail, l'identification des OAV et l'anticipation ou planification des révisions (figure 4B).

Figure 4.

Comparaison de l'engagement cognitif des étudiant·es des deux cohortes pour l'UE dans son ensemble



Discussion

Un engagement supérieur des étudiants des cursus sélectifs en contexte pédagogique traditionnel

Nos résultats mettent en évidence des niveaux d'engagement distincts entre étudiant-es du cursus général et étudiant-es des cursus sélectifs en contexte pédagogique traditionnel. Pour ces derniers, l'engagement émotionnel, agentique et cognitif est significativement plus important. Au-delà de fournir une potentielle explication à leur niveau académique plus élevé, ces données soulèvent la question des causes sous-jacentes à de telles différences.

Pour les étudiant-es cherchant à intégrer des formations dites « prestigieuses », les filières sélectives en premier cycle universitaire français constituent des alternatives au cadre plus scolaire (et très spécifique à notre système) des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE). Les étudiant-es des CPGE se distinguent des étudiant-es des filières dites « classiques » par leur moindre hétérogénéité en termes de niveau académique et d'origine sociale, avec, encore aujourd'hui, une sur-représentativité des catégories les plus aisées (Annoot et al., 2019). Ils ont en outre généralement un projet professionnel ou de poursuite d'études plus construit. Les étudiant-es des cursus sélectifs constituent probablement un groupe assez comparable aux étudiant-es des CPGE. En ce sens, il n'est pas surprenant que leur engagement soit plus élevé que celui de leurs homologues du cursus général. Nous ne disposons pas de données précises quant à leurs origines sociodémographiques, mais nous émettons l'hypothèse que cet engagement accru préexiste à leur entrée à l'université (Blondelle, 2016).

Le profil motivationnel distinct, ou du moins plus homogène, de ces étudiant-es intégrant des filières sélectives universitaires (Cassignol-Bertrand et al., 2019) pourrait expliquer leur engagement émotionnel plus important. Leur niveau plus élevé d'engagement cognitif tient peut-être quant à lui à des méthodes d'apprentissage plus élaborées et déjà acquises au cours de leurs études secondaires. En revanche, notre étude ne montre aucune différence d'engagement comportemental entre étudiant-es des cursus sélectifs et étudiant-es du cursus général au sein de la cohorte contrôle. Ce résultat inattendu suggère que ces derniers font autant d'efforts pour se concentrer, être attentifs en cours ou encore appliquer des consignes en TD. Les différences robustes observées de manière récurrente entre les deux groupes en termes de résultats académiques ne peuvent donc s'expliquer par une différence d'engagement ou de désengagement comportemental.

Considéré comme une variable significative de la réussite scolaire (Reeve, 2012, 2013), l'engagement agentique apparaît significativement plus élevé chez les étudiant-es des

curus sélectifs. La définition opérationnelle de l'engagement agentique inclut cinq éléments reflétant une interaction volontaire de l'étudiant-e vers son enseignant-e (Reeve, 2013) : (1) je pose des questions, (2) je dis ce que j'aime et ce que je n'aime pas, (3) je fais savoir ce qui m'intéresse, (4) j'exprime mes préférences et mes opinions, (5) je fais des suggestions pour améliorer le cours. Les propositions de notre questionnaire interrogeaient essentiellement les quatre premiers éléments au travers de questions faisant référence à la prise de parole ou au questionnement. L'appréhension des étudiant-es de premier cycle universitaire vis-à-vis du fait de communiquer ou participer en classe est bien connue (McCroskey, 2009), et souvent liée à la peur d'un jugement de la part de leurs pairs ou de leur enseignant-e. Il est possible que l'engagement agentique accru des étudiant-es des cursus sélectifs soit lié à une moindre anxiété sur ces aspects. Alternativement, la différence pourrait résider dans une meilleure aptitude à poser des questions (Chin et Osborne, 2008 ; Graesser et Person, 1994). Le questionnement est un aspect essentiel de la résolution de problèmes et Chin et Osborne (2008) rapportent une corrélation entre qualité des questions posées et performance académique. Nos résultats interrogent donc sur les stratégies pédagogiques à déployer pour encourager et former nos étudiant-es non seulement au questionnement, mais également à la prise de parole et à l'expression d'opinions, afin d'améliorer leur engagement agentique.

Un dispositif pédagogique induisant des niveaux d'engagement émotionnel et cognitif similaires à ceux observés en cursus sélectifs

Lors d'une enquête réalisée la même année que cette étude, deux-tiers des étudiant-es de la cohorte d'intérêt ont rapporté un renforcement de leur motivation relativement à celle éprouvée dans un dispositif d'enseignement classique (Agnès et al., 2023). Au-delà du moteur que peut constituer la motivation, les données comparatives présentées ici démontrent un bénéfice concret du dispositif sur l'engagement de ces étudiants, relativement à la cohorte contrôle. Si leur engagement comportemental et agentique n'est pas modifié, leur engagement émotionnel et cognitif est en revanche significativement accru. De manière frappante, les niveaux d'engagement dans ces deux dimensions atteignent ceux des étudiant-es des cursus sélectifs mesurés en contexte d'enseignement traditionnel. Comment interpréter ce résultat ?

L'engagement des étudiant-es est susceptible d'être modifié par divers facteurs externes (contextuels et institutionnels) et internes (personnels) (Gérard et Rubio, 2020). Étant donné le caractère aléatoire de la répartition des étudiant-es dans les deux cohortes comparées, il est peu probable que des facteurs personnels (motivation intrinsèque, faculté d'adaptation, personnalité) ou certains facteurs contextuels (famille, camarades,

environnement) aient pu influencer les résultats observés. Ces derniers sont donc probablement imputables au dispositif pédagogique lui-même.

Lors du montage du dispositif, une attention particulière a été apportée aux paramètres pédagogiques et didactiques suivants : (i) la posture enseignante (explicitation des règles de fonctionnement de l'UE, disponibilité plus grande des enseignant-es, feedback accru, organisation d'activités interactives), (ii) la quantité, diversité et qualité des ressources et supports mis à disposition, (iii) le renforcement de l'alignement pédagogique en TD, et (iv) une part plus importante d'évaluation formative. Ces caractéristiques sont décrites comme des variables contextuelles agissant comme sources d'influence externes de l'engagement dans un dispositif de classe inversée à l'université (Gérard, 2018 ; Gérard et Rubio, 2020). Divers modèles proposent que le sentiment d'appartenance (au groupe, à l'institution), le sentiment de compétence ou le sentiment d'autonomie sont autant de besoins individuels pouvant être nourris par les paramètres contextuels cités ci-dessus et pouvant ainsi contribuer à la motivation et à l'engagement des étudiant-es (Connell et Wellborn, 1991 ; Deci et Ryan, 2000 ; Fredricks et al., 2004; Viau, 1998). En lien avec ces modèles, nous émettons l'hypothèse que notre dispositif ait pu renforcer le sentiment d'appartenance *via* la dimension interactive du travail collaboratif proposé en séance, accroître le sentiment de compétence par l'hyper-structuration des cours, la progressivité des exercices demandés et l'auto-évaluation formative, et enfin augmenter le sentiment d'autonomie par la liberté relative qu'offre le travail en distanciel asynchrone.

Des bénéfices sur l'engagement différents en situation de cours ou de travaux dirigés

Notre étude montre des bénéfices du dispositif actif et inversé dans toutes les dimensions de l'engagement en situation d'apprentissage des cours. En revanche, les effets observés en situation de TD ne concernent que l'engagement émotionnel. Nous tenterons ci-après d'identifier quelles caractéristiques du dispositif ont pu influencer sur ces dimensions de l'engagement dans les deux situations considérées.

En situation de travaux dirigés

Notre précédente étude a montré que la perception des interactions avec les enseignant-es était plus positive au sein de la cohorte d'intérêt relativement à la cohorte contrôle (Agnès et al., 2023). Ce sentiment trouve probablement sa source dans le changement de posture de l'enseignant-e associé à la pédagogie active : disponibilité accrue en séance, feedbacks plus fréquents, cadre de travail bien explicité (Gérard, 2018). Nous proposons que cela ait pu contribuer à l'accroissement observé de l'engagement émotionnel des étudiant-es en TD, et au plus fort niveau d'accord associé sur les propositions traduisant le bien-être, la confiance et le fait de se sentir encouragé. Les interactions entre étudiant-es lors des phases

de travail collaboratif ont probablement joué un rôle également. En lien avec ces hypothèses, une étude qualitative de Steen-Utheim et Foldnes (2018) met en évidence que la relation à l'enseignant·e et le fait d'apprendre avec ses pairs font partie des thèmes les plus cités par les étudiants ayant éprouvé et apprécié un dispositif de classe inversée utilisant du travail collaboratif en séance.

Plus surprenante est l'absence de différence d'engagement cognitif en TD entre la cohorte contrôle et la cohorte d'intérêt. Les TD sont généralement construits sous forme d'exercices ou de problèmes à résoudre. De ce point de vue, les activités pédagogiques que nous avons conçues n'étaient pas fondamentalement différentes des activités dispensées dans le groupe contrôle. En revanche, le format pédagogique était distinct, proposant du travail de groupe dans une salle organisée en îlots, avec un·e enseignant·e évoluant entre ces derniers plutôt qu'en position frontale. Si cette organisation a reçu une appréciation très positive des étudiant·es (Agnès et al., 2023), elle ne semble pas avoir impacté leurs stratégies cognitives face aux exercices, telles que lire intégralement un énoncé avant de se lancer (proposition n°52), schématiser des résultats pour résoudre un problème (proposition n°53) ou tenter de comprendre ses erreurs à la lumière d'un corrigé (proposition n°57). Parmi les 16 propositions portant sur l'engagement cognitif en situation de TD, seules deux ont montré un score significativement différent entre les deux cohortes : « *Préparer un exercice ne présente pas d'intérêt pour moi puisqu'il sera corrigé en classe* » et « *Quand on me propose un exercice, je le prépare avant la séance concernée* ». Le plus fort degré de désaccord sur la première proposition et d'accord sur la deuxième au sein de la cohorte d'intérêt est très certainement lié au fait que le dispositif testé imposait, contrairement au dispositif traditionnel, de préparer certains exercices avant les TD (une pénalité de -0,5 point était appliquée sur la note de contrôle continu au-delà du deuxième devoir non-rendu). Les étudiant·es font donc probablement référence dans leurs réponses à ces travaux obligatoires. Ces données suggèrent un effet positif du cadre « semi-contrôlant » mis en place sur le fait de pousser les étudiant·es à travailler en amont des TD. Ils traduisent néanmoins un apprentissage encore surfacique en termes de stratégies cognitives ou métacognitives mobilisées en séance.

En situation de cours

Deux situations radicalement différentes de délivrance des connaissances et concepts de base étaient ici comparées : l'exposé magistral en présentiel pour la cohorte contrôle *versus* des supports rédigés et disponibles en ligne pour la cohorte d'intérêt. La modalité pédagogique proposée dans le dispositif inversé semble avoir renforcé l'engagement des étudiant·es face à leur cours dans les quatre dimensions, comportementale, émotionnelle, agentique et cognitive.

La plus grande flexibilité qu'offre le cours asynchrone participe probablement à ce résultat, en permettant aux étudiant-es de choisir le moment et le lieu le plus adéquat pour se mettre au travail dans de bonnes dispositions comportementales (être attentif, se concentrer) comme émotionnelles (se sentir bien). En outre, dans un cours traditionnel en amphithéâtre, l'étudiant-e doit prendre des notes, qu'il synthétisera ou retranscrira ultérieurement pour apprendre son cours. La prise de notes, considérée comme un savoir-faire basique permettant l'encodage des informations transmises, est en réalité, au regard de nombreuses études sur le sujet, une compétence que les étudiant-es de premier cycle universitaire maîtrisent mal (Duguet, 2014 ; Van der Meer, 2012). Les cours en ligne hautement structurés et illustrés que nous avons proposés déjouent cette difficulté. Ils contribuent peut-être en cela à l'accroissement observé de l'engagement comportemental (s'accrocher pour comprendre) et émotionnel (se sentir confiant, ne pas s'ennuyer) en situation d'apprentissage de connaissances.

Une autre difficulté contournée par l'absence de CM et mentionnée précédemment, concerne la prise de parole en public. Dans la cohorte d'intérêt, les étudiant-es étaient incités à envoyer leurs questions par mail à l'enseignant-e ou à les poser ultérieurement dans le cadre plus intime du TD. Cet aspect inhérent au distanciel asynchrone a probablement libéré une part d'agentivité généralement inhibée en CM (poser/relever des questions, solliciter de l'aide) (Steen-Utheim et Foldnes, 2018).

Notre étude montre également un bénéfice sur la dimension cognitive mais suggère cependant qu'il ne porte pas sur les stratégies d'apprentissage du cours, qui restent là encore assez superficielles. Relativement à la cohorte contrôle, les étudiant-es ne cherchent par exemple pas plus à le résumer (proposition n°44), à relier les nouvelles informations à celles déjà acquises (proposition n°45) ou à approfondir leurs connaissances par d'autres sources (proposition n°46). Les deux seules propositions générant une différence significative d'appréciation entre les deux cohortes témoignent plutôt d'une facilité accrue (ou moindre difficulté) au sein de la cohorte d'intérêt à identifier les ressources requises pour l'apprentissage des connaissances : « *Quand j'apprends un cours de cette UE, il m'arrive souvent de ne pas savoir quoi étudier ni par où commencer.* », « *Quand j'apprends les cours de cette UE, j'ai du mal à trouver quoi faire pour tester mes connaissances et ma compréhension du cours.* ». Il est probable que l'extrême structuration de l'environnement numérique de travail mis à leur disposition (cours en ligne et quizz d'auto-évaluation pour chaque séquence d'enseignement) ait favorisé ces aspects.

Enfin, si certaines composantes de l'engagement cognitif spécifiques aux situations de cours ou de TD n'ont pas été considérablement modifiées, le dispositif actif et inversé a dans son ensemble eu un bénéfice notable sur la capacité des étudiant-es à établir leurs

objectifs d'apprentissage, à travailler plus régulièrement et à mieux organiser leur temps de travail.

Points forts et limites de l'étude

Bien que s'appuyant sur des données auto-rapportées, les principales forces de notre étude résident dans la taille importante de nos effectifs étudiant-es, le nombre relativement élevé de répondants au questionnaire (>40%), la présence d'une cohorte contrôle, parfois absente des études examinant les différentes dimensions de l'engagement en situation de classe inversée (par exemple, Jamaludin et Osman, 2014), et le grain plus fin de notre analyse, distinguant les situations de cours ou de TD.

Sa principale limite tient à l'absence de données précises sur les répondants. Il serait pertinent de corrélérer leur niveau d'engagement avec leurs caractéristiques sociodémographiques, leur parcours scolaire avant entrée dans le supérieur, ou leurs résultats en première et deuxième années de licence. Étant donné la diversité des profils de nos apprenant-es, questionner leur engagement en regard de ces hétérogénéités permettrait de déterminer à quelles populations d'étudiant-es bénéficie le plus la pédagogie active que nous avons proposée. À ce titre, il eut été intéressant de déterminer l'impact de notre dispositif sur l'engagement des étudiants des cursus sélectifs.

Notre étude n'adresse pas la relation entre engagement et résultats académiques. Il s'agissait là d'un de nos objectifs initiaux mais il a été mis à mal par le confinement de 2020 et la suppression conséquente des examens terminaux (voir les détails de la façon dont cela a pu affecter la fin de l'expérimentation dans Agnès et al., 2023). Reste également ouverte la question des effets à plus long terme de l'engagement accru des étudiant-es de la cohorte d'intérêt en termes de rétention des acquis théoriques, de développement d'habiletés cognitives de niveau supérieur et de relations à l'apprentissage ou au corps enseignant.

Enfin, précisons que notre questionnaire a été adapté de plusieurs outils de mesure de l'engagement décrits dans la littérature mais n'a pas fait l'objet d'une nouvelle validation formelle selon les standards en vigueur en sciences de l'éducation. Ceci constitue une limite importante de notre étude. En outre, il a été soumis aux étudiant-es alors qu'ils étaient confinés depuis déjà plusieurs semaines. Nous n'excluons donc pas que ce contexte très particulier ait pu biaiser leur perception sur les enseignements et modifier *a posteriori* leur ressenti.

Conclusion

Notre étude fournit une grille de lecture de l'engagement des étudiants en licence de sciences de la vie et révèle des différences notables, en contexte pédagogique traditionnel, entre étudiant-es du cursus général et des cursus sélectifs. Ces derniers se distinguent par un engagement émotionnel, agentique et cognitif plus important. Placés en situation d'apprentissage actif, les étudiant-es du cursus général s'engagent davantage et atteignent des niveaux d'engagement émotionnel et cognitif similaires à ceux de leurs homologues des cursus sélectifs observés en contexte traditionnel. Ceci suggère qu'agir sur nos pratiques pédagogiques permet de réduire certaines disparités. Enfin, nous montrons que les dimensions de l'engagement impactées ne sont pas les mêmes en cours (phase d'acquisition de connaissances) et en TD (phase de mise en pratique de ces dernières). Ces données ouvrent des pistes sur les stratégies pédagogiques à déployer pour engager davantage les étudiant-es en fonction de la situation d'apprentissage considérée.

Remerciements

Nous remercions vivement Isabelle Demachy, Véronique Depoutot et Gilles Ulrich pour leur soutien tout au long du projet. Merci à Éléonore Douarche, qui nous a initiés à l'utilisation de la plateforme eCampus alors que son déploiement sur l'Université n'était qu'embryonnaire. Notre projet a été nourri au fil du temps par les différents acteurs de la chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique de l'Université Paris-Saclay. Un grand merci en particulier à Martin Riopel pour l'aide méthodologique qu'il nous a apportée à des moments clefs du projet, et à Diane Leduc pour son accompagnement, ses conseils et son enthousiasme. Merci également à Jeanne Parmentier pour l'environnement stimulant qu'elle a su mettre en place. Nous remercions chaleureusement toute l'équipe pédagogique de l'UE *Biologie cellulaire et Développement* et en particulier Odile Bronchain, Françoise Jamen, Olivier Delis, Caroline Borday et Patrick Pla qui ont pris part à l'aventure en 2020 et accepté d'enseigner différemment pendant un semestre. Enfin, merci à tous les étudiants qui ont contribué à ce travail en prenant le temps de répondre au questionnaire soumis.

Références bibliographiques

Agnès, F., Leduc, D. et Locker, M. (2023). Peut-on dynamiser le travail des étudiants en Licence ? Déploiement d'un dispositif de pédagogie active en biologie. *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur*, 39(3).

<https://doi.org/10.4000/ripes.5176>

Akçayır, G. et Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334–345.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>

Al-Samarraie, H., Shamsuddin, A. et Alzahrani, A.I. (2020). A flipped classroom model in higher education: a review of the evidence across disciplines. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1017–1051.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11423-019-09718-8>

Alrashidi, O., Phan, H.P. et Ngu, B.H. (2016). Academic Engagement: An Overview of Its Definitions, Dimensions, and Major Conceptualisations. *International Education Studies*, 9(12), 41–52.

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1121524>

Altet, M., Fabre, M. et Rayou, P. (2001). Une fac à construire : sur quelques aspects paradoxaux de l'expérience universitaire. *Revue française de pédagogie*, 136, 107–115.

<https://doi.org/10.3406/rfp.2001.2830>

Annot, E., Bobineau, C., Daverne-Bailly, C., Dubois, E., Piot, T. et Vari, J. (2019). Politiques, pratiques et dispositifs d'aide à la réussite pour les étudiants des premiers cycles à l'université : bilan et perspectives.

[Cnesco. https://hal-normandie-univ.archives-ouvertes.fr/hal-02342790](https://hal-normandie-univ.archives-ouvertes.fr/hal-02342790)

Appleton J.J., Christenson S.L., Kim D. et Reschly A.L. (2006). Measuring cognitive and psychological engagement: Validation of the Student Engagement Instrument. *Journal of school psychology*, 44(5), 427–445.

<https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.04.002>

Ballen, C.J., Wieman, C., Salehi, S., Searle, J.B. et Zamudio, KR. (2017). Enhancing Diversity in Undergraduate Science: Self-Efficacy Drives Performance Gains with Active Learning. *CBE Life Science Education*, 16(4):ar56.

<https://doi.org/10.1187/cbe.16-12-0344>

Baudrit, A. (2007). *L'apprentissage collaboratif: Plus qu'une méthode collective ?* De Boeck Supérieur.

<https://doi.org/10.3917/dbu.baudr.2007.01>

Bergmann, J. et Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.

Bernard, R. M., Abrami, P. C., Borokhovski, E., Wade, C. A., Tamim, R. M., Surkes, M. A. et Bethel, E. C. (2009). A meta-analysis of three types of interaction treatments in distance education. *Review of Educational research*, 79(3), 1243–1289.

<https://doi.org/10.3102/003465430933338>

Blondelle, A. (2016). *Les profils motivationnels des étudiants de première année de licence de l'Université Catholique de Lille : autodétermination envers les études et*

dynamique motivationnelle envers les activités pédagogiques (Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke). Collection Canada.

https://www.collectionscanada.gc.ca/obj/thesescanada/vol2/QSHERU/TC-QSHERU-11143_8864.pdf

Bonwell, C.C. et Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Reports.

Bredow, C. A., Roehling, P. V., Knorp, A. J. et Sweet, A. M. (2021). To Flip or Not to Flip? A Meta-Analysis of the Efficacy of Flipped Learning in Higher Education. *Review of Educational Research*, 91(6), 878–918.

<https://doi.org/10.3102/00346543211019122>

Burrowes, P. (2003). Lord's Constructivist Model Put to a Test. *The American Biology Teacher*, 65(7), 491–502.

<https://doi.org/10.2307/4451548>

Camfield, E.K. et Land, K.M. (2017). The evolution of student engagement: Writing improves teaching in introductory biology courses. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, (43)1, 20–26.

<https://scholarlycommons.pacific.edu/uwp-articles/1>

Cassagnol-Bertrand, F., Paquiot Papet, J., Pourcelot, C. et Crambes, C. (2019). Profils motivationnels à l'entrée en Faculté ou en IUT et réussite académique des étudiants. *L'Orientation scolaire et professionnelle*, 48(1), 3–28.

<https://doi.org/10.4000/osp.10308>

Cattaneo, K.H. (2017). Telling Active Learning Pedagogies Apart: from theory to practice. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(2), 144–152.

<https://doi.org/10.7821/naer.2017.7.237>

Chi, M. T. H. et Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.

<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>

Chin, C. et Osborne, J. (2008). Students' Questions: A Potential Resource for Teaching and Learning Science. *Studies in Science Education*, 44, 1–39.

<https://doi.org/10.1080/03057260701828101>

Connell, J. P. et Wellborn, J. G. (1991). Competence, autonomy, and relatedness: A motivational analysis of self-system processes. Dans M. R. Gunnar et L. A. Sroufe (dir.), *Self processes and development* (p. 43–77). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Crowe, A., Dirks, C. et Wenderoth, M.P. (2008). Biology in bloom: Implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology. *CBE-Life Sciences Education*, 7(4), 368–381.

<https://doi.org/10.1187/cbe.08-05-0024>

- Deci, E. L. et Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Demougeot-Label J. (2014). Enseignants-chercheurs de la génération Y : incidence sur les pratiques pédagogiques ? *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 30 (3).
<https://doi.org/10.4000/ripes.883>
- Duguet, A. (2014). *Les pratiques pédagogiques en première année universitaire : description et analyse de leurs implications sur la scolarité des étudiants* (Thèse de doctorat, Université de Bourgogne). HAL.
<https://shs.hal.science/tel-01096748/document>
- Duguet, A., Le Mener, M. et Morlaix, S. (2016). Les déterminants de la réussite à l'université Quels apports de la recherche en éducation ? Quelles perspectives de recherche ?. *Spirale - Revue de recherches en éducation*, 57, 31–53.
<https://spirale-edu-revue.fr/spip.php?article1268>
- Duguet, A. (2018). Le cours magistral en première année universitaire : des pratiques pédagogiques renouvelées ? *Carrefours de l'éducation*, 45, 93–113.
<https://doi.org/10.3917/cdle.045.0093>
- Elliot, A. J., McGregor, H. A. et Gable, S. (1999). Achievement goals, study strategies, and exam performance: A mediational analysis. *Journal of Educational Psychology*, 91, 549–563.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.3.549>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. et Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
<https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Fredricks, J. A. et McColskey, W. (2012). The measurement of student engagement: A comparative analysis of various methods and student self-report instruments. Dans S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Dir.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 763–782). Springer Science + Business Media.
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H. et Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Galand, B., Bourgeois, E., Frenay, M. et Bentein, K. (2008). Apprentissage par problème et apprentissage coopératif : vers une intégration fructueuse? Dans Y. Rouiller & K. Lehraus (Dir.). *Vers des apprentissages en coopération : rencontres et perspectives* (p. 139-164). Peter Lang.

- Gérard, L. (2018). L'engagement des étudiants dans la pédagogie inversée (rapport synthétique). *IDEA. Université Paris-Est*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20752.87041>
- Gérard L. et Rubio A.A. (2020). Sources d'influence de l'engagement des étudiants dans un dispositif de classe inversée à l'université : le cas de PedagInnov. *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur*, 36(1).
<https://doi.org/10.4000/ripes.2212>
- Graesser, A. C. et Person, N. K. (1994). Question asking during tutoring. *American Educational Research Journal*, 31(1), 104–137.
<https://doi.org/10.2307/1163269>
- Gruslin, E. (2021). *Implantation de la classe inversée en biologie au collégial : de la motivation et de l'engagement étudiant au processus de développement professionnel enseignant* (Thèse de doctorat, Université de Montréal).
<https://doi.org/1866/26992>
- Guilbault, M. et Viau-Guay, A. (2017). La classe inversée comme approche pédagogique en enseignement supérieur : état des connaissances scientifiques et recommandations. *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur*, 33(1).
<https://doi.org/10.4000/ripes.1193>
- Guillemette, F. (2020). Passer du modèle transmissif à un modèle de l'apprentissage guidé. *Enjeux et société*, 7(2), 42–73.
<https://doi.org/10.7202/1073360ar>
- Haak, D.C., HilleRisLambers, J., Pitre, E. et Freeman, S. (2011). Increased structure and active learning reduce the achievement gap in introductory biology. *Science*, 332(6034), 1213– 6.
<https://doi.org/10.1126/science.1204820>
- Hymers, D. et Newton, G. (2019). Investigating Student Engagement in First-Year Biology Education: A Comparison of Major and Non-Major Perception of Engagement Across Different Active Learning Activities. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(1).
<https://doi.org/10.5206/cjsotl-rcacea.2019.1.7993>
- Jamaludin, R. et Osman, S.Z. (2014). The Use of a Flipped Classroom to Enhance Engagement and Promote Active Learning. *Journal of Education and Practice*, 5, 124-131.
<https://iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/10648>
- Jang, H., Kim, E.-J. et Reeve, J. (2016). Why students become more engaged or more disengaged during the semester: A self-determination theory dual-process model. *Learning and Instruction*, 43, 27-38.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.002>

- Kahu, E. (2013) Framing Student Engagement in Higher Education. *Studies in Higher Education*, 38, 758-773.
<https://doi.org/10.1080/03075079.2011.598505>
- Kitchen, E., Bell, J.D., Reeve, S., Sudweeks, R.R. et Bradshaw, W.S. (2003). Teaching cell biology in the large-enrollment classroom: methods to promote analytical thinking and assessment of their effectiveness. *Cell Biology Education*, 2(3), 180–94.
<https://doi.org/10.1187/cbe.02-11-0055>
- Knight, J.K. et Wood, W.B. (2005). Teaching More by Lecturing Less. *Cell Biology Education*, 4(4), 298–310.
<https://doi.org/10.1187/05-06-0082>
- Krathwohl, D.R. (2002). A Revision of Bloom’s Taxonomy, An Overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–218.
https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Li, R., Lund, A. et Nordsteien, A. (2023). The link between flipped and active learning: a scoping review. *Teaching in Higher Education*, 28(8), 1993–2027.
<https://doi.org/10.1080/13562517.2021.1943655>
- McCroskey, J. C. (2009). Communication apprehension: What have we learned in the last four decades. *Human Communication*, 12(2), 179-187.
- Miller, R.B., Greene, B.A., Montalvo, G.P., Ravindran, B. et Nichols J.D. (1996). Engagement in academic work: The role of learning goals, future consequences, pleasing others, and perceived ability. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 388–422.
<https://doi.org/10.1006/ceps.1996.0028>
- Momsen, J.L., Long, T.M., Wyse, S.A. et Ebert-May, D. (2010). Just the facts? introductory undergraduate biology courses focus on low-level cognitive skills. *CBE-Life Sciences Education*, 9(4), 435–440.
<https://doi.org/10.1187/cbe.10-01-0001>
- Moyon, M., Parmentier, J., Nabec, L. et Riopel, M. (2022, Janvier). Accompagner l’innovation pédagogique via la création d’une Chaire de recherche-action dédiée. *Colloque QPES 2021, La Rochelle, France*.
<https://qpes2021.sciencesconf.org/359018/document>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory*. McGraw-Hill Book Company, 86–113.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *The Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.
<https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Ramdani, D., Susilo, H., Suhadi et Sueb. (2022). The effectiveness of collaborative learning on critical thinking, creative thinking, and metacognitive skill ability: Meta-analysis on biological learning. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1607–1628.

<https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1607>

Reeve, J. (2012). A self-determination theory perspective on student engagement. Dans S. L. Christenson, A. L. Reschly et C. Wylie (dir.), *Handbook of research on student engagement* (p. 149–172). Springer.

https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/978-1-4614-2018-7_7

Reeve, J. (2013). How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 579–595.

<https://doi.org/10.1037/a0032690>

Riedl, A., Yeung, F. et Burke, T. (2021). Implementation of a Flipped Active-Learning Approach in a Community College General Biology Course Improves Student Performance in Subsequent Biology Courses and Increases Graduation Rate. *CBE-Life Sciences Education*, 20(2):ar30.

<https://doi.org/10.1187/cbe.20-07-0156>

Scager, K., Boonstra, J., Peeters, T., Vulperhorst, J. et Wiegant, F. (2016). Collaborative Learning in Higher Education: Evoking Positive Interdependence. *CBE-Life Sciences Education*, 15(4):ar69.

<https://doi.org/10.1187/cbe.16-07-0219>

Senko, C. et Miles, K. M. (2008). Pursuing their own learning agenda: How mastery-oriented students jeopardize their class performance. *Contemporary Educational Psychology*, 33, 561–583.

<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2007.12.001>

Skinner, E. A., Kindermann, T. A. et Furrer, C. J. (2009). A Motivational Perspective on Engagement and Disaffection: Conceptualization and Assessment of Children's Behavioral and Emotional Participation in Academic Activities in the Classroom. *Educational and Psychological Measurement*, 69(3), 493–525.

<https://doi.org/10.1177/0013164408323233>

Southard, K., Wince, T., Meddleton, S. et Bolger, M.S. (2016). Features of knowledge building in biology: Understanding undergraduate students' ideas about molecular mechanisms. *CBE-Life Sciences Education*, 15(1), 1–16.

<https://doi.org/10.1187/cbe.15-05-0114>

Steen-Utheim, A. T. et Foldnes, N. (2018). A qualitative investigation of student engagement in a flipped classroom. *Teaching in Higher Education*, 23(3), 307–324.

<https://doi.org/10.1080/13562517.2017.1379481>

Stone, B. B. (2012). Flip Your Classroom to Increase Active Learning and Student Engagement. *Proceedings from 28th Annual Conference on Distance Teaching & Learning*. Madison, Wisconsin, USA.

- Strelan, P., Osborn, A. et Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30(100314).
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314>
- Trigwell, K., Prosser, M. et Waterhouse, F. (1999). Relations between teachers' approaches to teaching and students' approaches to learning. *Higher education*, 37(1), 57–70.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1003548313194>
- Van der Meer, J. (2012). Students' Note-Taking Challenges in the Twenty-First Century: Considerations for Teachers and Academic Staff Developers. *Teaching in Higher Education*, 17, 13–23.
<http://dx.doi.org/10.1080/13562517.2011.590974>
- Vanpee, D., Godin, V. et Lebrun, M. (2008). Améliorer l'enseignement en grands groupes à la lumière de quelques principes de pédagogie active. *Pédagogie Médicale*, 9, 32–41
- Viau, R. (1998). *La motivation en contexte scolaire* (2e éd.). De Boeck.
- Wood, W.B. (2009). Revising the AP biology curriculum. *Science. Science education*, 325(5948), 1627–8.
<https://doi.org/10.1126/science.1180821>.
- Zainuddin, Z. et Halili, S.H. (2016). Flipped Classroom Research and Trends from Different Fields of Study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17.
<https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i3.2274>

ANNEXE 1. Objectifs d'apprentissage visés (OAV) de l'UE *Biologie Cellulaire et Développement* (2ème année de licence en sciences de la vie)

NB : Ces OAV sont indiqués dans le syllabus de l'UE, fourni aux étudiants des cohortes contrôle et d'intérêt sur la plateforme Moodle.

Thème 1 : Bases de biologie cellulaire

OAV1 : Décrire la structure des cellules eucaryotes (organites, cytosquelette, matrice/paroi) en soulignant les différences animal/végétal.

On vise ici que l'étudiant soit capable de comparer l'organisation des cellules animales et végétales et qu'il retienne au niveau moléculaire la structure des filaments cytosquelettiques (il n'est pas demandé de retenir les noms des protéines associées au cytosquelette), la façon dont l'ATP ou le GTP régule leur dynamique, et les principaux composants de la matrice animale et de la paroi végétale. **Pré-requis** : Compartimentation de la cellule eucaryote ; Les grands types de filaments cytosquelettiques et leur composition.

Thème 2 : Bases de la communication cellulaire

OAV2 : Schématiser les différents modes de communication intercellulaire et leur impact sur l'activité biochimique ou l'expression génique de la cellule cible.

Il s'agit ici que l'étudiant soit capable de représenter les acteurs et étapes de la communication cellulaire (signal, récepteur membranaire, cascade intracellulaire, réponse biochimiques ou modification d'une combinatoire de facteurs de transcription spécifiques). Ces bases sont préalables à l'étude des comportements cellulaires *in vivo* (OAV6). Il n'est pas demandé de retenir la structure de voies de signalisation classiques ni de connaître les grandes familles de facteurs de transcription spécifiques. **Pré-requis** : Bases moléculaires de l'expression génique ; Notion de facteur de transcription général.

Thème 3 : Bases du développement animal et végétal

OAV3 : Décrire la formation/organisation et le devenir d'un nombre limité de structures embryonnaires ou post-embryonnaires

On souhaite ici que l'étudiant acquiert le vocabulaire de base préalable à la description de phénotypes *in vivo* et qu'il se familiarise avec les systèmes développementaux dans lesquels les processus cellulaires du développement seront étudiés. Il s'agit d'être capable de décrire un nombre limité de structures embryonnaires/post-embryonnaires (l'embryon d'angiosperme et le fonctionnement des méristèmes apicaux pour le développement végétal ; le développement précoce, les crêtes neurales et les somites pour le développement animal qui sera limité à des modèles vertébrés). L'étudiant doit aussi être capable de situer ces structures dans l'espace et le temps et de citer leur devenir. **Pré-requis** : Grandes étapes du développement animal et végétal étudiées macroscopiquement ; Organisation générale d'une angiosperme ; Développement post-embryonnaire continu des plantes.

Thème 4 : Comportements cellulaires

OAV4 : Décrire et schématiser les comportements cellulaires fondamentaux

Il s'agit ici que l'étudiant soit capable de décrire les comportements cellulaires universels qui sous-tendent le développement des organismes pluricellulaires : la division cellulaire (et l'influence de ses modalités sur le devenir des cellules), les étapes d'une voie de différenciation (limité à l'exemple de la différenciation musculaire), l'expansion d'une cellule végétale, la transition épithélio-mésenchymateuse et la migration d'une cellule animale (limité à l'exemple des cellules des crêtes neurales). D'un point de vue mécanistique, un focus est fait sur le rôle du cytosquelette au cours de la mitose animale et végétale et sur la régulation du cycle cellulaire. On introduit aussi la notion de programme génétique de différenciation. Prérequis : Les étapes de la mitose ; La structure d'un épithélium.

Thème 5 : Techniques d'analyse en Biologie cellulaire et développement

OAV5 (transversal) : Décrire les techniques d'analyse couramment utilisées en Biologie cellulaire et Développement et savoir interpréter des expériences qui les mettent en œuvre

L'enjeu ici est que l'étudiant soit capable de décrire, sans rentrer dans les détails moléculaires, le principe des techniques/outils d'analyse couramment utilisés en Biologie cellulaire et Développement, qu'il puisse formuler les questions biologiques associées et qu'il maîtrise les bases de la démarche scientifique qu'il devra mettre en œuvre pour analyser des résultats d'expériences (voir OAV6). L'étudiant doit aussi pouvoir manipuler les fonctions de base d'un logiciel de traitement d'image (IMAGEJ) et réaliser un montage. Prérequis : PCR ; mutants et mutagenèse.

OAV6 (transversal) : Analyser des expériences *in vitro* ou *in vivo* et modéliser une procédure ou un résultat

Le but ici est que l'étudiant soit capable, sur la base des connaissances théoriques et techniques acquises (OAV1 à 5), d'interpréter un panel d'expériences (au niveau cellulaire ou au niveau de l'organisme) ayant trait à un nombre limité de systèmes développementaux. Il lui est demandé de savoir décrire un phénotype, comparer contrôle et situation expérimentale et conclure sur la question biologique traitée. Si une modélisation du résultat est demandée, l'étudiant sera guidé pas à pas dans sa réalisation (par exemple *via* des schémas à compléter). Prérequis : Aucun.

ANNEXE 2 : Questionnaire anonyme soumis aux étudiants des cohortes contrôle et d'intérêt en fin de semestre *via* la plateforme Moodle⁴

INTRODUCTION AU QUESTIONNAIRE

Nous avons cette année souhaité tester les bénéfices de la pédagogie active/inversée en licence, dans le cadre de l'UE *Biologie cellulaire et Développement* (BCD). La section A (cohorte d'intérêt) a fonctionné en mode inversé (cours en ligne et activités à réaliser en autonomie suivis de séances présentiels type TD) et la section B (cohorte contrôle) a fonctionné en mode classique (cours magistraux, TD, TP). Les objectifs d'apprentissage et le programme étaient évidemment les mêmes dans les 2 sections, seules variaient les modalités d'apprentissage. L'enjeu est de comparer les deux modalités pédagogiques (i) sur l'engagement des étudiants dans le travail (ii) sur la réussite à l'examen final. Étant donné que l'examen final (qui était censé être commun) n'a pas eu lieu en raison du contexte Covid-19, nous n'évaluerons cette année que l'engagement dans le travail. Pour ce faire, nous avons conçu le questionnaire ci-dessous.

Pour pouvoir tirer des conclusions de cette expérience, il est indispensable qu'un maximum d'entre vous réponde à ce questionnaire en section A comme en section B. Cela devrait vous prendre environ 10-15 minutes. Les questions pourront vous paraître très générales, parfois redondantes. C'est volontaire, elles ont été adaptées de questionnaires validés dans le domaine des Sciences de l'Éducation. Attention, vous devez y répondre sur la base de votre ressenti dans l'UE BCD uniquement.

Merci par avance pour votre collaboration ! Elle est essentielle pour nous permettre de poursuivre notre réflexion autour des pratiques pédagogiques universitaires en licence, pouvoir les adapter au mieux aux besoins des étudiants et communiquer de façon pertinente auprès des équipes enseignantes de la mention.

⁴ Les propositions des sections 1 et 2 (engagement/désengagement comportemental et émotionnel) sont tirées de Skinner et al. (2009). Les propositions de la section 3 (engagement/désengagement agentique) sont tirées de Reeve (2013) et Jang et al. (2016). Celles de la section 4.1 (engagement/désengagement cognitif en situation de cours) ont été adaptées de Senko et Miles (2008) et Elliot et al. (1999). Les propositions créées *de novo* sont marquées d'une étoile (*) dans le questionnaire. Plusieurs ont été librement adaptées de l'échelle d'engagement cognitif proposée par Miller et al. (1996).

| |
|------------------------------|
| Groupe d'appartenance |
|------------------------------|

Q1. Indiquez pour cette année 2019-2020, votre section d'appartenance et la modalité pédagogique associée :

Section A (BCD inversé) - Section B (BCD classique)

Q2. Faites-vous partie d'un cursus sélectif (Bio-Concours, BioPlus ou Double licence Math-Bio) ?

OUI - NON

Q3. Préciser votre groupe de TD au semestre 4 :

A1 - A2 - A3 - A4 - A11 - ADL - B6 - B7 - B8 - B9 - B10 - BC1 - BC2

| |
|--|
| SECTION 1 : Engagement/désengagement comportemental |
|--|

Les propositions qui suivent visent à mesurer votre participation et votre investissement dans les différentes activités proposées (engagement dit « comportemental »). Pour chacune d'entre-elles, indiquez sur une échelle de 1 à 5 si vous êtes « pas du tout d'accord » (1) ou « tout à fait d'accord » (5).

1.1 Engagement/désengagement comportemental en cours magistral (section B) /ou/ durant l'apprentissage d'un cours en autonomie (section A) de l'UE BCD.

P1. Quand je suis en cours magistral, j'écoute très attentivement le cours /ou/ Quand je travaille un cours en autonomie, je le lis très attentivement.

P2. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie une leçon en autonomie, je suis totalement concentré(e).

P3. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie une leçon en autonomie, j'essaye ardemment de le comprendre.

P4. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je pense à autre chose.

P5. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je suis facilement distrait(e).

P6. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je ne m'accroche pas pour le comprendre.

1.2 Engagement/désengagement comportemental en TD de l'UE BCD.

P7*. Quand je suis en TD, j'applique consciencieusement les consignes.

P8. Quand je suis en TD, j'écoute très attentivement.

P9. Quand je suis en TD, je suis totalement concentré(e).

P10. Quand je suis en TD, je travaille aussi dur que possible.

P11. Quand je suis en TD, j'essaie d'accomplir aussi bien que possible tout ce qu'on me propose de faire.

P12. Quand je suis en TD, je suis facilement distrait(e).

P13. Quand je suis en TD, je ne m'accroche pas.

P14. Quand je suis en TD, j'en fais juste assez pour m'en sortir.

SECTION 2 : Engagement/désengagement émotionnel

Les propositions qui suivent visent à mesurer l'ampleur de vos réactions positives ou négatives envers vos enseignants ou vos pairs (les autres étudiants), c'est-à-dire votre engagement « émotionnel ». Pour chacune d'entre-elles, indiquez sur une échelle de 1 à 5 si vous êtes « pas du tout d'accord » (1) ou « tout à fait d'accord » (5).

2.1 Engagement/désengagement émotionnel en cours magistral (section B) /ou/ durant l'apprentissage d'un cours en autonomie (section A) de l'UE BCD.

P15. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je me sens intéressé(e).

P16. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je me sens bien.

P17*. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je me sens en confiance.

P18. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je m'ennuie.

P19. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je me sens mal.

P20. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je me sens inquiet(e).

2.2 Engagement/désengagement émotionnel en TD de l'UE BCD.

P21. Quand je suis en TD, je me sens intéressé(e).

P22. Quand je suis en TD, je me sens bien.

P23*. Quand je suis en TD, je me sens en confiance.

P24*. Lorsque nous travaillons sur quelque chose en TD, je me sens assez encouragé(e) pour m'impliquer.

P25. Quand je suis en TD, je m'ennuie.

P26. Quand je suis en TD, je me sens mal.

P27. Quand je suis en TD, je me sens inquiet(e).

P28. Lorsque nous travaillons sur quelque chose en TD, je me sens trop découragé(e) pour m'impliquer.

SECTION 3 : Engagement/désengagement agentique

Les propositions qui suivent visent à mesurer la façon dont vous apportez votre contribution constructive aux activités proposées (engagement dit « agentique »). Pour chacune d'entre-elles, indiquez sur une échelle de 1 à 5 si vous êtes « pas du tout d'accord » (1) ou « tout à fait d'accord » (5).

3.1 Engagement/désengagement agentique en cours magistral (section B) /ou/ durant l'apprentissage d'un cours en autonomie (section A) de l'UE BCD.

P29. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je n'hésite pas à poser/relever des questions (pour les poser plus tard) dès que je ne comprends pas quelque chose.

P30. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je me sens libre de poser/relever des questions (pour les poser plus tard) sur ce qui m'intéresse ou m'intrigue.

P31. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je n'ose pas prendre la parole ou solliciter l'aide de mon enseignant.

P32*. Quand je suis en cours magistral /ou/ quand j'étudie un cours en autonomie, je ne cherche pas d'interaction avec mon enseignant.

3.2 Engagement/désengagement agentique en TD de l'UE BCD.

P33*. Quand je suis en TD, j'essaye de répondre oralement aux questions posées par mon enseignant.

P34. Quand je suis en TD, je pose des questions à l'enseignant dès-que je ne comprends pas quelque chose.

P35*. Quand je suis en TD, je participe volontiers lorsqu'un débat ou une discussion s'engage.

P36. Quand je suis en TD, je me sens libre de poser des questions sur ce qui m'intéresse ou m'intrigue.

P37. Lorsque j'ai besoin de quelque chose (revenir sur un point incompris, passer plus ou moins de temps sur un exercice, régler un problème d'organisation...) je n'hésite pas à demander à l'enseignant.

P38. Quand je suis en TD, je suis la plupart du temps silencieux et ne réponds pas aux questions de l'enseignant.

P39*. Quand je suis en TD, je n'ose pas prendre la parole si des discussions s'engagent.

P40. La plupart du temps je suis passif en TD.

P41. Dans cette UE, je ne fais que ce qu'on me dit de faire, rien de plus.

SECTION 4 : Engagement/désengagement cognitif

Les propositions qui suivent visent à mesurer la façon dont vous vous investissez dans vos apprentissages, la manière dont vous abordez le travail demandé, les efforts que vous déployez pour comprendre des idées complexes ou pour maîtriser des savoir-faire difficiles (engagement dit « cognitif »). Pour chacune d'entre-elles, indiquez sur une échelle de 1 à 5 si vous êtes « pas du tout d'accord » (1) ou « tout à fait d'accord » (5).

4.1 Engagement/désengagement cognitif dans l'UE BCD lors de l'apprentissage du contenu d'un cours (acquisition de connaissances en cours magistral ou en autonomie)

- P42.** Quand j'apprends les cours de cette UE, j'essaie d'expliquer les concepts clés avec mes propres mots.
- P43.** Quand j'apprends de nouveaux concepts dans cette UE, j'essaie de générer des exemples pour m'aider à mieux les comprendre.
- P44.** Lorsque j'apprends un nouveau sujet dans cette UE, j'essaie généralement de le résumer avec mes propres mots.
- P45.** Quand j'apprends les cours de cette UE, j'essaie de relier les idées que je lis à ce que je sais déjà.
- P46*.** Dans cette UE, j'approfondis mes connaissances avec d'autres sources que je choisis.
- P47.** Quand j'apprends un cours de cette UE, il m'arrive souvent de ne pas savoir quoi étudier ni par où commencer.
- P48.** Quand j'apprends les cours de cette UE, j'ai du mal à trouver quoi faire pour tester mes connaissances et ma compréhension du cours.
- P49*.** Quand j'apprends les cours de cette UE, je ne me pose pas la question de leurs liens éventuels avec des connaissances acquises ailleurs.
- P50*.** Quand j'étudie, je me contente de (re)lire le cours.

4.2 Engagement/désengagement cognitif dans l'UE BCD lors du travail sur les savoir-faire de l'UE en TD

- P51*.** Quand on me propose un exercice, je le prépare à l'avance, avant la séance concernée.
- P52*.** Lorsque je réalise un exercice/une analyse de documents, je lis l'intégralité de l'énoncé avant de commencer pour comprendre ses objectifs.
- P53*.** Je schématise des images ou des résultats pour m'aider à résoudre certains problèmes.
- P54*.** Je synthétise les informations du problème au fur et à mesure pour pouvoir avancer dans l'exercice en tenant compte des informations précédemment obtenues.
- P55*.** Lorsque je fais une analyse de documents, j'applique les méthodes qui m'ont été enseignées.
- P56*.** Lorsque j'ai fini de résoudre un problème, je vérifie ma réponse pour voir si elle est raisonnable.
- P57*.** À l'issue d'un TD, je reviens sur les exercices faits à la lumière du corrigé et essaye de comprendre mes erreurs.
- P58*.** Pour m'autoévaluer, je réalise les travaux d'entraînement facultatifs qui me sont proposés.
- P59*.** Préparer un exercice ne présente pas d'intérêt pour moi puisqu'il sera corrigé en classe.
- P60*.** Lorsque je fais un exercice, je réponds aux questions les unes à la suite des autres sans me préoccuper de l'ensemble.
- P61*.** Si j'ai du mal à résoudre un exercice, j'abandonne facilement.
- P62*.** Lorsque je fais une analyse de documents, j'ai tendance à oublier d'appliquer les méthodologies enseignées.

P63*. Lorsque j'ai fini de répondre à un ensemble de questions, je ne me relis pas.

P64*. Lorsque je fais un exercice, connaître la solution m'importe plus que comprendre la manière d'y arriver et analyser mes erreurs.

P65*. Dans cette UE, je ne refais jamais les exercices chez moi.

P66*. Je ne m'autoévalue pas.

4.3 Engagement/désengagement cognitif dans l'UE BCD en général

P67*. Il m'est facile d'établir des objectifs d'apprentissage dans cette UE.

P68*. J'organise bien mon temps de travail dans cette UE.

P69*. Dans cette UE, je travaille régulièrement.

P70*. Lorsque j'étudie, j'identifie les points qui me posent problème et j'essaye ensuite de les résoudre (en demandant à mon enseignant, à des camarades, en me plongeant dans des livres...).

P71*. Avant un quiz ou un examen, j'organise un plan de révisions à l'avance.

P72*. Je ne discerne pas les objectifs d'apprentissage de cette UE.

P73*. Je n'organise pas bien mon temps de travail dans cette UE.

P74*. Dans cette UE, mes efforts se concentrent essentiellement à l'approche des examens.

P75*. Lorsque j'étudie et qu'un point me pose problème, je le laisse définitivement de côté.

P76*. Avant un quiz ou un examen, je ne sais pas par quel bout commencer mes révisions.

P77*. Lorsque j'étudie pour un quiz ou un examen, je me contente de relire mes notes de cours.

Processus cognitifs d'ordre supérieur mobilisés lors de la résolution de problèmes complexes de conception en génie par les personnes étudiantes de premier cycle

Anastassis Kozanitis
Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec

Pour citer cet article :

Kozanitis, A. (2024). Processus cognitifs d'ordre supérieur mobilisés lors de la résolution de problèmes complexes de conception en génie par les personnes étudiantes de premier cycle. *Didactique*, 5(2), 98-123. <https://doi.org/10.37571/2024.0204>.

Résumé : Les défis associés au monde de l'ingénierie sont complexes et en évolution rapide. Ils nécessitent la capacité de mobilisation de processus cognitifs d'ordre supérieur, comme la pensée analytique, la créativité et l'évaluation critique. C'est pourquoi la résolution de problèmes complexes de conception constitue le cœur de la formation initiale des ingénieurs au Canada. Dans ce contexte, les personnes étudiantes en génie sont confrontées à des problèmes qui exigent bien plus que la simple application de formules préétablies. Pour ce, elles sont encouragées à faire usage de processus cognitifs d'ordre supérieur, grâce notamment à une implication active lors de l'apprentissage par projet, une méthode d'enseignement privilégiée en génie. L'objectif de cet article est d'analyser les processus cognitifs mis en œuvre par les personnes étudiantes lorsqu'elles se trouvent en situation de résolution de problèmes complexes. Pour y parvenir, des entretiens d'explicitation ont été menés auprès de dix participants. Les résultats montrent que plusieurs aspects semblent être communs à l'ensemble des répondants en ce qui a trait aux opérations mentales mobilisées en début de processus de conception. Il s'agit de la considération de l'objectif et du but du projet, de la considération des connaissances préalables ou des données connues, ainsi que le repérage de solutions existantes en lien avec le projet de conception. D'autres processus

cognitifs partagés par l'ensemble des répondants peuvent survenir à d'autres moments, c'est le cas pour la visualisation mentale et la capacité de se poser des questions. Certains aspects différencient les répondants, notamment la stratégie de l'essai et erreur ainsi que l'anticipation des problèmes et la prévision des conséquences des choix.

Mots-clés : processus cognitifs, conception ingénierie, formation des étudiants, problème complexe.

Introduction et contexte

Tous les programmes de formation en génie au Canada reçoivent leur agrémentation par le Bureau canadien d'agrément des programmes de génie (BCAPG). Cet organisme exige depuis une quinzaine d'années que les programmes fassent la démonstration que leurs finissants possèdent douze compétences liées au domaine du génie. Parmi ces compétences se trouve celle de conception, c'est-à-dire «la capacité de concevoir des solutions à des problèmes d'ingénierie complexes et évolutifs et de concevoir des systèmes, des composantes, ou des processus qui répondent aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publique, des aspects législatifs et réglementaires, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales». Autour de cette compétence centrale pour un ingénieur gravitent d'autres compétences commensurables comme l'analyse de problème, l'investigation, l'utilisation d'outils d'ingénierie. Des compétences dites transversales complètent le profil de finissant, c'est le cas du travail en équipe, de la communication écrite et orale, du professionnalisme, de la gestion de projet, de la déontologie et l'équité, et de l'apprentissage continue. Les programmes ont donc entrepris des réformes curriculaires et didactiques afin que les finissants acquièrent ces compétences techniques et professionnelles. Pour ce, plusieurs de ces programmes ont introduit des cours projet-intégrateur qui font vivre tout au long de la formation une véritable expérience de conception en génie. Les étudiants ont ainsi diverses opportunités d'y intégrer leurs connaissances et de développer progressivement la compétence de conception. Le véritable enjeu réside dans le développement des processus cognitifs d'ordre supérieur qui permettent aux apprenants de résoudre des problèmes complexes, d'innover et de s'adapter à un environnement professionnel en constante évolution (Paul, Niewoehner et Elder, 2006). La nature précise de ces processus et la manière dont ils sont développés suscitent encore de nombreuses questions au sein de la communauté scientifique (Soo Eun et Lee, 2019). Cette recherche vise à contribuer au développement de connaissances signifiantes sur les processus cognitifs d'ordre supérieur en contexte universitaire, notamment ceux qui s'avèrent congruents à la réalisation de tâches complexes en génie. Ainsi, notre problématique s'articule autour des questions suivantes : les situations d'apprentissage proposées dans le cadre de cours projet-intégrateur en génie qui exploitent la méthode de l'apprentissage par projet suscitent-elles la mobilisation de processus cognitifs d'ordre supérieur? Quels sont les processus cognitifs d'ordre supérieur qui entrent en jeu lors de ces situations particulièrement exigeantes? Comment évoluent les processus cognitifs d'ordre supérieur chez les apprenants en génie tout au long de leur formation académique? L'analyse de ces questions est basée sur des entretiens d'explicitation auprès d'apprenants en génie.

Problématique

Le domaine de l'ingénierie connaît des transformations technologiques perpétuelles qui façonnent les conditions d'insertion sur le marché du travail, particulièrement la récente révolution de l'industrie 4.0, qui exige une intégration multidimensionnelle d'aspects sociaux et technologiques (Venkatraman et al., 2022). De la sorte, la prolifération des connaissances, couplée à la complexité croissante des situations, font qu'il est impossible pour une personne de tout connaître et rendent l'agir professionnel exigeant (Karimi et Pina, 2021). D'aucuns estiment que la réussite dans une société en constant changement requiert le développement et la mobilisation de processus cognitifs d'ordre supérieur, et qu'elle ne peut plus tenir qu'à l'accumulation structurée de connaissances et à la compréhension d'un domaine d'études (Kyndt, et coll., 2011; Pinho-Lopez et Macedo, 2014). Or, on reproche aux universités de ne pas suffisamment développer ces processus cognitifs qui sous-tendent l'expertise professionnelle dans nos sociétés (Al-Maskari, et al., 2022; Arum et Roksa, 2014).

Les problèmes complexes requièrent souvent des solutions complexes, obtenues au moyen de processus cognitifs supérieurs tels que la capacité d'évaluer, d'analyser, d'interpréter, de faire preuve d'une pensée critique, logique, réflexive, métacognitive et créative (Zimmerman, 2013). Ces processus cognitifs sont activés lorsqu'un apprenant est confronté à une tâche complexe, c'est-à-dire avec laquelle il est peu familier, qui comporte un haut degré d'incertitude, des questions sans réponses ou bien qui peut être réalisée de différentes manières et avoir différentes solutions.

Plusieurs travaux se sont intéressés aux processus cognitifs d'ordre supérieur en contexte de formation universitaire. Il s'agit de processus génériques qui sous-tendent la pensée critique et créative. Ils requièrent la manipulation d'informations nouvelles ou de connaissances antérieures en vue de résoudre une situation nouvelle qui ne peut être résolue par l'application routinière de ces connaissances (Jerome et al., 2019; Resnick, 1987). Leur mobilisation a été étudiée auprès de personnes étudiantes provenant d'une variété de disciplines, que ce soit en sciences sociales et humaines, en sciences et technologie, ou en sciences de l'administration (Letchumanan et al., 2020). Les travaux de Marzano (2001) ont permis d'établir que les processus cognitifs d'ordre supérieur sont consubstantiellement liés au processus d'apprentissage, et qu'ils permettent à l'apprenant d'améliorer ses performances scolaires et de réduire ses lacunes. De plus, les personnes étudiantes qui démontrent un développement adéquat de ces processus sont généralement mieux outillées pour résoudre des problèmes complexes (Chinedu, Kamin et Olabiyi, 2015). Par contre, la majorité des études a porté sur les processus cognitifs mobilisés lors de la réalisation de tâches d'application de connaissances en situation d'évaluation. La plupart de ces

situations ne concernent pas la résolution de problèmes complexes ou de problèmes ouverts (Green, 2014). Il s'agit là d'un écueil qui limite la généralisation des résultats empiriques, puisqu'il est difficile de discerner parmi la pluralité des contextes et la diversité des méthodes et stratégies d'enseignement considérées par les chercheurs lorsqu'ils étudient ces processus en contexte scolaire (Trigwell et Prosser, 2020; Thomas, Munawar et Komaro, 2018).

Cela dit, un certain consensus semble émerger dans la littérature quant au rôle que peuvent avoir l'environnement didactique et les approches pédagogiques innovantes sur la formation des personnes étudiantes (Bégin-Caouette et al., 2021). En effet, plusieurs études montrent qu'une approche didactique mixte, qui combine l'enseignement explicite de contenu disciplinaire, en ayant recours à l'exposé magistral par exemple, et des méthodes d'enseignement dit d'apprentissage actif qui incitent à utiliser des processus cognitifs d'ordre supérieur, obtient des effets de grandeur supérieurs aux approches purement traditionnelles (Abrami et al., 2008; Luesia et al., 2023). De plus, la recherche montre que les activités d'apprentissage actif, comme les discussions, le travail collaboratif ou l'apprentissage par projet, contribuent au développement des processus cognitifs d'ordre supérieur (Baum, 2013; Collin et al., 2019). Ces nouveaux contextes de formation ont introduit des méthodes d'enseignement centrées sur l'apprenant, c'est-à-dire basées sur l'apprentissage actif. Un tel environnement didactique tendrait à susciter un engagement cognitif élevé de l'étudiant qui, en retour, favorise la mobilisation ou le développement de processus cognitifs d'ordre supérieur (Stolk et Harari, 2014).

À ce sujet, Behar-Horenstein et Niu (2011) indiquent que les personnes enseignantes doivent avoir une bonne compréhension des processus cognitifs d'ordre supérieur propices à leur discipline et proposer des activités d'apprentissage susceptibles de les développer. Bien que la méthode de l'apprentissage par projet soit couramment employée en génie (De los Rios et al., 2010), entre autres pour contribuer au développement de compétences disciplinaires et transversales, peu d'études se sont penchées sur la nature des processus cognitifs mobilisée par les personnes étudiantes en de telles circonstances (McCormick et al., 2015).

De la sorte, l'objectif de cette recherche est d'identifier les processus cognitifs mobilisés par les personnes étudiantes en situation de réalisation de tâches complexes. Les tâches complexes qui nous occupent particulièrement renvoient à la conception en génie. Les résultats de cette recherche pourraient informer la mise en œuvre de programmes de formation plus efficaces, l'adaptation des méthodes d'enseignement et la mise en place de pratiques pédagogiques visant à maximiser le potentiel des futures générations

d'ingénieurs capables de relever les défis complexes de notre société en constante évolution.

Cadre théorique

Taxonomies des processus cognitifs

La taxonomie des processus cognitifs développée par Benjamin Bloom et ses collègues dans les années 1956 est sans doute la plus répandue, et leur contribution a été considérable dans le monde de l'éducation. Elle organise les processus cognitifs à l'intérieur d'une hiérarchie à six échelons, dont les trois premiers représentent des activités cognitives d'ordre inférieur, soit la mémorisation, la compréhension et l'application. Les trois échelons les plus élevés représentent des activités cognitives d'ordre supérieur, soit l'analyse, la synthèse et l'évaluation. Plus récemment, la contribution de Krathwohl (2002) a été de modifier la terminologie de cette taxonomie en utilisant des verbes plutôt que des noms communs pour identifier les échelons, ainsi que d'inverser l'ordre des deux échelons supérieurs. La taxonomie révisée se lit comme suit : 1) mémoriser, 2) comprendre, 3) appliquer, 4) analyser, 5) évaluer, 6) créer. Cette modification renforce l'idée que ce sont des processus qui résultent d'une activité cognitive volontaire et intentionnelle, dont il est possible d'en observer le résultat à travers les réalisations étudiantes. De plus, la taxonomie révisée situe la capacité de créer au plus haut de la hiérarchie, lui reconnaissant sa nature plus complexe, abstraite et cognitivement plus exigeante. Par exemple, il est plus complexe de créer un nouveau modèle d'une quelconque réalité que d'en évaluer un déjà existant.

Toutefois, cette façon de considérer et d'ordonner les processus cognitifs n'est pas partagée par l'ensemble de la communauté scientifique. De ce fait, la perspective psychocognitive (Anderson et *coll.*, 2004), qui reconnaît et valide ces processus cognitifs, vient nuancer le modèle proposé par Krathwohl en relatant que tout type de pensée a le potentiel d'être d'ordre supérieur, tout dépendant des structures sous-jacentes l'activité. Prenons par exemple la capacité de se rappeler qui se situe au premier échelon de la taxonomie révisée de Krathwohl. Pour les psychologues qui étudient le développement de l'expertise, la capacité de se rappeler reflète l'automatisation des connaissances et des habiletés en réponse à une tâche qui est rendue possible grâce à de nombreuses années de mise en application délibérée et indicative d'une maîtrise et d'une structure organisée de connaissances (Ericsson, 2009). De plus, les travaux d'Anderson et *coll.* (2004) montrent que toute cognition humaine, qu'elle consiste à mémoriser ou à résoudre des problèmes complexes, est fondée sur deux types de structures sous-jacentes de connaissances : 1) les connaissances de concepts (aussi appelées connaissances déclaratives) et 2) les connaissances d'habiletés (aussi appelées connaissances procédurales). Ce qui détermine

l'ordre inférieur ou supérieur de la cognition dépend de la tâche à réaliser ainsi que de l'organisation et de la cohésion du réseau des structures des connaissances déclaratives ou procédurales propres au sujet et qui sous-tendent la réalisation de la tâche (Lewis et Smith, 1993).

Plus récemment, Schraw et Robinson (2011) ont élaboré une taxonomie des processus cognitifs d'ordre supérieur qui se décline en quatre grandes catégories, non mutuellement exclusives, et correspondant à quatre principales activités cognitives, soit le raisonnement, l'évaluation des preuves ou des arguments, la résolution de problèmes et la pensée critique, et enfin la métacognition. Ces auteurs précisent que pour certaines tâches, le degré de complexité peut être tel qu'elles nécessitent la mobilisation de l'ensemble de ces processus. L'habileté de raisonner renvoie aux raisonnements déductif et inductif. Les chercheurs se sont également penchés sur le raisonnement heuristique, qui réfère aux raccourcis ou aux règles du pouce utilisées par souci d'économie de temps. L'habileté d'évaluer des preuves et des arguments, qui inclut l'habileté de générer des preuves et des arguments, est un processus cognitif important puisqu'il permet aux individus d'étayer des affirmations, de compiler et de vérifier des preuves en vue de soutenir ou réfuter des assertions (Andrew, 2007). Cette habileté se développerait lentement durant la période de l'adolescence et de jeune adulte (Halpren, 2003). Pour ce qui est de l'habileté de résoudre des problèmes, plusieurs écrits font une distinction entre des problèmes ouverts [on trouve également les vocables problèmes complexes, mal structurés ou mal définis (*ill-defined*)] et des problèmes fermés (*well-defined*). Ces derniers ont une seule solution correcte et une manière généralement bien établie pour les résoudre. Tandis que les problèmes ouverts ne disposent pas de solution unique ni de façon claire ou évidente de les résoudre. Ce type de problème exige souvent de poser un jugement sur la solution envisagée. De plus, pour Jonassen (2011), un problème mal structuré nécessite l'intégration de connaissances disciplinaires variées. Mayer et Wittrock (2006) ajoutent que l'expérience en lien avec la résolution d'une certaine famille de problème devient également un facteur à considérer. Des milliers d'heures d'entraînement et de pratiques explicites sont nécessaires au développement d'une véritable expertise en résolution de problème. La pensée critique, qui est un terme parfois galvaudé, décrit simplement les principes d'une pensée de "bonne qualité". Une pensée de "bonne qualité" est la capacité d'analyser des arguments avec perspicacité et de ne pas se laisser influencer par une idéologie, un fondamentalisme, un endoctrinement, des préjugés et des croyances sans fondement. La pensée critique ne constitue pas une simple pensée rationnelle, elle implique un savoir propositionnel ou déclaratif (savoir), un savoir procédural (savoir-faire) et un savoir dispositionnel (savoir-être). Enfin, la métacognition consiste à réfléchir sur sa manière de réfléchir et de penser dans le but de les réguler en fonction de l'atteinte d'un objectif. Selon Schraw, Crippen et Hartley (2006), la métacognition comporte deux principales composantes. La première

renvoie aux connaissances que l'individu peut avoir de sa cognition. La seconde lui permet de réguler et de contrôler ses processus cognitifs. Elle est en quelque sorte au service des autres processus cognitifs d'ordre supérieur. En effet, la métacognition peut s'avérer utile en situation de résolution de problèmes complexes puisqu'elle permet de réfléchir sur les actions, les méthodes et la démarche de résolution afin d'évaluer si elles sont adéquates (Jonassen, 2011). C'est au moment d'exécuter différentes tâches cognitives que l'individu a habituellement recours à la métacognition (Kuhn, 2000). Une utilisation adéquate de cette dernière augmente les chances d'une performance réussie relativement à la résolution de problème complexe (Coutinho, Wiemer-Hastings, Skowronski et Britt, 2005).

Rôles des processus cognitifs d'ordre supérieur

De façon générale, les processus cognitifs d'ordre supérieur renvoient aux opérations mentales qui permettent la saisie, le traitement et le stockage d'informations dans le cerveau. Selon divers auteurs, ces processus collaborent avec d'autres processus cognitifs lorsqu'il devient nécessaire de penser à la manière d'agir ou de croire ou pour s'adapter à des situations nouvelles non routinières (Schraw et Robinson, 2011; Gagné et al., 2009; Houdé et Borst, 2015). Dans de telles situations, le fait de penser va aider à dissiper le doute quant à la meilleure décision à prendre. Selon Kahneman (2011), deux systèmes aux vitesses différentes peuvent intervenir au moment de penser, soit le système 1 et le système 2. Le premier fonctionne de manière rapide et sans effort. Ce sont des pensées qui arrivent automatiquement, elles sont dépourvues d'un quelconque contrôle délibéré. Le système 2 est plus lent et mène vers des pensées plus élaborées. Il nécessite temps, exige des efforts et permet l'ordonnement des activités mentales. Le système 2 renvoie aux fonctions exécutives qui donnent lieu à des facultés mentales élaborées, comme la planification, la résolution de problème et le raisonnement logique. Par exemple, les travaux de synthèse de Gagné et al. (2009) proposent six fonctions exécutives génériques, soit la mémoire de travail, la planification et organisation, l'activation, l'inhibition, la flexibilité cognitive et la régulation émotionnelle. La mémoire de travail est utile pour retenir de l'information pour une courte durée afin de réaliser des tâches ponctuelles. La planification et l'organisation sert à gérer les tâches ponctuelles, ainsi que celles qui durent dans le temps. Elle sert également pour établir des liens entre les connaissances. L'activation sert à la mise en action et à entretenir un niveau d'activation jusqu'à la réussite des tâches. La fonction d'inhibition, qui selon Houdé serait un système 3, sert à contrôler les comportements et les pensées, mais aussi les distractions et les impulsions liés aux tâches. Elle permet notamment de résister aux habitudes ou aux automatismes, d'éviter les biais cognitifs ou les préjugés et rend possible la flexibilité cognitive. Cette dernière rend la personne capable de s'ajuster aux exigences et aux contraintes des situations et des tâches, de choisir les

stratégies idoines pour la résolution des problèmes et de penser de façon divergente. Enfin, la régulation émotionnelle sert pour évaluer et régir les réactions émotionnelles.

Penser sert également pour aider à se former des croyances et pour choisir des buts personnels (Barron, 2008). C'est l'espérance de retombées positives ou la recherche d'un bien-être qui incitent à penser adéquatement dans ces situations. Toute décision relève d'un choix d'actions à exécuter. Les décisions sont prises pour atteindre des buts, elles se fondent sur des croyances quant aux actions qui permettront de les atteindre. Parfois les décisions à prendre peuvent être simples, c'est le cas, par exemple, lorsqu'il n'y a qu'un seul but et que deux choix d'options. Dans ce cas, les croyances quant à la meilleure décision s'imposent aisément. Toutefois, certaines décisions peuvent être complexes, impliquant plusieurs buts et plusieurs options. Dans ce cas, les croyances sont plutôt incertaines, elles peuvent nécessiter davantage de recherches d'informations pour dissiper le doute. Selon Barron (2008), ces recherches d'informations portent généralement sur trois objets : des possibilités, des preuves et des buts. Les possibilités sont des réponses aux questions qu'on se pose, ou des solutions possibles au doute existant. Les possibilités peuvent venir de sources extérieures (par exemple, un collègue qui partage son expérience vécue dans une situation similaire), ou elles peuvent venir de soi (par exemple, compter sur sa mémoire). Les buts deviennent alors le principal critère d'évaluation des possibilités. Les preuves consistent de croyances ou de croyances potentielles qui aident à déterminer jusqu'à quel point une possibilité peut mener à l'atteinte d'un but. Il s'agit d'un processus d'inférence par lequel on attribue un degré de vraisemblance aux possibilités en fonction des preuves et compte tenu des buts poursuivis. Le jugement devient alors important puisqu'il permet d'évaluer les possibilités quant aux preuves et aux buts poursuivis. Les buts déterminent la façon dont seront utilisées les preuves (Barron, 2008).

Les objets auxquels nous pensons sont représentés dans notre cerveau (*mind* en anglais). Nous en sommes conscients, par conséquent ils sont disponibles à notre conscience. Même lorsqu'ils ne sont pas immédiatement présents dans notre conscience, il est possible de les y ramener lorsque cela s'avère pertinent, et ce, même s'il y a interruption durant ce processus (Baron, 2008). Cet aspect est particulièrement intéressant dans le cadre de cette recherche qui vise l'évocation de gestes ou de pensées qui ont eu lieu dans le passé. Par ailleurs, les processus impliqués lors de la pensée ne surviennent pas dans un ordre fixe ou en séquence préétablie. Ainsi, les divers processus, que ce soit la recherche de possibilités ou de preuves, la considération des buts ou encore les inférences provenant de l'évaluation des possibilités, peuvent se superposer, voire se produire en alternance.

Résolution de problèmes : différences entre personnes novices et expérimentées

Une manière de clarifier le développement de la capacité à résoudre des problèmes complexes consiste à comparer les apprenants sur la base de l'expérience acquise à réaliser de telles tâches. Il s'agit de pouvoir différencier les apprenants selon qu'ils soient en début de parcours, donc novices, ou qu'ils soient plus avancés dans leur cheminement du programme, on les considère alors comme expérimentés. Toutefois, le sens du terme expérimenté n'est pas à confondre avec celui d'expert, généralement utilisé en contexte professionnel ou juridique, par exemple. Il ne s'agit pas non plus d'une expertise telle que l'entendent les spécialistes du domaine (voir Erickson, Charness, Feltovich, Hoffman, 2006; Gobet, 1997). Les termes novice et expérimenté sont simplement utilisés comme des états opposés afin que l'on puisse distinguer les apprenants quant à leur façon de résoudre des problèmes, en tenant compte de leur cheminement dans le programme. Pour ce, il devient nécessaire de considérer la performance, c'est-à-dire les gestes et les actions posés en situation de résolution de problèmes complexes. Taconis et coll. (2001), indiquent que les personnes expérimentées accomplissent les tâches de manière rapide et harmonieuse, sans hésitation ou sans erreurs, et avec une vérification continue sur d'éventuelles erreurs. La rapidité, l'aisance et la fluidité de l'activité cognitive des personnes expérimentées contrastent avec la performance des personnes novices qui tend à être plus lente, hésitante et généralement empreinte d'erreurs. En ce qui a trait à la résolution de problèmes complexes, deux dimensions peuvent caractériser le passage de l'état novice à celui d'expérimenté : 1) de non structuré à structuré et 2) d'une performance par étape à automatisée. Ainsi, la performance des personnes expérimentées est hautement structurée, tandis qu'elle est non structurée chez les novices. Les travaux de diverses personnes auteurs ont permis d'identifier cinq caractéristiques présentes chez les personnes expérimentées qui leur facilitent la résolution de problème, soit celle de posséder des connaissances étendues pour un domaine, de les organiser dans une structure cohérente, de disposer d'un répertoire d'habiletés de résolution de problèmes automatisées, de dédier davantage de temps à la planification et d'assurer un suivi efficace du processus de résolution de problème (Alexander, 2003; Ericsson, 2009; Lajoie, 2003). Ces caractéristiques expliquent pourquoi les experts sont plus rapides, plus efficaces et témoignent d'une meilleure réflexion structurée et automatisée que les novices.

Méthode

La collecte des données s'est faite par des entretiens d'explicitation, réalisés auprès de dix personnes étudiantes de premier cycle en génie. Ces entretiens, d'une durée approximative de 45 minutes, ont été conduits dans les semaines qui ont suivi la fin de la session d'hiver

et d'été 2019 et avaient pour objet de documenter les processus cognitifs préconisés lors de la réalisation de tâches d'apprentissage complexes. La méthode de l'entretien d'explicitation, développée par Vermersch (2006, 2011), a pour but d'accéder à des dimensions du vécu de l'action qui ne sont pas immédiatement présentes à la conscience de la personne en vue d'une description aussi fine et détaillée que possible de la réalisation d'une tâche ou d'une activité passée. Pour ce faire, l'évocation et la prise de parole incarnée sont deux éléments cruciaux de cette méthode qui visent à approfondir la compréhension des processus mentaux d'une personne en lui demandant de se replonger dans son expérience et de la relater avec un niveau de détail riche et nuancé. Selon Vermersch (2006), l'entretien d'explicitation « vise donc en priorité la verbalisation de l'action (matérielle, mais aussi mentale) telle qu'elle est effectivement mise en œuvre dans l'exécution d'une tâche précise (p. 3). » L'entretien d'explicitation est un dispositif méthodologique efficace pour ramener à la conscience de précieux détails de la mise en œuvre des actes posés (*comment ai-je fait?* et non seulement *qu'est-ce que j'ai fait?*). L'action est considérée comme une source privilégiée d'informations pour comprendre les aspects fonctionnels de la cognition. Ce sont les aspects procéduraux plutôt que conceptuels que prend pour objets de réflexion l'entretien d'explicitation. Ce dispositif permet ainsi à l'apprenant de prendre conscience de la dimension implicite de ses processus cognitifs, qui peut ainsi constituer un élément clé de son apprentissage.

Analyse des données

L'analyse de contenu des entretiens d'explicitation préalablement transcrits a été réalisée selon l'approche de Landry (1993). Elle a porté sur le contenu manifeste et a permis d'extraire des unités de sens qui donnent lieu à une classification des processus cognitifs lors de la réalisation de tâches d'apprentissage complexes. Une synthèse qualitative a été faite de ces processus.

Échantillon

L'échantillon est composé de cinq femmes et cinq hommes, âgés de 19 à 22 ans, inscrits dans un programme de premier cycle en génie. Nous avons choisi un échantillon stratifié, c'est-à-dire composé de personnes étudiantes de chacune des quatre années du programme d'études. Un tel échantillon permet de déceler d'éventuelles différences entre les processus cognitifs mobilisés par des personnes étudiantes débutantes et celles plus avancées. Le tableau 1 présente la répartition des participants, dont le véritable nom a été substitué par un pseudonyme pour préserver l'anonymat. On y trouve également des informations sur leur âge, leur genre, l'année d'études ainsi que le programme de génie dans lequel ils sont inscrits.

Tableau 1.*Répartition des participants de l'échantillon*

| Pseudonyme | Âge | Genre | Année d'études | Programme de génie |
|-------------------|------------|--------------|-----------------------|---------------------------|
| Hamed | 19 | Homme | 1 ^e année | Mécanique |
| François | 19 | Homme | 1 ^e année | Logiciel |
| Céline | 20 | Femme | 2 ^e année | Chimique |
| Mylène | 20 | Femme | 2 ^e année | Chimique |
| Isabelle | 20 | Femme | 2 ^e année | Industriel |
| Steeve | 20 | Homme | 3 ^e année | Industriel |
| Leila | 21 | Femme | 3 ^e année | Civil |
| Stéphane | 22 | Homme | 3 ^e année | Géologique |
| Sandrine | 21 | Femme | 4 ^e année | Environnement |
| Charles | 21 | Homme | 4 ^e année | Civil |

Il faut noter que l'échantillon ne comporte pas de représentant de l'ensemble des programmes de génie offerts dans l'établissement où s'est déroulée la recherche. La répartition hommes-femmes de l'échantillon n'est également pas représentative de la population étudiée, qui est plutôt de l'ordre de 75% d'hommes et 25% de femmes dans l'ensemble pour cet établissement. Une répartition plus près de la parité dans notre échantillon peut s'expliquer du fait que trois des six programmes (chimique, industriel et environnement) représentés ont une proportion de genre quasi paritaire. Ce sont ces dix participants qui ont répondu favorablement à notre invitation à prendre part à l'étude.

Déroulement des entretiens

Les personnes participantes étaient convoquées à une rencontre individuelle avec le chercheur, d'une durée maximale d'une heure. Leur consentement était obtenu sur une base libre et volontaire. Elles ont été informées oralement de l'objectif de la recherche ainsi que de la nature et des conditions de leur participation. Le même protocole de collecte de

données a été suivi pour l'ensemble des répondants, par souci d'uniformité des conditions de réalisation des entretiens. Ceux-ci ont eu lieu à l'extérieur des périodes de cours afin d'éviter des contraintes académiques (examens, travaux à remettre, cours à suivre, etc.). On leur demandait d'abord de s'installer confortablement sur la chaise située à l'intérieur d'un petit local dédié aux travaux en petites équipes. Puis, on obtenait la permission de pouvoir enregistrer l'entretien sur support audio. L'objectif ainsi que le thème de l'entretien leur étaient rappelés pour enchaîner avec la phrase introductive habituelle : « si vous acceptez, je vous propose de prendre le temps de laisser remonter un moment où vous aviez à faire de la conception. » Cela était généralement suivi par la phrase : « Prenez le temps qu'il faut pour penser à ce moment et dès que vous l'avez, vous me l'indiquez. »

Les entretiens d'explicitation ont permis de mettre en lumière comment les répondants s'y prennent lors de la réalisation de tâches complexes relatives à la conception en génie. Les répondants étaient libres de choisir la situation de conception de leur choix. La seule contrainte qui leur était imposée était la nécessité d'avoir réalisé eux-mêmes ces tâches. Il était permis, et parfois nécessaire, de changer la situation en cours d'entretien d'explicitation. Cela arrivait lorsqu'un répondant réalisait qu'il ne s'agissait pas vraiment d'une tâche complexe ou lorsque soudainement surgissait dans leur esprit une situation plus pertinente. Dans ces cas, le chercheur acceptait la modification et l'entretien reprenait en se concentrant sur la nouvelle situation. Cela s'est produit à deux reprises, l'une avec Hamed et l'autre avec Céline. Dans le cas de Hamed, c'est le chercheur qui s'est rendu compte que la situation évoquée en première instance concernait un problème non complexe. Dans le cas de Céline, elle a préféré changer de situation quelques minutes après le début de l'entretien, indiquant que son implication avait été plus grande. Quoiqu'il en soit, la situation retenue pouvait avoir eu lieu en début, en milieu ou en fin de processus de conception. Tous les répondants ont réussi à trouver une situation permettant l'explicitation de leurs actions. Ils ont également tous été en mesure d'entrer en évocation et de prendre la position de parole incarnée (Vermesch, 2006).

Présentation et analyse des résultats

La plupart des répondants ont choisi une expérience récente vécue dans un des cours projet-intégrateur suivis lors du programme d'études actuel. C'est le cas de François, Céline, Mylène, Isabelle, Steeve, Leila, Stéphane et Charles. Il s'agit d'un cours dans lequel un projet de conception en génie était prévu au plan de cours. En effet, depuis 2005, tous les programmes de premier cycle en génie de cet établissement exigent la réalisation d'un projet de conception annuellement. Pour ce qui est de Hamed et Sandrine, ils ont choisi une situation vécue lors d'un stage en entreprise, qui est également une activité de formation obligatoire depuis 2005 dans tous les programmes d'études. La nature des projets

évoqués par les répondants est très variée, et cette diversité semble liée à la nature du programme d'études auquel appartiennent les répondants. En dépit de la diversité des projets réalisés et des problèmes complexes qu'ont eu à résoudre ces personnes étudiantes, l'analyse des résultats a permis d'identifier plusieurs aspects qui semblent être communs à l'ensemble des répondants. Ces aspects ont trait aux opérations mentales mobilisées en début de processus de conception. Il s'agit de la considération de l'objectif et du but du projet, de la considération des connaissances préalables ou des données connues, ainsi que le repérage de solutions existantes en lien avec le projet de conception. D'autres processus cognitifs partagés par l'ensemble des répondants peuvent survenir à d'autres moments, c'est le cas pour la visualisation mentale et la capacité de se poser des questions.

Les aspects qui semblent différencier les répondants lors de la réalisation de tâches de conception en génie se sont avérés moins nombreux. Ces aspects ont trait à la stratégie de l'essai et erreur ainsi qu'à l'anticipation des problèmes et la prévision des conséquences des choix. Il est à noter que ces aspects concernent des différences observées selon l'année d'études de la personne étudiante. La distinction est notable surtout entre les personnes étudiantes de première et seconde année par rapport à celles de troisième et quatrième année.

Aspects communs

Considération de l'objectif ou du but du projet

Une forte majorité de répondants indique que l'une des premières opérations mentales revient à s'assurer d'avoir bien saisi le mandat qui leur est confié. Cette opération vise à préciser l'objectif de la tâche en vue d'atteindre un résultat satisfaisant. La considération de l'objectif sert également de critère principal qui orientera toutes les autres actions. De plus, c'est un élément primordial qui semble demeurer présent à tout moment dans la conscience des répondants. Les analyses et les décisions découlent de l'interprétation qui est faite de l'objectif.

« Dans la conception qu'est-ce qui est dur c'est peut-être justement la première étape, c'est de savoir qu'est-ce qu'il faut trouver parce que tu sais, exemple, on savait pour là que c'était la topographie, mais tu sais, on sait qu'on ne va pas juste faire une ligne droite puis qu'on va prendre les montagnes. » (Charles)

« Bien là, c'est ça, c'est... Bien ce que je fais c'est que... Bien je me redemande : Ok c'est quoi mon mandat? Qu'est-ce que je dois faire? C'est quoi les informations que j'ai dont je dispose? C'est quoi qui est attendu de moi et dans ce cadre-là qu'est-ce qu'on va forcément devoir retrouver? Faut que j'ai une idée en fait de ce que je veux faire. Je ne vais pas me lancer si je n'ai pas une idée directrice qui me dit Ok avec tout ça je suis censée pouvoir faire. » (Mylène)

La considération de l'objectif de la tâche à réaliser, présente chez la majorité des répondants, est une activité cognitive qui confirme les propos des experts voulant que l'atteinte d'un résultat souhaité joue un rôle important sur les processus cognitifs utilisés en situation de résolution de problème complexe (Halpern, 2003; Holyoak et Morrison, 2005). Cette considération est d'autant plus importante quand il est question de projets de conception en génie, puisque l'enjeu du problème à résoudre est exacerbé lorsque la situation se produit en contexte authentique, c'est-à-dire un problème réel, ou lorsqu'il y a présence d'un client réel (Latanda, 2020). Il en va de la crédibilité et de la réputation de l'ingénieur ou du futur ingénieur dans le cas de personnes étudiantes. D'autres facteurs accroissent également la pression de l'importance de bien comprendre le mandat à réaliser, puisque les coûts financiers, humains, environnementaux et sociaux associés à la conception en génie sont souvent très élevés. De la sorte, ces résultats suggèrent que de prendre le temps pour la clarification de l'objectif, un comportement mental associé au système 2 de Kahneman (2011), permettrait de réduire les probabilités de prendre des décisions erronées ou qui mettraient en péril l'atteinte du but désiré. Ce comportement est conforme aux propos de Barron (2008), qui relate la nécessité de penser lorsque nous sommes confrontés à une décision complexe afin de dissiper le doute quant à la meilleure décision à prendre.

Considération des connaissances préalables ou des expériences antérieures

Plusieurs personnes répondantes indiquent faire le bilan de leurs connaissances acquises durant leur formation qui pourraient leur être utiles à la résolution de la situation. Ces connaissances peuvent correspondre à des notions théoriques du domaine ou bien à des exemples de problèmes similaires résolus par elles par le passé. Ce balayage des connaissances ou des expériences antérieures, qui survient très tôt dans la démarche de résolution de problème, semble au premier abord mobiliser des processus cognitifs d'ordre inférieur comme le repérage et la récupération dans la mémoire d'informations spécifiques. Toutefois, étant donné qu'ils sont associés à une intention particulière, dans ce cas comparer et chercher des similitudes en vue de résoudre un problème, ces processus seraient considérés d'ordre supérieur (Lewis et Smith, 1993). En effet, la comparaison et le repérage sont faits *in fine*, soit pour identifier dans les acquis des éléments qui pourraient aider à résoudre le problème, soit pour considérer si une solution connue à un problème similaire peut être appliquée au problème présent. Ainsi, le rappel d'informations se produit dans un contexte particulier, soit celui de la réalisation d'une tâche complexe, en sollicitant les structures cognitives où sont emmagasinées et organisées les connaissances qui peuvent être pertinentes à cette situation (Anderson et al., 2007). En référence aux travaux de Barron (2008), les propos recueillis lors des entretiens d'explicitation

permettent de déduire que les personnes étudiantes ont recours à un processus d'inférence pour évaluer les possibilités et les preuves emmagasinées dans leur mémoire pouvant leur être utiles dans l'atteinte de leurs objectifs.

« Bien quand j'avais le sujet au tout à la fois j'ai automatiquement pensé à mon devoir. Je me suis dit : « ah, c'est la même chose, j'aurai juste à faire du « copy-paste », à changer quelques valeurs et le tour est joué. Mais une fois que je me suis vraiment imprégné du devoir, il fallait aller beaucoup plus loin que ça. Ce n'était pas vraiment ce que j'avais... C'est-à-dire que j'avais les bases pour... qu'on m'avait montré dans l'autre cours, mais il fallait moi-même que je réfléchisse et que je mette en place une nouvelle méthode pour résoudre le problème et surtout que c'était de la programmation. » (Céline)

« Donc comment je fais pour me dire je vais mettre tel élément là, tel élément là? Bien là...là quand je dessine je me dis... je le fais beaucoup à partir des connaissances que j'ai déjà. Là on peut plus parler d'un... peut-être oui, d'instinct ou de connaissances que j'ai qui me permettent de me dire que la conception elle va se faire dans tel ordre là donc là c'est un peu par rapport aux acquis que j'ai moi ou le bon sens aussi qui va me faire me dire que je vais ranger les choses dans tel ou tel ordre. » (Mylène)

Considération des données connues ou des contraintes fortes

Plusieurs personnes étudiantes vont d'abord considérer les données à leur disposition, c'est-à-dire les éléments connus de la situation. Elles prennent ainsi le temps de s'approprier les informations factuelles propres à la situation afin d'en tenir compte au moment de prendre des décisions quant au problème à résoudre. Ces informations sont, à certains moments, cruciales, car elles indiquent les caractéristiques importantes du projet qui peuvent influencer les choix. Ce sont parfois des contraintes fortes qui rendent complexe une situation et pour lesquelles les personnes étudiantes n'ont d'autres choix que de trouver des solutions pour résoudre le problème.

« Ce que j'ai fait, c'est la première chose que je fais à chaque fois, c'est à écrire ce que je savais en fait. Les données dont je disposais pour pouvoir amorcer mon problème. Je ne les écris pas forcément en ligne ou autre, mais je les écris un peu partout comme des mots... Genre, j'ai telles données, j'ai telles données, j'ai telles données, j'ai telles données... Donc, j'ai une grande feuille blanche et c'est ça que je fais au début. J'écris un peu partout toutes les données dont je dispose pour amorcer mon problème. » (Mylène)

« Parce que c'était... dans ce projet-là c'était le plus difficile à positionner. Donc vu que c'était lui le plus difficile, c'était lui qui nous demandait le plus de contraintes, tu ne pouvais pas le placer n'importe où. Fait que c'est lui qu'on plaçait en premier. Parce que si lui ça ne marchait pas, ça ne marchait pas le reste. » (Steeve)

Les contraintes relèvent d'un aspect particulièrement critique lors de la conception en génie. Elles représentent l'ensemble des obligations à satisfaire pour que la solution proposée permette d'assurer les différentes fonctions pour lesquelles elle sera conçue. La nature des contraintes est variée, celles-ci peuvent être liées au fonctionnement, à la sécurité, à l'ergonomie, à l'esthétique, au coût, au développement durable ou à tout autre élément imposé par le cahier des charges. Le cahier des charges peut parfois imposer un nombre élevé de contraintes. En contexte de formation en génie, les contraintes relatives à un projet de conception amènent les personnes étudiantes à devoir les considérer en vue de trouver une solution pertinente. Leur considération peut instiguer l'habileté de raisonner, qui figure parmi l'un des quatre processus cognitifs d'ordre supérieur proposé par Schraw et Robinson (2011). Le raisonnement dans ce cas se fait en évaluant la prépondérance des critères associés au projet de conception. Ces critères font apparaître des contraintes qui à leur tour influencent les décisions. Par ailleurs, les contraintes incitent les personnes étudiantes à considérer les conditions particulières à chacune des situations. En lien avec les travaux d'Anderson et al. (2004), qui a proposé deux types de structures sous-jacentes aux connaissances, il semble nécessaire d'ajouter un troisième type de structures qui renvoie aux connaissances conditionnelles (Tardif, 1997). Ces dernières renvoient aux conditions de l'action, à savoir quand utiliser les deux autres types de connaissances. Les connaissances conditionnelles font généralement peu l'objet d'un enseignement explicite dans les formations en génie. On constate toutefois qu'il constitue un aspect essentiel à développer pour la résolution de problèmes complexes.

Repérage de solutions existantes

La recherche d'informations pertinentes à l'intérieur des sources bibliographiques constitue une autre stratégie commune fréquemment déployée par les répondants. Ils déclarent y avoir recours pour diverses raisons. Ainsi, il se peut qu'ils le fassent pour tenter d'identifier dans les écrits de possibles solutions à leur situation. Cependant, il ne faudrait pas conclure qu'il s'agit d'un simple comportement qui cherche simplement à imiter une réponse en ne mobilisant que des processus cognitifs d'ordre inférieur. Si les personnes étudiantes se tournent vers des modèles existants de solutions à des problèmes similaires c'est plutôt pour s'en inspirer ou pour s'aider à démarrer le processus de conception. Dans ce contexte, il s'agit davantage d'émulation raisonnée, pourrait-on dire. Elles savent que la littérature peut leur fournir des patrons à partir desquelles concevoir une solution adaptée à leur situation spécifique, tout en demeurant conscientes qu'elles devront y apporter quelques ajustements mineurs, voire des adaptations importantes. De la sorte, il s'agit d'une stratégie justifiée par la démarche scientifique, dont est fortement imprégné le domaine de l'ingénierie. Cette étape de la résolution de problème complexe fait appel à la pensée critique, qui amène les personnes étudiantes à analyser des informations de façon

perspicace pour en retenir les aspects nécessaires à leurs besoins (Schraw et Robinson, 2011). De plus, cette façon de penser renvoie à la fonction exécutive de la flexibilité cognitive (Gagné et al., 2009) et soutenue par celle de l'inhibition (Houdé et Borst, 2015).

« Je suis plus du style à regarder puis essayer de faire pareil. Mais tu sais j'ai toujours un modèle que ce soit dans n'importe quoi là, construire quelque chose de mes mains ou même une recette là, j'ai toujours d'habitude un modèle que j'essaie de suivre quand même pour avoir une bonne image, fait que là c'était nouveau pour moi d'avoir tu sais... c'est bien beau j'avais l'image de l'autre qui fallait que je fasse un peu comme ça, mais tu sais ce n'est pas ça qu'il fallait que je fasse fait que c'était d'en prendre puis d'en laisser, puis d'essayer de me dire... En tous cas tout ça je trouvais ça quand même différent de qu'est-ce que j'étais habitué avant de... vu que j'étais dans l'inconnu beaucoup là... » (Isabelle)

« J'avais commencé à... on a fait de la recherche biblio de base. Donc j'avais une idée du procédé à quoi il allait ressembler. » (Stéphane)

Visualisation mentale

La visualisation mentale est fréquemment évoquée chez la plupart des répondants. Elle correspond à la faculté de se représenter une situation en faisant surgir des images mentales par l'imagination. Qu'elle survienne de façon consciente ou inconsciente, la visualisation mentale est un processus cognitif qui peut être exploité dans différents contextes, que ce soit dans le sport, les affaires, le travail ou les études. Dans le présent contexte, la visualisation mentale est employée consciemment et délibérément et semble jouer un rôle d'appui à d'autres processus cognitifs d'ordre supérieur, puisqu'elle se manifeste de façon concomitante à l'analyse de la représentation mentale ou l'évaluation des possibles décisions (Barron, 2008). Les entretiens d'explicitation ont permis de constater qu'elle prend différentes formes et s'exprime de diverses manières. Par exemple, pour certains répondants, la visualisation est séquentielle tandis que pour d'autres elle est davantage globale. De plus, certaines personnes étudiantes semblent même avoir la capacité de faire varier la distance focale (zoom) sur des aspects particuliers de l'image générée mentalement. Un autre aspect intéressant de la visualisation mentale renvoie au point de vue de la personne qui génère les représentations mentales. En effet, le point de vue peut être interne, c'est le cas lorsque le répondant relate qu'il voit directement l'image mentale. On parle alors de visualisation interne. Tandis que le point de vue est externe lorsque le répondant affirme se voir en train d'observer l'image mentale. Il s'agit alors de visualisation externe.

« Donc une fois que j'avais ces données ce que j'ai commencé à faire c'est imaginer vraiment c'est quoi les blocs d'équipement que je vais avoir besoin de rajouter moi pour pouvoir faire quelque chose de fonctionnel. C'est ça. Donc là c'est le dessin là cette fois-ci que j'étudie, que je regarde. Et j'essaie d'imaginer c'est quoi que je dois

rajouter maintenant pour pouvoir avoir une boucle qui ressemble à quelque chose. »
(Mylène)

« Je me promène en dessous du pilier. Parce que moi ce que je cherche, ça c'est ma rivière et les piliers sont là, moi ce que je suis en train de voir, maintenant que la rivière n'est pas pleine bien sûr, je me déplace en dessous des piliers du pont et je regarde. Et je regarde. C'est ça ce que je fais. » (Sandrine)

« Fait que je lance une première direction puis je regarde : ah non là ça marche pas là, ah non là ici on va dire il y avait trop de rocs c'est sûr qu'on ne passait pas par là. Là tu lances. C'est ça, il y a comme un peu des directions aléatoires jusqu'à temps que tu vois qu'il y ait quelque chose qui a l'air d'avoir du sens. Bien tu lances une ligne dans... Tu fais un chemin imaginaire. Ok, on va dire, je passerais par-là, je passerais par-là. » (Charles)

S'autoquestionner

L'autoquestionnement, c'est-à-dire la faculté de se poser des questions à soi-même, est une méthode employée par l'ensemble des répondants de l'échantillon. Il peut survenir à tout moment lors du processus de conception et se manifester à voix haute ou dans la tête de l'étudiant. Deux raisons semblent motiver le recours au questionnement. La plus fréquente renvoie à une fonction d'échafaudage cognitif qui aide à suivre une procédure. De cette façon, les questions servent de guide pour s'assurer de mener une activité à terme en vérifiant la validité des connaissances procédurales (Anderson *et coll.*, 2004). Une seconde raison à l'autoquestionnement, moins fréquente, mais également utile, sert pour susciter la réflexion sur les conséquences. Les questions que se posent les participants permettent de procéder par inférence quant aux possibles résultats des décisions (Barron, 2008).

« ...j'essaie de faire, de me dire c'était quoi les étapes pour la construction. J'essaie de me dire : « ah, est-ce que ça, ça va marcher ? Est-ce que ça, ça va être compliqué ? Est-ce que je suis aussi bien de trouver d'autres choses ? Si je prends cette option-là est-ce que ça va fonctionner ? » (Isabelle)

« ...je l'ai relu, je l'ai relu puis je l'ai relu jusqu'à ce que je connaissais toutes les équations. Jusqu'à ce que vraiment je connaissais vraiment le sujet et là j'ai commencé à me poser certaines questions pour me guider vers la démarche... Bien là où je bloquais je me disais : « ok ». Je me posais la question : « Bien là je bloque. Comment je fais? Qu'est-ce qui me manque? » (Mylène)

Aspects qui diffèrent

L'analyse des entretiens d'explicitation a permis d'identifier quelques aspects singuliers qui permettent de distinguer les répondants quant aux processus cognitifs mobilisés lors de la réalisation de tâches complexes. On constate, toutefois, que cette distinction tient

uniquement à la variable contextuelle de l'année d'études. Les autres variables sociodémographiques, que ce soit le genre, l'âge ou le programme d'études, ne semblent pas jouer de rôle discriminant, du moins en ce qui a trait aux processus cognitifs mobilisés par les étudiants. Ces aspects renvoient d'une part, à la stratégie de l'essai et erreur, et à l'anticipation des problèmes et la prévision des conséquences des choix, d'autre part.

Essai et erreur

Les personnes étudiantes de première et deuxième année semblent avoir plus souvent recours à la stratégie de l'essai et erreur lors du processus de conception en génie que celles de troisième et quatrième année. Cette distinction peut indiquer des lacunes dans leurs connaissances déclaratives, procédurales ou conditionnelles (Anderson, 2004). Elle peut aussi être indicative d'un écart dans le développement de certains processus cognitifs d'ordre supérieur, au profit des personnes plus expérimentées (Taconis et coll., 2001). Le répertoire d'habiletés de résolution de problèmes automatisés étant plus limité chez les novices (Alexander, 2003; Ericsson, 2009; Lajoie, 2003), ces derniers ont probablement recours à la stratégie de l'essai et erreur, qui leur permet d'enrichir graduellement leur inventaire de connaissances et d'expériences pour utilisation ou référence ultérieure. Avec le temps, la somme des erreurs constatées et corrigées par les personnes apprenantes agit sur leur processus de structuration des connaissances, menant à une capacité de résolution de problème plus efficace.

« Oui. Beaucoup d'essais/erreurs pendant le projet. Pour les valeurs c'est très arbitraire. Donc on se dit que la valeur maximale c'est 255 donc... puis c'est comme, ok ça, ça doit être comme 75% de puissance, on va essayer ça. Tantôt c'était à 5.0, ce n'était vraiment pas assez on va essayer 7.5 » (François)

« ... je continue d'autres itérations. Je suis allé voir les fluides. J'ai commencé à changer un peu les températures pour voir un peu comment ça variait dans mes résultats. Est-ce que j'avais, parce que j'avais toujours cette image d'un échangeur de chaleur compact et tout donc je me disais comme est-ce que ce serait possible de me rapprocher à cette dimension-là? Donc j'ai joué un peu sur les températures et sur les paramètres que je pouvais jouer pour voir comment ça affectait mon échangeur de chaleur. Mais je voyais que ça ne devenait pas... ça ne s'améliorait pas plus là... Peut-être un peu, mais pas à ce point-là. » (Hamed)

« Donc là j'essaie de trouver une solution, etc., mais je tâtonne beaucoup et je reviens beaucoup en arrière. Je me dis aussi beaucoup : « mais est-ce que vrai... est-ce que c'était vraiment...? ». Comme je ne trouve pas en fait de... de solution, je me dis : « est-ce que c'est... est-ce que vraiment ça ne marchait pas finalement? ». Donc c'est beaucoup un processus de : je reviens en arrière; je mets en question un peu ce que je viens de me dire et puis après je refais un pas en avant, mais je tâtonne beaucoup pour arriver à une solution. » (Mylène)

Anticipation des problèmes et prévision des conséquences des choix

Les répondants ont tendance à réfléchir pour anticiper les problèmes relatifs à leur design de conception. Cette anticipation influence leur pensée et leur choix. Par contre, les personnes étudiantes débutantes ont plus de mal à prévoir les conséquences indésirables de leur choix. Ce souci est plutôt présent dans le discours des répondants qui se trouvent en troisième ou quatrième années du programme.

« Je crois que c'est juste plus d'expérience, parce qu'on ne le savait pas que ça aurait été un problème. [...] C'est vraiment difficile de pouvoir, genre, prévoir certains problèmes qui pourraient arriver, mais on se dit, ça c'est le processus idéal donc quelles seraient les parties du programme qu'on aura besoin ? » (François)

« Je n'étais pas conscient dès le début parce que je changeais la température, mais j'oubliais de refaire mes calculs de densité et tout ça donc en changeant la température je changeais l'échange thermique nécessaire, mais les propriétés de mes fluides ne changeaient pas. Donc ça c'est une erreur que j'avais constaté plus loin dans le projet où... est-ce que... attends une minute, ces paramètres là je ne les changeais pas donc... » (Hamed)

En effet, les personnes étudiantes plus avancées dans le cursus se démarquent des plus débutantes par l'anticipation qu'elles démontrent quant aux conséquences de leur choix. Ils s'appuient sur leurs connaissances pour extrapoler d'éventuels résultats selon les différents scénarios imaginés. Ce processus de substruction semble conforme aux travaux de Barron (2008) qui insiste sur l'importance du jugement lors de l'évaluation des scénarios possibles quant à l'atteinte des buts poursuivis. Ce processus cognitif s'apparente à la stratégie cognitive de la métacognition tel que proposée par Kuhn (2000), mais à la différence qu'il se réalise *a priori*, c'est-à-dire avant l'exécution des tâches. Il serait alors plus approprié de parler de précognition, une étape préalable dans la succession des processus cognitifs en situation de résolution de problème complexe.

« Les premiers c'était plus facile parce que j'y suis allé avec ceux que je sais que je ne veux pas mettre ma centrale là. Ceux que je suis sûre à 100%, que je dis : ça ne sert à rien d'essayer de la mettre là. Puis après ça là c'est dans les : humm peut-être oui ici, là c'est quoi le plus important ? Est-ce que je néglige l'environnement ou je néglige... Bien « néglige » ... Bien vous comprenez là... Est-ce que... C'est lequel que je priorise dans le fond. C'est quoi qui est le mieux pour la centrale. » (Leila)

« C'est vraiment juste une sorte de brouillon de conception des... c'est pas vraiment de la modélisation parce qu'il n'y a pas encore de chiffres vraiment qui sortent, il n'y a que des calculs primaires qui sont faits. Et puis on n'a pas encore appliqué le modèle de thermodynamique qui est derrière. Ça on y a réfléchi, mais je l'applique seulement là et là je me rends compte si ça marche ou si ça n'a vraiment pas de sens de la faire. » (Stéphane)

« J’essaie de trouver ce seraient quoi les problèmes à ce niveau-là. Comme un petit peu comme : je ne voudrais pas que ce problème-là arrive, je voudrais pas qu’en général des problèmes de construction arrivent fait que je dis bon : « qu’est-ce qui pourrait arriver comme problème. Est-ce que je peux essayer de les corriger tout de suite en changeant des pièces ou est-ce que je peux essayer d’y penser tout de suite comme ça je vais m’y attendre plus tard. » (Isabelle)

« Donc j’essaie d’imaginer en fait les défauts du dessin que j’ai fait. Et qu’est-ce qui pourrait faire qu’en fait ça ne marche pas. » (Mylène)

Conclusion

Les résultats indiquent que le recours à des pédagogies actives, comme l’apprentissage par projet, qui place les personnes étudiantes devant des problèmes complexes à résoudre, s’avère propice à la mobilisation de processus cognitifs d’ordre supérieur, renforçant les conclusions de recherches antérieures (Abrami et al., 2008). Le fait que plusieurs de ces processus se soient avérés communs à l’ensemble des personnes répondantes tend à montrer que l’environnement didactique peut influencer sur le choix des processus cognitifs, résultant d’un acte volontaire et intentionnel, ce qui est conforme au modèle de la taxonomie des processus cognitifs de Krathwohl (2002). Les processus cognitifs identifiés se situent tous dans les échelons supérieurs de cette taxonomie. De plus, ils semblent concorder aux fonctions exécutives du système 2 proposées par Kahneman (2011), puis au système 3 ajouté par Houdé et Borst (2015).

Par ailleurs, la constatation de certaines différences quant aux processus cognitifs mis en œuvre par les personnes étudiantes, selon qu’elles soient novices ou expérimentées, témoigne de la nature évolutive des processus cognitifs, et permet d’émettre l’hypothèse qu’ils peuvent se développer durant la formation universitaire. Cependant, il n’est pas possible de conclure si les personnes étudiantes ont développé ces processus cognitifs exclusivement par leur participation dans le processus de conception en génie, sans qu’il y ait eu un enseignement direct de ces dernières. Il serait pertinent de vérifier une telle hypothèse, puisque plusieurs experts affirment qu’un enseignement explicite des processus cognitifs soit nécessaire à leur développement (Chinedu, Kamin et Olabiyi, 2015; Halpren, 2003). Il serait également intéressant de vérifier si le passage par la stratégie de l’essai et erreur, un des éléments propres aux étudiants novices, est nécessaire, voire indispensable au développement des processus cognitifs davantage présents chez les étudiants expérimentés. Enfin, l’analyse des propos cueillis indique, d’une part, que les processus cognitifs peuvent se superposer, c’est-à-dire avoir lieu simultanément, comme le suggère Barron (2008). D’autre part, la simultanéité constatée révèle une dynamique complémentaire qui semble altérer la nature des processus cognitifs, qui pourraient

autrement être considérés d'ordre inférieur. Cette constatation est en accord avec la perspective psychocognitive dans laquelle s'inscrivent les travaux d'Anderson *et al.*, (2004) et ceux d'Ericsson (2009), qui catégorisent les actions cognitives des étudiants selon les structures sous-jacentes l'activité réalisée. Il serait pertinent que de futures études creusent la nature simultanée et complémentaire des processus cognitifs mobilisés en situation de résolution de problèmes complexes.

Références

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R., et Anderson, J.R., Bothell, D., Byrne, M.D., Douglass, S., Lebière, C. et Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, *111*, 1036-1060. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.4.1036>
- Zhang, D. (2008). Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: A stage I meta-analysis. *Review of Educational Research*, *78*(4), 1102-1134. <https://doi.org/10.3102/0034654308326084>
- Al-Maskari, A., Al-Riyami, T. et Ghnimi, S. (2022). Factors affecting students' preparedness for fourth industrial revolution in higher education institutions. *Journal of Applied Research in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/JARHE-05-2022-0169>
- Arum R. et Roksa, J. (2014). *Aspiring Adults Adrift: Tentative Transitions of College Graduates*, Chicago: University of Chicago Press.
- Baron, J. (2008). *Thinking and deciding* (4th ed.). Cambridge University Press.
- Bégin-Caouette, O., Champagne-Poirier, O., Loiola, F., Beaupré-Lavallée, A. et Paradis, P. (2021). Faire face aux transformations dans l'enseignement supérieur : une conceptualisation des interactions entre différentes innovations pédagogiques. *Enjeux et Société*, *1*(1) <https://doi.org/10.7202/1078496ar>
- Behar-Horenstein, L.S., et Niu, L. (2011). Teaching critical thinking skills in higher education: A review of the literature. *Journal of College Teaching & Learning*, *8*(2), 25-41. <https://doi.org/10.19030/tlc.v8i2.3554>
- Bloom, B., Englehart, M., Furst, E., Hill, W. et Krathwohl, D. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. Longmans, Green.
- Coutinho, S., Wiemer-Hastings, K., Skowronski, J. J., et Britt, M. A. (2005). Metacognition, need for cognition and use of explanations during ongoing learning and problem solving. *Learning and Individual Differences*, *15*(4), 321-337. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.06.001>
- De los Ríos, I., Cazorla, A., Díaz-Puente, J., Yagüe, J. (2010). Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real

- environments. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2(2), 1368–1378. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.202>
- Gagné, P-P., Leblanc, N. et Rousseau, A. (2009). Apprendre...une question de stratégies. Les éditions de la Chenelière inc.
- Green, A. (2014). The case for the traditional classroom. *International Review of Economics Education*, 16 (partie B), 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.iree.2014.04.002>
- Halpren, D.F. (2003). Thought and knowledge: An introduction to critical thinking. Erlbaum.
- Holyoak, K. J., & Morrison, R. G. (Eds.). (2005). The Cambridge handbook of thinking and reasoning. Cambridge University Press.
- Houdé, O. et Borst, G. (2015). Evidence for an inhibitory-control theory of the reasoning brain. *Front. Hum. Neurosci.*, 9(148). Disponible en ligne : www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2015.00148/full.
- Jerome, C., Lee, A. C., et Ting, S. H. (2019). Undergraduate Students' and Lecturers' Perceptions on Teaching Strategies that Could Enhance Higher Order Thinking Skills (HOTS). *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 4(30), 60-70. <http://www.ijepc.com/PDF/IJEP-2019-30-05-05.pdf>
- Jonassen, D. H. (2011). Learning to solve problems: a handbook for designing problem-solving learning environments. Routledge.
- Kahneman, D. (2011). Système 1/ Système 2. Les deux vitesses de la pensée. Flammarion, 528 p. [En ligne], consulté le 8 janvier 2024, <https://ia803105.us.archive.org/32/items/Systeme1Systeme2LesDeuxVitesseDeLaPenseeDanielKahneman/Systeme%201%20CSysteme%202%20%202CLes%20deux%20vitesse%20de%20la%20pensee%20-Daniel%20Kahneman.pdf>
- Karimi, H. et Pina, A. (2021). Strategically Addressing the Soft Skills Gap Among STEM Undergraduates. *J. Res. STEM Educ.*, 7, 21–46. <https://doi.org/10.51355/jstem.2021.99>
- Krathwohl, D.R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 4 (41), 212-218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Kyndt, E., Dochy, F., Struyven, K. et Cascallar, E. (2011). The perception of workload and task complexity and its influence on students' approaches to learning: A study in higher education. *European Journal of Psychology of Education*, 26 (3), 393-415. <https://doi.org/10.1007/s10212-010-0053-2>
- Landry, R. (1993). L'analyse de contenu. In B. Gauthier (dir), *De la problématique à la collecte des données* (pp. 337-360). Presses Université Laval.
- Latanda, A.D. (2020). Engineering education 5.0: Continuously evolving engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 36(6), 1814-1832.

- Letchumanan, M., Kartini Said Husain, S., Fauzi Mohd Ayub, A., Tsong Chau, K., Ilham Mohd Radzi, F. et Ching Heng, I. (2020). Investigating Factors that Promote Higher Order Thinking Skills in Information and Communication Technology (ICT) Integrated Classes. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11B), 5816 – 5823. <https://10.13189/ujer.2020.082215>
- Lewis, A. et Smith, D. (1993). Defining higher order thinking. *Theory into Practice*, 32, 131-137. <https://doi.org/10.1080/00405849309543588>
- Luesia, J., Benitez, I., Company-Cordoba, R., Gomez-Gomez, I. et Sanchez-Martin, M. (2023). Assessing the relevance of academic competencies in college admission tests from a higher-order thinking perspective: A systematic review. *Thinking Skills and Creativity*. 48, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101251>
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Corwin Press.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. Dans P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (Second Edition, p. 287-303). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Meyer, J., Land, R. et Baillie, C. (2010). *Threshold concepts and transformational learning*. Sense Publishers.
- Paul, R., Niewoehner, R. et Elder, L. (2006). *The thinker's guide to engineering reasoning*. The Foundation for Critical Thinking. ISBN 0-94453-33-4
- Pinho-Lopez, M. et Macedo, J. (2014). Project-based learning to promote higher order thinking and problem-solving skills in geotechnical courses. *International Journal of Engineering Education*, 4(5), 20-27. <https://doi.org/10.3991/ijep.v4i5.3535>
- Schraw, G., Crippen, K.J. et Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36(1-2), 111-139. <https://doi.org/10.1007/s11165-005-3917-8>
- Schraw, G. et Robinson, D. (2011). *Assessment of higher order thinking skills. A volume in current perspectives on cognition, learning, and instruction*. Information Age Publishing.
- Soo Eun, C. et Lee, M. (2019). Student-centered learning and higher-order thinking skills in engineering students. *The International Journal of Engineering Education*, 35(2), 617–622.
- Taconis, R., Ferguson-Hessler, M. G. M., et Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468. <https://doi.org/10.1002/tea.1013>
- Tardif, J. (1997). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Logiques.
- Trigwell, K. et Prosser, M. (2020). *Exploring university teaching and learning. Experience and context*. Palgrave Macmillan. [En ligne], consulté le 2 janvier 2024,

https://westernsydney.edu.au/_data/assets/pdf_file/0008/1898180/Exploring_University_Teaching_and_Learning_Trigwell_and_Prosser_2020.pdf

- Venkatraman, S., Benli, F., Wei, Y. et Wahr, F. (2022). Smart Classroom Teaching Strategy to Enhance Higher Order Thinking Skills (HOTS)—An Agile Approach for Education 4.0. *Future Internet*, 14, 255. <https://doi.org/10.3390/fi14090255>
- Vermersh, P. (2011). Description et vécu. *Expliciter*, 89. [En ligne], consulté le 12 mars 2023, <http://www.expliciter.fr>
- Zimmerman, B.J. (2013). From Cognitive Modeling to Self-Regulation: A Social Cognitive Career Path, *Educational Psychologist*, 48(3), 135-147. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.794676>

Conflits et apprentissages perçus par les étudiant·es durant une approche par projets (APR) interdisciplinaire en enseignement supérieur

Chantal Tremblay¹, Élodie Allain², Chantal Labbé², Simone Ducharme-Landry¹
et Maricela Arellano Caro²

¹Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec

²HEC Montréal, Montréal, Québec

Pour citer cet article :

Tremblay, C., Allain, É., Labbé, C., Ducharme-Landry, S. et Arellano Caro, M. (2024). Conflits et apprentissages perçus par les étudiant·es durant une approche par projets (APR) interdisciplinaire en enseignement supérieur. *Didactique*, 5(2), 124-150.

<https://doi.org/10.37571/2024.0205>.

Résumé : La littérature soutient que l'approche par projets (APR), un modèle d'enseignement où l'apprentissage des contenus disciplinaires s'effectue par la réalisation d'un projet souvent de manière collaborative menant à une production concrète (Krajcik et Shin, 2022), favorise l'apprentissage comparativement à des méthodes d'enseignement plus traditionnelles. Toutefois, l'état actuel des connaissances ne fait pas consensus quant au développement d'habiletés de collaboration induit par cette approche. Aussi, si les causes des conflits intraéquipes lors de travaux collaboratifs sont bien documentées, peu d'études expliquent les actions entreprises par les étudiant·es pour les résoudre et l'influence de ces conflits sur les apprentissages. Ainsi, cette étude qualitative expose les stratégies de résolution de conflits utilisées par des étudiant·es pour résoudre des conflits intraéquipes principalement causés par des cas de paresse sociale durant une APR interdisciplinaire. Les résultats montrent que, malgré les conflits, de nombreux apprentissages sont autorapportés, permettant d'explorer des liens entre conflits et apprentissages. La discussion suggère que l'intensité des émotions influence le choix des stratégies de résolution. Il est également

proposé de mieux accompagner les équipes pour soutenir une collaboration efficace.

Mots-clés : approche par projets, enseignement supérieur, collaboration, conflits intraéquipes, interdisciplinarité

Problématique

De nombreux écrits montrent que l'approche par projets (APR) est plus efficace que d'autres modèles d'enseignement plus traditionnels, comme l'exposé, pour soutenir l'apprentissage d'étudiant·es postsecondaires (Chen et Yang, 2019; Guo et al., 2020; Krajcik et Shin, 2022; Lai, 2021). Bien que ce modèle soit souvent utilisé pour son potentiel à développer des compétences professionnelles (communication, collaboration, résolution de problèmes), peu de recherches se sont intéressées à ses effets sur le développement d'habiletés de collaboration (Chen et Yang, 2019; Guo et al., 2020; Splichal et al., 2018) et les facteurs qui y contribuent (Johnsen et al., 2023). De plus, les méthodologies employées dans ces études limiteraient la généralisation des résultats (Crespí et al., 2022).

Plusieurs recherches se sont intéressées aux causes des conflits (ou à celles de leur absence) qui peuvent survenir durant une expérience d'APR (Hussein, 2021; Lai, 2021; Lee et al., 2015) ou lors d'activités d'apprentissage collaboratives (Gabelica et al., 2022; Jehn et Mannix, 2001; Leduc et al., 2022; Rogat et Adams-Wiggins, 2015; Shah et al., 2021; Splichal et al., 2018; Webb, 2013). Elles montrent que des facteurs comme les différences individuelles (genre, âge, etc.) ou des attentes divergentes relatives aux tâches à accomplir peuvent les provoquer. Dans la formation universitaire en gestion, la paresse sociale (social loafing) en serait une cause fréquente (Morgan et Stewart, 2019). Le manque de cohésion entre les membres, la taille et le mode de formation (par les étudiant·es ou par les enseignant·es) de l'équipe pourraient causer cette paresse sociale, bien qu'il soit nécessaire de conduire d'autres études pour confirmer l'influence de ces facteurs (Morgan et Stewart, 2019).

Comme ces conflits peuvent engendrer des répercussions négatives sur l'apprentissage ou la performance de l'équipe (Jehn et Mannix, 2001; Krajcik et Shin, 2022; Lee et al., 2015; Shah et al., 2021), plusieurs proposent des recommandations pour les éviter lors d'activités d'apprentissage collaboratives. Entre autres, l'usage de stratégies et d'outils d'accompagnement (Krajcik et Shin, 2022; Lai, 2021; Villeneuve, 2010), la préparation des étudiant·es à collaborer (Bedwell et al., 2012; Hussein, 2021; Leduc et al., 2022; Webb, 2013) et l'établissement d'une visée commune de la tâche aideraient à limiter ces conflits (Bedwell et al., 2012; Landry, 2007; Leduc et al., 2022; Lee et al., 2015; Villeneuve, 2010; Webb, 2013).

Néanmoins, il semble qu'il y ait peu de littérature visant à expliquer les stratégies de résolution de conflits utilisées par les étudiant·es durant leur expérience de collaboration. Autrement dit, bien que les causes des conflits survenant lors d'expériences d'APR soient assez bien documentées, plusieurs questions demeurent en lien avec l'expérience de

collaboration : quelles sont les stratégies utilisées par les étudiant·es qui vivent de tels conflits ? Ces stratégies sont-elles efficaces et permettent-elles de dénouer la situation conflictuelle ? Que font ceux et celles qui ne parviennent pas à les résoudre ? Comment ces conflits influencent les perceptions des apprentissages réalisés, notamment l'apprentissage de la collaboration ?

Notre étude vise donc à mieux comprendre les liens entre l'APR et la collaboration en abordant un angle peu documenté, soit les conflits intraéquipes et les stratégies mises en œuvre pour les résoudre. Se déroulant auprès d'étudiant·es inscrit·es à un baccalauréat en administration des affaires, cette étude permet de mieux comprendre la perception des apprentissages réalisés lors d'une APR, dont ceux liés à la collaboration.

La suite de l'article permet de présenter le cadre conceptuel qui rassemble les définitions des concepts d'APR, de collaboration et de conflits intraéquipes. La méthodologie montre la démarche de collecte des données et la procédure d'analyse de données qualitatives. Les résultats exposent les stratégies utilisées par les étudiant·es pour résoudre les conflits rencontrés et les apprentissages autorapportés. La discussion suggère une piste d'explication du choix de stratégies, l'intensité des émotions ressenties. Elle réitère la pertinence de l'APR et formule des recommandations pour la pratique. La conclusion revient sur les limites de la recherche et propose des pistes futures.

Cadre conceptuel

Les différentes conceptualisations de l'approche par projets (APR) et de la collaboration justifient de préciser celles choisies pour cette étude. D'abord, l'APR est définie en tant que modèle d'enseignement basé sur les principes des pédagogies actives et les six caractéristiques proposées par Krajcik et Shin (2022) sont retenues pour caractériser le projet que les étudiant·es participant à cette étude ont eu à réaliser. Ensuite, la collaboration est définie à partir du modèle de Landry (2007), ce qui permet d'expliquer les sources de conflits intraéquipes, dont la paresse sociale, et trois stratégies de résolution de ces conflits (résignation, médiation, confrontation).

L'approche par projets (APR)

L'approche par projets (APR) est un modèle d'enseignement où l'apprentissage des contenus s'effectue par la réalisation d'un projet, généralement collaboratif, menant à une production concrète. Bien qu'il existe plusieurs modèles de l'APR (Helle et al., 2006), nous retenons celui de Krajcik et Shin (2022) pour sa cohérence avec le projet réalisé durant cette étude. Ce modèle présente l'APR en six caractéristiques (C1 à C6), dont la première repose sur la formulation d'une problématique, soit une question centrale qui oriente le projet, le

contextualise et le rend significatif (C1). Elle doit amener les étudiant·es à réaliser des liens théorie-pratique ainsi qu'à comprendre la complexité du milieu professionnel.

Le projet doit être cohérent avec les objectifs d'apprentissage du cours et du programme d'études (C2). La complexité et l'ampleur du projet, souvent induites par sa réalisation en contexte authentique, nécessitent un accompagnement de l'enseignant·e (C3) et amènent les étudiant·es à suivre un processus de résolution de problèmes complexes semblable à celui suivi par des expert·es du domaine (C4). Considérant les assises théoriques de l'APR associées à l'approche socioconstructiviste, le projet doit être collaboratif et susciter des conflits sociocognitifs qui mènent à la co-construction de connaissances (C5). Les membres de l'équipe interagissent pour co-construire leurs connaissances durant la réalisation d'un artefact (C6), soit une production concrète qui a une utilité en elle-même. L'artefact peut prendre diverses formes : œuvre, rapport d'expertise, etc. Il constitue une représentation externe des connaissances construites. En général, les caractéristiques C4 et C6 sont utilisées pour distinguer l'APR d'autres méthodes d'apprentissage collaboratif (Helle et al., 2006).

S'appuyant sur la théorie de l'apprentissage situé, Krajcik et Shin (2022) expliquent que l'APR permet à l'apprenant·e de construire ses connaissances par le processus de résolution de problèmes qu'elle implique. Ce faisant, l'APR facilite la construction de liens théorie-pratique : l'apprenant·e perçoit mieux l'utilité des contenus disciplinaires pour résoudre des problèmes réels. Lorsque l'APR est collaborative, elle favorise la co-construction des connaissances en provoquant des conflits sociocognitifs : les membres doivent négocier ou débattre leurs idées, leur permettant alors de consolider leurs apprentissages (Krajcik et Shin, 2022). L'apprentissage de la collaboration s'effectuerait par son expérimentation : les interactions avec les membres, notamment lors de conflits, permettraient aux étudiant·es d'améliorer leurs habiletés à collaborer. Pour mieux comprendre ces interactions, il convient de présenter le modèle de la collaboration mobilisé pour cette étude.

La collaboration et les conflits intraéquipes

En sciences de l'éducation, il existe une pluralité de modèles d'apprentissage collaboratif qui visent principalement à exposer comment l'apprentissage se construit lors d'activités collaboratives, notamment par la résolution de conflits socio-cognitifs (Hmelo-Silver et al., 2013). Néanmoins, ces modèles exposent peu les interactions qui caractérisent l'expérience de collaboration et qui peuvent être la source de conflits intraéquipes (Rogat et Adams-Wiggins, 2015). Ceci justifie donc le choix du modèle de Landry (2007), qui représente la collaboration en trois zones d'interactions : affection, travail et pouvoir. Ainsi, chacune de ces zones sont présentées pour mieux comprendre les différents types de conflits qui peuvent survenir durant l'expérience.

La collaboration implique la constitution d'un groupe restreint (entre deux et vingt membres) dont les membres doivent interagir pour atteindre une visée commune (Chiocchio et al., 2012; Landry, 2007). La collaboration implique une réciprocité entre les membres du groupe : chacun·e a mutuellement besoin du travail des autres pour effectuer le sien (Bedwell et al., 2012). C'est ce qui la distingue de la coordination : cette dernière ne requiert pas de réciprocité et l'atteinte de la visée commune peut se faire simplement en répartissant le travail entre les membres (Bedwell et al., 2012). À noter que certain·es utilisent le terme *coopération* pour désigner la répartition du travail (Helle et al., 2006).

Les trois zones de la collaboration et les conflits intraéquipes

Le modèle de la collaboration de Landry (2007) permet d'expliquer les interactions entre les membres d'un groupe qui collaborent pour atteindre une visée commune (**Figure 1**). Pour cela, le modèle conceptualise la collaboration en trois zones dynamiques interreliées : affection, travail et pouvoir. Durant l'expérience de collaboration, des enjeux liés à chacune des zones amènent généralement des tensions, voire des conflits, qui nécessitent une stratégie de résolution pour permettre au groupe d'avancer. Si les causes peuvent être variées selon les contextes de la collaboration (Jehn et Mannix, 2001), seules celles qui sont particulières aux activités d'apprentissage collaboratif, comme l'APR, sont présentées dans ce cadre.

La zone de l'affection porte sur les émotions et sentiments dans les rapports individuels, interpersonnels et groupaux qui ont une incidence sur l'atteinte de la visée commune. Lorsque le groupe atteint un état de cohésion groupal, les membres ressentent de l'affection, de la confiance et de la sécurité mutuelles, ce qui crée un sentiment d'appartenance, d'engagement et de solidarité. Selon Jehn et Mannix (2001), des valeurs de travail (bienveillance, autonomie, flexibilité) partagées par tous les membres serait un facteur qui stimulerait la cohésion du groupe.

Il peut arriver que des conflits surviennent dans la zone de l'affection, que Jehn et Mannix (2001) qualifient de conflits liés aux relations interpersonnelles (Figure 1, conflit C2). Ils se manifestent lorsque les membres entretiennent des émotions négatives les un·es envers les autres, pouvant alors rendre le processus de prise de décision hostile ou entraver leur confiance mutuelle (Lee et al., 2015). Des personnalités incompatibles, de faibles habiletés sociales, des différences entre les membres (genre, appartenance à un groupe ethnique, âge, etc.) sont des causes potentielles de ces conflits (Jehn, 1997; Jehn et Mannix, 2001; Lee et al., 2015).

L'ensemble des activités déployées par le groupe pour atteindre la visée commune correspond à la zone du travail. Cela inclut la répartition des tâches entre les membres (rôles) et la structuration du travail, incluant la planification, la coordination, l'exécution et

l'évaluation continue. Les conflits associés à cette zone, que Jehn et Mannix (2001) qualifient de conflits liés à la tâche, se manifestent lorsque les membres n'ont pas les mêmes idées, compréhensions ou conceptions de la tâche. Ces conflits s'apparentent au concept de conflit sociocognitif de l'approche socioconstructiviste (Lee et al., 2015) et sont généralement bénéfiques pour la réalisation du travail collaboratif (Figure 1, conflit C1). En effet, les discussions et débats qui surviennent permettent aux étudiant-es de confronter leurs représentations, ce qui les amène à les clarifier ou à les restructurer pour mieux les exposer aux autres (Lee et al., 2015). Ces conflits ne mènent généralement pas à des émotions négatives, car il s'agit d'un débat d'idées (Jehn et Mannix, 2001).

La zone de pouvoir est l'émergence et la consolidation d'une structure de pouvoir et d'un leadership accepté par le groupe. Le pouvoir se définit comme étant à la fois une capacité d'agir (pouvoir de) et une capacité d'amener les autres à agir selon sa volonté (pouvoir sur). Ce pouvoir ne peut exister que s'il est légitimé par les membres du groupe, qui l'attribuent à une personne en raison de ses compétences ou qualités personnelles.

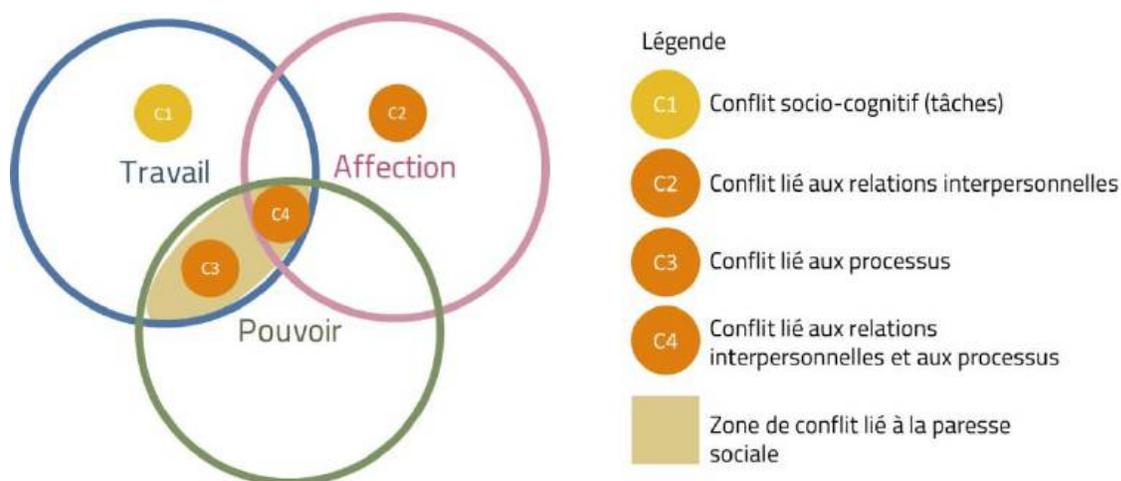
En général, les conflits qui surviennent dans la zone du pouvoir sont aussi liés à la zone du travail. Jehn et Mannix (2001) les qualifient de conflits liés aux processus (Figure 1, conflit C3) et concernent les désaccords reliés à la manière dont l'équipe doit procéder pour accomplir la tâche (Jehn, 1997; Jehn et Mannix, 2001). Cela inclut notamment l'attribution des tâches, le degré d'implication et les responsabilités de chaque membre, l'allocation des ressources et la détermination d'échéanciers (Jehn et Mannix, 2001; Lee et al., 2015). Ces conflits se situent à la fois dans la zone du pouvoir, car les membres tentent d'influencer les actions des autres. Ils se situent aussi dans la zone du travail, car ils concernent les activités à réaliser pour atteindre la visée commune.

Ces conflits surviennent souvent lorsqu'un-e membre de l'équipe n'accomplit pas les tâches sous sa responsabilité et s'attend à ce que les autres compensent pour son manque d'engagement (Jehn, 1997; Lee et al., 2015). Le terme paresse sociale (*social loafing*) désigne ce comportement qui consiste à réduire ou arrêter de fournir des efforts lors d'un travail collaboratif (Shepperd, 1993). La paresse sociale peut se produire lorsqu'il y a un noyau de personnes dans l'équipe qui contribue assez fortement au travail pour qu'une personne (hors du noyau) considère que son apport individuel n'est pas nécessaire (Shepperd, 1993). Cette personne fait preuve de paresse sociale pour bénéficier des retombées du travail collaboratif, sans assumer les coûts de l'effort. La paresse sociale peut aussi survenir chez une personne qui ne perçoit pas l'intérêt ou la valeur de la visée commune (Shepperd, 1993). L'étude de Lee et al. (2015) montre que les conflits liés aux processus qui sont causés par de la paresse sociale peuvent mener à des conflits liés aux relations interpersonnelles (Figure 1, conflit C4) et alors engendrer des répercussions négatives sur la performance de l'équipe.

Lorsque ces conflits surviennent dans le cadre d'une APR, chaque membre devrait être incité·e à agir pour les résoudre. En effet, la recherche d'un consensus et la contribution de tous et toutes sont importantes pour la construction de l'artéfact. Les étudiant·es devraient donc mettre en œuvre des stratégies de résolution, c'est-à-dire des actions qui visent à le résoudre ou à atténuer ses répercussions négatives. Comme la littérature sur ces stratégies de résolution semble peu développée, il nous a semblé pertinent de s'y intéresser.

Figure 1.

Les trois zones de la collaboration (Landry, 2007) et les conflits intraéquipes (Jehn et Mannix, 2001)



Méthodologie

Cette étude de type qualitative-interprétative (Savoie-Zajc, 2018) cherche à mieux comprendre les stratégies de résolution de conflits intraéquipes dans le contexte d'une APR. Le premier objectif vise à montrer les stratégies de résolution de conflits, c'est-à-dire les actions choisies et mises en œuvre par les étudiant·es lorsque confronté·es à des conflits intraéquipes durant une APR. Comme ces conflits peuvent réduire la performance de l'équipe (Lee et al., 2015), il apparaît important de s'intéresser à leur influence sur les apprentissages réalisés. Le deuxième objectif vise à exposer la perception des apprentissages réalisés, puis le troisième permet de comparer ces perceptions selon la présence de conflits intraéquipes et les stratégies employées pour les résoudre.

L'APR de la recherche

Cette recherche s'est déroulée auprès de 48 étudiant·es de 1^{re} année universitaire au baccalauréat en administration des affaires, qui devaient réaliser une APR interdisciplinaire durant leur deuxième trimestre. Cette APR se déroulait en contexte authentique et consistait en un mandat de consultation confié par une entreprise privée. Les équipes devaient comprendre la situation problématique, en faire une analyse approfondie pour rédiger un rapport de consultation contenant des recommandations visant à y répondre (artéfact). Pour y parvenir, les étudiant·es devaient mobiliser les contenus présentés dans les cinq cours du trimestre (comptabilité, gestion des opérations, gestion des ressources humaines, marketing et statistique).

Bien que l'évaluation du projet porta uniquement sur l'artéfact, l'intention pédagogique était également de favoriser le développement de compétences professionnelles en gestion, incluant la communication et la collaboration. Le projet a aussi été conçu pour permettre aux étudiant·es de réaliser des liens théorie-pratique et interdisciplinaires.

Deux critères ont été utilisés pour former les équipes. D'abord, l'équipe enseignante a réparti les 48 étudiant·es du groupe en huit équipes (de cinq ou six membres), en s'assurant que chacune inclue des étudiant·es qui avaient obtenu des notes élevées et des notes faibles au premier trimestre. Ensuite, la composition finale des équipes a été atteinte en considérant les recommandations formulées par l'équipe enseignante du premier trimestre, afin d'éviter des conflits interpersonnels entre des étudiant·es qui ont des personnalités incompatibles.

Pour favoriser une collaboration efficace, les étudiant·es ont été encouragés à visionner neuf vidéos portant sur la réalisation de travaux collaboratifs à l'université développées par la direction de l'apprentissage et de l'innovation pédagogique de l'École de gestion où s'est déroulée l'APR. Chaque équipe devait aussi élaborer un contrat d'équipe qui engageait ses membres à respecter des règles et qui incluait une démarche de résolution de conflits.

En dernier recours, les étudiant·es pouvaient contacter l'équipe enseignante pour les accompagner dans la résolution de conflits. Des membres de deux équipes y ont eu recours au motif qu'un ou plusieurs autres membres ne s'impliquaient pas assez. La personne enseignante qui avait une expérience professionnelle en gestion de conflits a alors rencontré les étudiant·es qui semblaient manifester de la paresse sociale.

Les participant·es et la méthode de collecte de données

Après la remise du rapport de consultation, la chercheuse principale s'est présentée dans un cours pour présenter le projet et inviter les étudiant·es à remplir un formulaire d'intention de participer à un entretien individuel. Un échantillon de douze participant·es a été constitué parmi les 25 étudiant·es intéressé·es, en s'assurant d'inclure au moins un·e membre de chaque équipe (Tableau 1).

Les entretiens individuels étaient essentiels pour s'assurer que chaque participant·e puisse s'exprimer en toute confidentialité sur des sujets sensibles, comme les conflits. Ces entretiens semi-dirigés d'une heure ont été effectués un mois après la fin du projet.

Le guide d'entretien contenait trois sections principales : apprentissages réalisés, expérience de collaboration et satisfaction à l'égard du projet. La section des apprentissages réalisés (2^e et 3^e objectif) contenait des thèmes liés aux principaux apprentissages, aux liens interdisciplinaires et théorie-pratique, au développement de la capacité à agir de façon professionnelle et au transfert des apprentissages. La section de l'expérience de collaboration (1^{er} et 3^e objectif) incluait des thèmes liés à la zone du travail (planification et répartition des tâches, modes de communication et de travail). Elle contenait également des thèmes liés à la zone du pouvoir (rôles des membres, processus de prise de décision, leadership) et des thèmes liés à la zone de l'affectif (ambiance de travail, émotions). Elle se terminait par des thèmes liés aux conflits intraéquipes et aux stratégies de résolution utilisées par l'équipe pour les surmonter. La dernière section du guide (satisfaction) visait à obtenir de la rétroaction en vue d'améliorer cette APR (non discutée dans cet article).

Tableau 1.*Liste des participant-es (pseudonyme et numéro d'équipe)*

| Pseudonyme (numéro d'équipe) | |
|------------------------------|--------------|
| Béatrice (1) | Claudine (1) |
| Gaston (2) | Léonie (2) |
| Hélène (3) | Alice (3) |
| Jordan (4) | Rose (4) |
| Marc (5) | Olivier (6) |
| William (7) | Thomas (8) |

La procédure d'analyse des données qualitatives

Les verbatims transcrits dans QDA Miner ont été analysés collectivement par l'équipe de chercheuses en suivant une démarche inductive modérée, s'appuyant sur une analyse de contenu thématique (Paillé et Mucchielli, 2016). La grille de codage initiale était fondée sur les trois sections principales du guide, tout en y incluant des sous-catégories faisant référence aux thèmes. Une première lecture d'un entretien par une codeuse a permis de créer les codes de cette grille initiale, puis quatre membres de l'équipe l'ont utilisée pour coder deux entretiens chacune, pour s'assurer de la compréhension commune de la grille. Les codages divergents, le faible taux d'accord interjuge et l'appropriation du corpus ont mené à des changements significatifs à la structure de la grille. C'est lors des discussions de l'équipe de chercheuses que la prépondérance des conflits et l'importance des émotions sont ressorties et que des codes spécifiques ont été intégrés pour pouvoir mieux les isoler. Ensuite, toutes les membres de l'équipe ont codé un entretien avec cette grille rectifiée pour s'assurer de sa validité. Une rencontre a ensuite permis de raffiner les définitions de codes. Enfin, deux membres de l'équipe ont codé individuellement le même entretien avec cette grille, pour lequel le taux d'accord interjuge était d'un peu moins de 70%. Cela a permis d'identifier les codes problématiques, pour lesquels il était nécessaire de clarifier les définitions, permettant alors qu'une membre code l'ensemble de douze entretiens.

L'équipe s'est ensuite réunie pour discuter de l'interprétation des segments codés reliés aux conflits et a constaté des divergences entre les équipes concernant leurs stratégies de résolutions de conflits. Il a alors été décidé de poursuivre les analyses pour mieux comprendre ces stratégies (premier objectif) et leur lien avec l'intensité des émotions ressenties.

Parmi les émotions ressenties, la frustration, « état de quelqu'un qui est frustré, empêché d'atteindre un but » (dictionnaire Larousse), était particulièrement présente et avait deux principales origines. Certain·es évoquaient leur incapacité à changer les comportements de membres de leur équipe qui faisaient preuve de paresse sociale ou qui avaient un niveau d'exigence trop élevé. Un étudiant a rapporté son incapacité à obtenir la note souhaitée à cause des compétences des membres de son équipe qu'il jugeait inférieures aux siennes. Ces sources se rapprochent de sources de frustration déjà identifiées chez les étudiant·es universitaires telles que le caractère incontrôlable d'une activité (Pekrun, 2006) et l'incapacité à résoudre un problème (Pekrun, 2012).

Néanmoins, le niveau de frustration était variable d'une personne à l'autre. Nous avons donc catégorisé les étudiant·es en fonction de l'intensité de la frustration ressentie tout en menant une analyse plus globale de l'ensemble des émotions négatives. Les caractéristiques des quatre niveaux d'intensité de l'émotion que nous avons isolés sont présentées à l'[Annexe 1](#). Elles se basent sur l'auto-déclaration des émotions par les étudiant·es mais également sur des indices verbaux (Kouamé and Liu, 2021).

L'analyse a permis d'identifier des similitudes et des divergences entre les équipes en ce qui concerne les actions entreprises pour résoudre les conflits. Pour garantir la fiabilité des résultats, toutes les interprétations ont été validées par une procédure visant à rechercher des cas divergents et à confronter les profils des équipes élaborés. Ceci a permis de constater que les discours des membres d'une même équipe n'étaient pas systématiquement les mêmes. Par conséquent, il a été décidé de concevoir des profils d'étudiant·es qui se distinguent selon les actions réalisées pour résoudre les conflits et parvenir à produire l'artéfact.

Pour exposer la perception des apprentissages réalisés et comparer ces perceptions selon la présence de conflits intraéquipes (2^e et 3^e objectifs), les verbatims ont d'abord été analysés pour faire ressortir tous les apprentissages que les participant·es ont mentionné avoir réalisés grâce au projet. Bien que la majorité des apprentissages soient mentionnés au début de l'entretien (section apprentissages), certains ont été nommés alors que les échanges portaient sur l'expérience de collaboration ou la satisfaction à l'égard du projet. Ils ont tous été conservés pour les analyses.

Résultats

Les résultats sont présentés en trois parties reflétant chaque objectif de cette étude. D'abord, les causes des conflits intraéquipes et les stratégies utilisées par les étudiant·es pour les résoudre sont exposées (1^{er} objectif). Ensuite, les principaux apprentissages réalisés sont présentés (2^e objectif), puis ils sont comparés selon la présence de conflits intraéquipes (3^e objectif).

Les causes des conflits intraéquipes et les stratégies pour les résoudre

Dix étudiant·es sur douze ont indiqué avoir vécu des tensions ou des conflits durant le projet, qui leur ont fait ressentir des émotions négatives. Si leurs causes sont relativement similaires, la manière de les résoudre varie (Figure 2). En effet, neuf étudiant·es ont indiqué ressentir de la frustration en constatant que des membres de leur équipe ne s'impliquaient pas autant que ce qu'ils et elles attendaient d'eux et que ce manque d'implication était généralement attribuable à des attentes de performances différentes.

Ces conflits sont liés aux processus et représentent plus particulièrement des cas de paresse sociale. Aussi, deux participant·es, Alice et Olivier, rapportent avoir ressenti de la frustration en constatant ne pas pouvoir atteindre un certain niveau de performance. Pour Alice, cette frustration semble liée à un manque d'influence sur la production de l'équipe (zone pouvoir) : face à une perception d'un manque d'effort des membres de son équipe, elle tente de les convaincre d'agir, sans succès. Pour Olivier, la frustration provient également de sa perception d'être plus compétent que les autres (zone travail), ce qu'il attribue à la formation imposée des équipes. Ainsi, ces deux participant·es pensent qu'il leur aurait été possible de faire mieux dans un autre contexte.

À l'inverse, William, qui rapporte ne pas avoir vécu de tension, tend à confirmer l'importance des attentes de performance dans l'émergence des tensions (zone travail). Il rapporte :

Dans l'équipe [...] on n'avait personne [...] qui visait genre un 4.3 [A+] et je pense que le fait que personne était là pour [...] la meilleure note possible [...] j'pense que cette mentalité-là était un peu dans l'équipe puis c'est pour ça qu'il y avait une belle ambiance.

Face à ces conflits, les étudiant·es ont utilisé une ou plusieurs stratégies de résolution, individuellement ou collectivement, pour permettre au projet d'avancer. Pour faciliter la compréhension des résultats, les cas sont présentés en fonction de la première stratégie de résolution utilisée : résignation, médiation ou confrontation.

La stratégie de la résignation immédiate

Quatre participant·es issu·es de deux équipes (Béatrice et Claudine, Jordan et Rose) ont choisi dès le départ de se résigner et d'accepter une implication réduite de certaines personnes de leur équipe (paresse sociale), sans tenter de les confronter ou de négocier avec elles. Il semble que ce soit la cohésion d'un sous-groupe d'étudiant·es de leur équipe qui les y a amené·es. Béatrice explique à plusieurs reprises qu'un sous-groupe de trois membres de son équipe fonctionnait bien et que les autres n'arrivaient pas à s'y intégrer :

C'était une équipe de trois sur cinq personnes à la base, une équipe de trois performantes [...] ça a bien fonctionné parce qu'on avait une bonne dynamique à trois. [...] D'un côté y'avait mon groupe de trois et moi qui essayions d'avancer tant bien que mal et les autres qui essayaient de se rapprocher mais en même temps ils savaient pas comment faire et nous on savait pas comment les intégrer non plus, donc ils étaient un peu sur le côté.

Néanmoins, cette résignation ne signifie pas que ces étudiant·es considèrent leurs conflits résolus. Ils et elles semblent plutôt avoir choisi de se résigner pour éviter la confrontation ou par anticipation qu'il ne serait pas possible d'influencer le comportement des membres qui s'impliquent moins. Pour trois de ces quatre étudiant·es, le niveau d'intensité de la frustration rapporté est faible.

La stratégie de la médiation

Trois participant·es (Olivier, Marc et Hélène), dont le niveau d'intensité des émotions varie de modéré à élevé, ont rapporté avoir eu recours à la médiation, en essayant de négocier un compromis avec un·e membre de leur équipe.

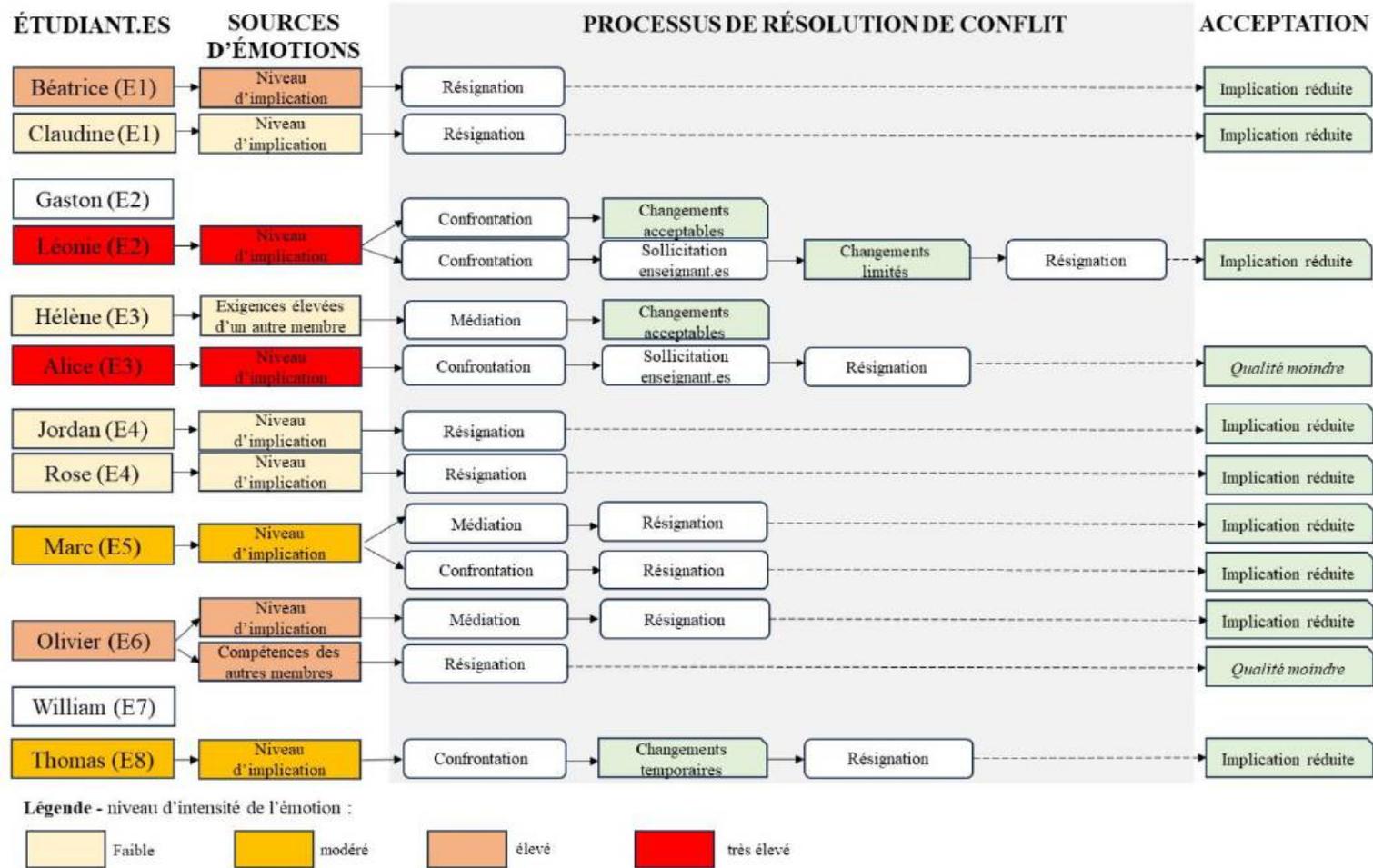
Pour Marc, la médiation a été faite collectivement avec une personne qui s'impliquait moins à cause d'une situation personnelle difficile. Si cette personne n'a pas haussé sa participation dans le projet, Marc mentionne que l'équipe s'est résignée, faisant preuve de compréhension envers cette situation personnelle.

Hélène a entrepris une médiation avec Alice, pour l'amener à diminuer ses exigences élevées. Selon elle, l'équipe est arrivée « à un point d'entente » et la médiation a donc été un succès. Cependant, Alice rapporte plutôt avoir été contrainte de se résigner et d'accepter que ses idées ne seraient pas retenues après une confrontation infructueuse.

Enfin, Olivier, dont le manque d'implication d'un autre membre a contribué aux frustrations qu'il a ressenties pendant le projet, a également mentionné qu'il s'était résigné à la suite d'une médiation infructueuse effectuée en groupe.

Figure 2.

Stratégies de résolution de conflits entreprises par les étudiant-es et niveau d'intensité des émoti



La stratégie de la confrontation

La confrontation, qui consiste à interpeler directement les personnes à la source des conflits pour influencer leur comportement, est l'action utilisée par quatre participant·es, dont le niveau d'intensité des émotions est modéré ou très élevé. Léonie, Alice, Marc et Thomas rapportent avoir eu recours à la confrontation avec des membres de leur équipe qui ne contribuaient pas assez, selon leurs attentes. Ils et elles mentionnent avoir communiqué avec ces personnes par courriel, lors de rencontres individuelles ou en équipe pour les amener à hausser leur niveau d'implication. À une exception près, cela n'a pas permis de résoudre les conflits : la confrontation n'a pas mené à une hausse de l'implication des membres visé·es ou elle était insuffisante ou temporaire. Face à des résultats insatisfaisants, les deux participant·es dont l'intensité des émotions est très élevée ont alors sollicité l'équipe enseignante pour les aider à régler le conflit.

Ainsi, Léonie et son équipe ont sollicité l'équipe enseignante pour qu'elle intervienne directement auprès d'un·e membre qui contribuait moins. Selon Léonie, cette intervention de l'équipe enseignante n'a mené qu'à des changements très limités, amenant l'équipe à se résigner.

Alice a également sollicité l'équipe enseignante après une confrontation sans succès pour faire valoir ses idées. N'ayant aucun pouvoir sur les décisions prises dans son équipe, elle a demandé à l'équipe enseignante de confirmer la pertinence de ses idées pour les faire accepter à ses collègues. L'analyse du discours d'Hélène confirme l'isolement et l'insistance d'Alice au sein de son équipe. En effet, comme mentionné ci-haut, elle a déclaré qu'une personne aux exigences élevées a généré « un peu de frustration » à la fin du projet, mais que l'équipe est arrivée « à un point d'entente » après une situation de médiation. Néanmoins, la perception d'Alice est plutôt à l'opposé : elle mentionne s'être résignée puisqu'elle ne parvenait pas à convaincre les membres de son équipe.

Thomas, qui semblait ressentir un niveau de frustration modéré, affirme qu'il était initialement satisfait des changements de comportement des membres de son équipe, mais il souligne que leur manque d'implication est réapparu en fin de projet. S'il a alors décidé de ne pas impliquer l'équipe enseignante, car il avait la perception que cela nuirait à l'ambiance du groupe, il relève que « la fin de travail a été désastreuse » et que c'était « une erreur » de ne pas solliciter les enseignant·es. Il s'est, comme les autres, résigné à accepter une implication réduite de ces personnes.

Marc, qui tient un discours suggérant un niveau modéré de frustration, explique qu'une deuxième personne a diminué son implication en arrêtant de travailler pendant une semaine sans prévenir les autres. Le noyau dur (trois personnes) a tenté de la confronter, sans succès, cette dernière ne répondant pas à leurs messages. Marc et son équipe se sont alors résignés

une deuxième fois à accepter cette situation. Le noyau dur n'a donc pas réussi à influencer le comportement de ces personnes qui s'impliquaient moins, malgré leurs efforts.

En résumé, l'ensemble des participant·es qui ont eu recours à la confrontation ont fini par se résigner et ont accepté que certain·es membres de leur équipe maintiennent des comportements de paresse sociale. Leurs discours soutiennent que la résignation ne constitue pas une solution satisfaisante, mais qu'elle devient la seule option possible devant leur incapacité à influencer le comportement de leurs collègues. Cela dit, ces conflits semblent avoir été la source de nombreux apprentissages.

Les principaux apprentissages réalisés

Malgré les conflits vécus, ces étudiant·es ont tous et toutes mentionné avoir réalisés de nombreux apprentissages grâce à l'APR. Cette section en présente une synthèse tout en approfondissant ceux liés à la collaboration.

Principaux apprentissages autorapportés

La première question de l'entretien amenait les étudiant·es à expliciter leurs principaux apprentissages réalisés grâce à l'APR. Après une première réponse, des questions de relance permettaient de confirmer si l'étudiant·e avait la perception d'avoir réalisé d'autres apprentissages, dont des liens interdisciplinaires, des liens théorie-pratique et des habiletés liées à l'agir professionnel, incluant la collaboration et la communication. Les réponses des participant·es sont résumées dans les quatre premières colonnes du Tableau 3.

Les douze participant·es ont indiqué que le projet leur a permis de prendre conscience des liens interdisciplinaires et des synergies entre les disciplines dans le milieu professionnel. Léonie rapporte avoir compris « à quel point toutes les matières étaient liées ensemble [...] ». On pouvait pas avancer à 100 % une matière sans que l'autre vienne compléter ou vienne répondre à des questions ». Béatrice, Gaston, Rose et Thomas expliquent avoir dorénavant une vision plus globale de la gestion d'entreprise. Béatrice affirme qu'elle comprend mieux les interrelations entre les départements d'une entreprise : « si j'suis dans une entreprise, je vais comprendre pourquoi est-ce que les autres départements feront ces choix-là, parce que justement, j'aurai travaillé avec une vision globale de comment fonctionne une entreprise ».

Le projet a permis à l'ensemble des participant·es de réaliser des liens théorie-pratique significatifs. Huit indiquent que ces liens ont été réalisés grâce à l'application concrète des concepts à un projet authentique. Marc soutient que ces liens ont donné un sens aux apprentissages : « ça a permis donc de mettre en pratique ces connaissances et aussi leur

donner un sens parce que souvent on va apprendre des choses sans forcément [...] savoir pourquoi on l'apprend ». Béatrice, Gaston, Léonie et Jordan relèvent avoir saisi l'utilité de certains concepts à travers le projet. Jordan explique avoir compris comment les concepts en statistique pouvaient être mobilisés en situation professionnelle : « statistique, je voyais plus ça comme des math, [...] mais là on a pu voir [...] ça sert à ça dans la vraie vie ».

Tableau 3.

Apprentissages autorapportés, stratégies de résolution des conflits intraéquipes et intensité des émotions

| Participant·es | Liens inter-disciplinaires | Liens théorie pratique | Concepts disciplinaires | Habilités de collaboration | Collabo – résolution de conflits | Actions pour résoudre conflits | Intensité des émotions |
|----------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Béatrice | + * | + * | + * | NA | NA | R | +++ |
| Claudine | + * | + | NA | + * | NA | R | + |
| Gaston | + | + * | + * | + | NA | NA | NA |
| Léonie | + * | + | + - | + | + | C | ++++ |
| Hélène | + | + | + * | + * | NA | M | + |
| Alice | + * | + * | + | + | + | C | ++++ |
| Jordan | + * | + | NA | + - | NA | R | + |
| Rose | + * | + * | NA | NA | NA | R | + |
| Marc | + | + * | NA | + * | +* | M et C | ++ |
| Olivier | + | + - | - | + * | + | M et R | +++ |
| William | + | + - | + | + * | NA | NA | NA |
| Thomas | + * | + * | NA | + | + | C | ++ |

Légende : Pour les apprentissages (cinq premières colonnes) : + : Apprentissage perçu ; + - : Apprentissage perçu de façon limitée ; - Pas d'apprentissage perçu ; NA : élément qui n'a pas été mentionné par l'étudiant·e. Les éléments étoilés signifient que ces apprentissages ont été explicitement mentionnés par l'étudiant·e lors de la première question de l'entretien portant sur « les principaux apprentissages réalisés grâce au projet ». Les autres apprentissages proviennent des questions de relance. Stratégies de résolution de conflits : R : résignation, M : médiation, C : confrontation et NA : non applicable. Intensité des émotions : + : faible, ++ : modérée, +++ : élevée, ++++ : très élevée.

Quelques participant·es ont nuancé leur discours en mentionnant que parmi les liens interdisciplinaires et théorie-pratique potentiels, certains sont moins naturels ou plus artificiels. Marc et William expliquent que le projet n'était pas propice à l'application de

certaines concepts disciplinaires, limitant alors la capacité à naturellement établir des liens théorie-pratique. Gaston reconnaît que beaucoup de liens entre disciplines émergent lors du projet, mais estime que certains s'avèrent « forcés ». Olivier et William soulèvent que des consignes et critères d'évaluation propres à chaque cours constituaient une limite à leur appropriation des liens interdisciplinaires.

Si l'ensemble des participant·es a vu des liens théorie-pratique, sept ont également mentionné que le projet leur a permis de comprendre la complexité inhérente à l'application de la théorie en contexte authentique. Pour plusieurs, cette complexité émane de l'importance et de la difficulté à trouver l'information pertinente durant cette APR. Thomas, qui considère d'ailleurs la réalisation de cette complexité comme un de ses apprentissages principaux, explique : « chaque fois qu'on veut prendre une décision, ou analyser quelque chose, on se rend toujours compte que y'a des variables qui manquent, que y'a des informations qui nous manquent ». Bref, les apprentissages des liens théorie-pratique portent aussi sur la compréhension de la complexité de la pratique professionnelle relativement à la simplicité des activités d'apprentissage en contexte fictif.

La perception que l'APR aide à mieux comprendre des concepts théoriques n'est présente que chez sept participant·es. Cette perception semble en partie s'expliquer par la répartition du travail par disciplines au sein des équipes qui les a amené·es à approfondir leurs apprentissages dans seulement quelques disciplines, comme en témoigne Gaston : « C'est très orienté vers les tâches qu'on s'est données [au sein de] notre équipe, comme par exemple, moi [...] j'ai mis beaucoup de temps sur RH, [...] sur marketing, pis j'ai aussi eu des discussions avec l'équipe pis les professeurs par rapport à cette matière-là, [...] donc ça été super bénéfique, pis ça a paru par la suite dans mes examens. ». Aussi, Léonie et Olivier invoquent que les exemples et exercices des cours étant suffisants pour comprendre les concepts.

Apprentissages autorapportés liés à la collaboration

Le développement d'habiletés de collaboration grâce à la réalisation du projet a été relevé par dix participant·es, dont cinq le considèrent comme l'un de leurs principaux apprentissages (Tableau 3). Ces habiletés se répartissent à travers les trois zones du modèle de Landry, bien qu'elles concernent principalement des habiletés sociales et des comportements associés à une attitude de coopération.

Neuf participant·es ont discuté d'apprentissages liés à la zone du travail (Claudine, Gaston, Léonie, Hélène, Alice, Jordan, Olivier, William et Thomas), qui concernent principalement la conciliation des différentes méthodes de travail et les attentes par rapport au projet. Pour

Gaston, cette conciliation était au cœur de la notion de travail d'équipe. Pour d'autres, la gestion des différentes attentes et méthodes de travail a été à la fois un défi et un apprentissage important :

« C'est pas nous qui ont choisi nos partenaires, donc on a dû s'adapter au rythme de chacun, aux façons de faire de chacun, donc ça j'pense que c'est vraiment un gros apprentissage » (Hélène).

L'organisation des rencontres ou la répartition du travail a aussi été un apprentissage significatif pour cinq participant·es. William explique : « j'pense [que] le plus gros [apprentissage] c'est un peu l'organisation du travail », qui représente pour lui la conciliation des méthodes de travail pour compléter les travaux à temps. Pour Léonie, Hélène et Alice, leurs apprentissages portaient surtout sur la planification des rencontres d'équipe, la gestion du temps et des échéanciers. Claudine mentionne avoir appris à s'assigner des tâches et à les respecter sans empiéter sur celles des autres.

Grâce au projet, trois participant·es (Claudine, Marc et Olivier) ont réalisé des apprentissages liés à la zone du pouvoir, notamment l'importance du leadership. Claudine et Marc en ont explicitement reconnu la pertinence pour une collaboration efficace :

« [...] j'ai appris aussi que si t'as pas une personne qui mène, ça va pas aller loin. [...] Tout le monde peut avoir des bonnes intentions, mais si y'a pas une personne qui prend la tête du bateau, ça va pas avancer » (Claudine).

Six participant·es (Claudine, Léonie, Alice, Marc, Olivier, Thomas) ont indiqué avoir réalisé des apprentissages associés à la zone de l'affection qui sont, à l'exception de Claudine, liés à la résolution des conflits intraéquipes. Ils et elles expliquent avoir appris à gérer les conflits, afin de diminuer les frustrations ressenties. Alice conçoit que cela lui sera utile dans sa vie professionnelle : « [...] dans la vraie vie y'aura des conflits d'équipe aussi. Pis là on apprend à gérer tout ça ». Enfin, quatre participant·es ont mentionné avoir développé des habiletés de communication facilitant la résolution de conflits.

Liens exploratoires entre les conflits et les apprentissages

Les trois dernières colonnes du Tableau 3 présentent les apprentissages liés à la collaboration qui portent spécifiquement sur la résolution de conflits intraéquipes, la première stratégie mise en œuvre pour les résoudre et l'intensité des émotions des participant·es. Ce tableau montre que, peu importe l'expérience de collaboration, l'ensemble des participant·es a rapporté avoir réalisé des apprentissages en termes de liens

interdisciplinaires et théorie-pratique. Il ne semble donc pas y avoir de liens entre ces apprentissages et la présence ou l'absence de conflits intraéquipes.

Aussi, tous les participant·es qui ont utilisé la confrontation pour résoudre leurs conflits ont témoigné d'apprentissages liés à leurs habiletés à les résoudre. De plus, les deux participantes dont l'intensité des émotions est très élevée, un participant dont l'intensité est élevée et les deux participants dont l'intensité est modérée ont mentionné avoir réalisé de tels apprentissages. Ceux et celles dont l'intensité est faible ou qui n'ont pas agi pour résoudre les conflits (intensité non applicable) n'en ont pas parlé lors des entretiens. Ainsi, l'intensité des émotions conduirait possiblement au développement d'habiletés de résolution de conflits intraéquipes.

Discussion

Ces résultats amènent trois éléments de discussion, dont le premier vise à expliquer les choix de stratégies de résolution de conflits. Ensuite, nous recommandons un meilleur accompagnement des étudiant·es lors d'une APR et nous réitérons la pertinence de l'APR pour soutenir les apprentissages et ce, malgré les conflits.

L'intensité des émotions : un facteur déterminant des stratégies de résolution des conflits ?

Si la majorité des types de conflits observés dans cette étude sont liés aux processus et causés par de la paresse sociale, les participant·es ont choisi différentes stratégies pour les résoudre (résignation, médiation, confrontation). Ces résultats exploratoires suggèrent que l'intensité des émotions serait un facteur déterminant de leur choix. Un faible niveau d'intensité serait associé à une résignation immédiate. Une intensité modérée à élevée inciterait à utiliser la médiation ou la confrontation pour résoudre les conflits. Lorsque l'intensité est très élevée, elle amènerait à utiliser plus d'une stratégie, si la première n'a pas permis de résoudre le conflit. Nous suggérons d'approfondir ces liens entre l'intensité des émotions et les stratégies de résolution choisies, par exemple avec un cadre théorique lié aux émotions, semblable à celui de Pekrun et Linnenbrink-Garcia (2012).

Le besoin d'un accompagnement à la collaboration dans une APR, pour éviter la paresse sociale

Nos résultats amènent à recommander un accompagnement proactif par les enseignant·es pour faciliter la collaboration durant une APR et surtout pour éviter les conflits intraéquipes et les comportements de paresse sociale. En effet, dix participant·es sur douze ont rapportés

avoir vécu des conflits intraéquipes qui étaient majoritairement causés par de la paresse sociale. Peu importe la stratégie de résolution (résignation, médiation, confrontation) utilisée, la conclusion est généralement la même : des étudiant·es finiront par accepter les comportements de paresse sociale des autres ou que le projet n'atteindra pas le niveau de qualité souhaité.

Bien que ces résultats pourraient s'expliquer par une formation insuffisante à la collaboration dans ce projet (voir la méthodologie), le manque d'encadrement proactif de la part de l'équipe enseignante pourrait aussi en être un facteur déterminant. Ainsi, comme Lee et al. (2015) et Krajcik et Shin (2022), nous soutenons qu'il est essentiel que les étudiant·es soient accompagné·es dans leur processus de collaboration, et ce, de façon proactive avant que les tensions émergent. L'intention de cet accompagnement est de s'assurer de la contribution de toutes et tous à la construction de l'artéfact, permettant ainsi d'atténuer les frustrations ressenties et d'améliorer la cohésion d'équipe.

Apprentissages autorapportés lors d'une APR et présence de conflits

Nos résultats suggèrent que la présence de conflits intraéquipes liés aux processus n'aurait pas systématiquement d'incidence sur les apprentissages non liés à la collaboration. En effet, malgré la prévalence des tensions et conflits vécus, l'ensemble des participant·es a rapporté que l'APR leur a permis de réaliser des apprentissages variés, cohérents avec les objectifs d'apprentissage du projet. Par ailleurs, neuf participant·es ont rapporté avoir développé des habiletés de collaboration variées, associées aux trois zones du modèle de Landry. L'expérimentation de conflits intraéquipes pourrait contribuer à développer des habiletés pour les résoudre. Néanmoins, ces résultats sont exploratoires et le rôle des conflits sur les apprentissages serait à explorer davantage.

Conclusion et pistes futures

Cette étude apporte un éclairage nouveau sur l'expérience de collaboration en enrichissant les connaissances quant aux causes et aux stratégies de résolution de conflits utilisées par des étudiant·es universitaires en administration des affaires lors d'une APR. Ces conflits surviendraient fréquemment et seraient généralement causés par de la paresse sociale. La frustration et son intensité influenceraient les stratégies utilisées pour les résoudre. Malgré cela, de nombreux apprentissages grâce à l'APR sont autorapportés, rappelant la pertinence de ce modèle. Rappelons toutefois que cette étude exploratoire se base sur un échantillon limité de volontaires qui ont réalisé la même APR interdisciplinaire. Les résultats ne reflètent donc que les perceptions de ceux et celles qui ont eu envie de participer à la recherche.

Ces limites amènent de nouvelles questions à étudier. D'abord, les discours des participant-es suggèrent que l'imposition de la composition des équipes serait un facteur qui contribue à ces conflits intraéquipes. Le choix des membres de son équipe mènerait-il à autant de cas de paresse sociale, de conflits et aux mêmes choix de stratégies ? Les apprentissages, dont ceux liés à la collaboration, seraient-ils les mêmes ? Par ailleurs, un accompagnement proactif de l'équipe enseignante permettrait-il d'éviter que les conflits ne se terminent par une résignation ?

Remerciements

Les autrices tiennent à remercier les étudiant-es qui ont accepté de participer à la recherche.

Références

- Bedwell, W. L., Wildman, J. L., DiazGranados, D., Salazar, M., Kramer, W. S. et Salas, E. (2012). Collaboration at work: An integrative multilevel conceptualization. *Human Resource Management Review*, 22(2), 128-145. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2011.11.007>
- Chen, C.-H. et Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Chiocchio, F., Grenier, S., O'Neill, T., Savaria, K. et Willms, J. (2012). The effects of collaboration on performance: A multilevel validation in project teams. *Int. J. of Project Organisation and Management*, 4, 1-37. <https://doi.org/10.1504/IJPOM.2012.045362>
- Crespí, P., García-Ramos, J. M. et Queiruga-Dios, M. (2022). Project-Based Learning (PBL) and Its Impact on the Development of Interpersonal Competences in Higher Education. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 11(2), 259-276.
- Gabelica, C., De Maeyer, S. et Schippers, M. C. (2022). Taking a free ride: How team learning affects social loafing. *Journal of Educational Psychology*, 114(4), 716-733. <https://doi.org/10.1037/edu0000713>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S. et Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>

- Helle, L., Tynjälä, P. et Olkinuora, E. (2006). Project-Based Learning in Post-Secondary Education – Theory, Practice and Rubber Sling Shots. *Higher Education*, 51(2), 287-314. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6386-5>
- Hmelo-Silver, C. E., Chinn, C. A., Chan, C. K. K. et O'Donnel, A. (dir.). (2013). *The international handbook of collaborative learning*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Hussein, B. (2021). Addressing Collaboration Challenges in Project-Based Learning: The Student's Perspective. *Education Sciences*, 11. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1307458>
- Jehn, K. A. (1997). A Qualitative Analysis of Conflict Types and Dimensions in Organizational Groups. *Administrative Science Quarterly*, 42(3), 530-557. <https://doi.org/10.2307/2393737>
- Jehn, K. A. et Mannix, E. A. (2001). The Dynamic Nature of Conflict: A Longitudinal Study of Intragroup Conflict and Group Performance. *The Academy of Management Journal*, 44(2), 238-251. <https://doi.org/10.2307/3069453>
- Johnsen, M. M. W., Sjølie, E. et Johansen, V. (2023). Learning to Collaborate in a Project-based Graduate Course: A Multilevel Study of Student Outcomes. *Research in Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s11162-023-09754-7>
- Kouamé, S. et Liu, F. (2021). Capturing emotions in qualitative strategic organization research. *Strategic Organization*, 19(1), 97-112. <https://doi.org/10.1177/1476127020935449>
- Krajcik, J. S. et Shin, N. (2022). Project-Based Learning. Dans R. K. Sawyer (dir.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (3e éd., p. 72-92). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108888295.006>
- Lai, C.-L. (2021). Effects of the group-regulation promotion approach on students' individual and collaborative learning performance, perceptions of regulation and regulation behaviours in project-based tasks. *British Journal of Educational Technology*, 52(6), 2278-2298. <https://doi.org/10.1111/bjet.13138>
- Landry, S. (2007). Travail, affection et pouvoir dans les groupes restreints : Le modèle des trois zones dynamiques. PUQ: Presses de l'Université du Québec.
- Leduc, D., Cambron-Goulet, M., Aubin, A.-S. et Raynault, A. (2022). La collaboration dans le travail en groupe en contexte d'examen collaboratif à l'université. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 38(3). <https://doi.org/10.4000/ripes.4290>
- Lee, D., Huh, Y. et Reigeluth, C. M. (2015). Collaboration, intragroup conflict, and social skills in project-based learning. *Instructional Science*, 43(5), 561-590. <https://doi.org/10.1007/s11251-015-9348-7>
- Morgan, S. D. et Stewart, A. C. (2019). Teams in Management Education. *Journal of Management Education*, 43(5), 573-582. <https://doi.org/10.1177/1052562919864377>

- Paillé, P. et Mucchielli, A. (2016). Chapitre 11. L'analyse thématique. Dans *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (Quatrième édition, p. 235-312). Armand Colin. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb45070160r>
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R. et Linnenbrink-Garcia, L. (2012). Academic Emotions and Student Engagement. Dans S. L. Christenson, A. L. Reschly et C. Wylie (dir.), *Handbook of Research on Student Engagement* (p. 259-282). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_12
- Rogat, T. K. et Adams-Wiggins, K. R. (2015). Interrelation between regulatory and socioemotional processes within collaborative groups characterized by facilitative and directive other-regulation. *Computers in Human Behavior*, 52, 589-600. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.026>
- Savoie-Zajc, L. (2018). La recherche qualitative/interprétative en éducation. Dans *La recherche en éducation: étapes et approches* (4e édition, p. 191-218). ERPI.
- Shah, P. P., Peterson, R. S., Jones, S. L. et Ferguson, A. J. (2021). Things Are Not Always What They Seem: The Origins and Evolution of Intragroup Conflict. *Administrative Science Quarterly*, 66(2), 426-474. <https://doi.org/10.1177/0001839220965186>
- Shepperd, J. A. (1993). Productivity loss in performance groups: A motivation analysis. *Psychological Bulletin*, 113(1), 67-81. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.113.1.67>
- Splichal, J. M., Oshima, J. et Oshima, R. (2018). Regulation of collaboration in project-based learning mediated by CSCL scripting reflection. *Computers & Education*, 125, 132-145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.003>
- Villeneuve, L. (2010). Chapitre 9. L'accompagnement des équipes d'étudiants. Dans *Accompagner des étudiants* (p. 247-270). De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.rauce.2010.01.0247>
- Webb, N. M. (2013). Information processing approaches to collaborative learning. Dans C. E. Hmelo-Silver, C. A. Chinn, C. K. K. Chan et A. O'Donnell (dir.), *The international handbook of collaborative learning*. Routledge, Taylor & Francis Group.

Annexe 1. Niveau d'intensité des émotions

| Niveau d'intensité | Caractéristiques |
|--------------------|--|
| Faible | Constat qu'un.e ou plusieurs étudiant.es s'impliquent moins. Exemple de verbatim : « <i>On était trois qui travaillaient. On était vraiment, quand on disait « ok on fait une rencontre », on savait que les trois on allait être là puis que si les autres voulaient venir, ils venaient mais dans nos têtes on savait que quand on disait « ok il y a une rencontre », c'est pour nous trois, c'est tu viens si tu veux, que tu viennes ou que tu viennes pas, t'as probablement pas lu ce qu'on a déjà fait donc, ton apport sera minime, à trois on savait qu'on pouvait rouler» (Claudine)</i> |
| Modéré | Constat qu'un.e ou plusieurs étudiant.es s'impliquent moins et exemple(s) de situations où l'étudiant.e a dû compenser pour ces manques d'implication et évoque que cela l'a dérangé ou déçu. Exemples de verbatims : « <i>les trois qui travaillaient vraiment beaucoup, ce qui nous a un p'tit peu embêté c'est que on avait une fille dans notre groupe, une semaine avant le rendu final, l'oral, qui est partie à New York faire la simulation de l'ONU, donc ça il y a pas de souci avec ça, très bien, sauf qu'elle nous a pas donné de nouvelles, elle était jamais là et on s'est dit au début que c'était pas grave, son emploi du temps était très pris, etcétera, etcétera, et que on allait essayer de faire sans, sauf que dans la classe y'avait plusieurs personnes qui faisaient cette simulation et il y avait une fille qui elle tous les soirs appelait son équipe, essayait justement de pas les mettre dans la merde, si j'peux employer ce mot, et nous c'est pas ce qu'elle a fait et du coup on a trouvé ça très moyen, et puis ça s'est vu sur l'oral final où elle a dit trois phrases. » (Marc) « <i>L'ambiance était plus aussi bonne qu'en février, mais on a eu un talk parce que moi j'me suis ramassé vu qu'on était juste trois sur six, moi j'me suis ramassé à terminer le travail tout seul à quatre heures du matin la veille de la remise parce que je me suis rendu compte que y'avait des parties qui avaient pas du tout été faites puis on répondait pas à mes messages.» (Thomas)</i></i> |

Élevé Sources de frustration multiples (manque d'implication et compétences des autres considérés comme moins grandes)

et plusieurs exemples de situations où l'étudiant.e a dû compenser pour ces manques d'implication ou de qualité du travail **et** émotions négatives implicites et explicites liées à l'iniquité et au caractère désagréable de l'expérience.

Exemples de verbatims : « *Ce qui a moins bien fonctionné c'est que les personnes étaient moins bien impliquées donc quand on était là pour travailler ensemble, au lieu d'avancer, nous on avait à répondre aux interrogations sur les devoirs passés des autres (...) après forcément, d'un côté il y avait mon groupe de trois et moi qui essayons d'avancer tant bien que mal et les autres qui essayaient de se rapprocher...* » (Béatrice)

« *Moi je suis plus ou moins pour cette approche là [équipes imposées] parce que ça fait que normalement les gens qui travaillent super bien doivent palier pour le travail qui est moins bien fait par d'autres puis particulièrement dans le contexte du HEC, moi je suis quand même considéré comme quelqu'un d'étant fort j'ai beaucoup d'autres implications qui demande beaucoup de temps en dehors de la classe, puis si je dois faire un gros projet qui me demande de palier pour le travail de plein d'autres coéquipiers, ça fait que mon travail à moi est de vraiment, vraiment moins bonne qualité, parce que je dois constamment parler à quelqu'un, genre je lis une page, qui est juste comme vraiment mal écrit parce que y'ont pas du tout compris là, j'interagis avec eux, ça fait que toute la qualité du travail est amoindrie* » (Olivier)

Très élevé Étudiant.es qui évoquent longuement les problèmes d'équipe **et** émotions très négatives explicites à plusieurs reprises.

Exemples de verbatims : « *Je trouve qu'on est des gens vraiment, on aime ça se mettre à 100% là-dedans mais de savoir que y'en a deux, [...], qui font rien, nous ça nous démotive, ça nous donne pas envie. Puis je sais que ça crée vraiment beaucoup de frustration...* » (Léonie)

« *J'haïs ça traîner du monde en arrière, j'haïs ça.* » (Alice)

Former à la démarche scientifique grâce à la pédagogie active et la formation par la recherche : cas d'une Unité d'Enseignement de chimie expérimentale.

Jonathan Piard et Marine Moyon
Université Paris-Saclay, Paris, France

Pour citer cet article :

Piard, J. et Moyon, M. (2024). Former à la démarche scientifique grâce à la pédagogie active et la formation par la recherche : cas d'une Unité d'Enseignement de chimie expérimentale. *Didactique*, 5(2), 151-205. <https://doi.org/10.37571/2024.0206>.

Résumé : La mise en place d'une démarche scientifique dans un contexte nouveau constitue une compétence que tout étudiant·e universitaire devrait être en mesure de développer. Pour les étudiant·es suivant le parcours de sciences visant à former à des professions en lien avec la recherche, cette compétence constitue même un fondement indispensable. Dans les programmes d'enseignement des sciences, une des activités pédagogiques les plus fréquemment adoptées pour travailler cette compétence reste le travail en laboratoire (i.e. un type de travaux pratiques ; TP). Toutefois, le format de ces TP, souvent orienté vers la vérification, peut en limiter les retombées ou éventuels bénéfiques. Un format innovant dans notre contexte d'enseignement a été conçu et appliqué à toute une unité d'enseignement (UE) de TP étendue sur une année, pour 39 étudiant·es de troisième année universitaire (Licence 3 ; L3) de chimie. Ce format intègre les principes de la pédagogie active et de la formation par la recherche. Durant l'année, cinq séquences se succèdent ; chacune comprenant notamment une séance préparatoire, une séance expérimentale en laboratoire et une séance d'échanges en aval. Chacune de ces séquences conduit à la réalisation de travaux de type recherche (e.g. poster scientifique, article scientifique) par les étudiant·es. Afin de mesurer la pertinence relative du dispositif pédagogique mis en œuvre, comparativement aux autres dispositifs proposés dans les autres UEs au programme de la formation de L3 – toutes les UEs visant à développer la démarche scientifique – , un questionnaire auto-rapporté a été distribué aux

étudiant-es à la fin de chacun des deux semestres universitaires. Il leur était demandé d'indiquer dans quelle mesure ils estimaient avoir développé, dans chaque UE, la compétence de mettre en œuvre une démarche scientifique en mobilisant des connaissances, des savoir-faire et des façons d'agir propres à celle-ci. En parallèle, ils étaient aussi interrogés sur leur perception d'acquisition de connaissances, de savoir-faire et de façons d'agir liés aux bonnes pratiques de laboratoire et à l'environnement de travail. Afin d'évaluer l'atteinte des différents objectifs d'apprentissage (i.e. différentes étapes de la démarche scientifique), les productions des étudiant-es ont été évaluées au moyen de grilles d'évaluation dont les critères traduisaient ces différents objectifs d'apprentissage. Les résultats indiquent que les étudiants ont la perception d'avoir développé la compétence de mise en œuvre d'une démarche scientifique, et tout particulièrement au travers de notre UE de TP. Par ailleurs, les différents scores attribués par les étudiant-es à notre UE de TP sont significativement supérieurs à ceux attribués à la majorité des autres UEs, sauf en ce qui concerne l'acquisition de savoirs liés à l'environnement de travail où aucune différence n'est retrouvée entre les UEs. Les moyennes académiques particulièrement élevées des productions étudiantes indiquent que les objectifs d'apprentissage ont, selon l'enseignant évaluateur, été atteints. Ainsi, il semblerait possible de former efficacement à la démarche scientifique, en passant par l'application de principes de la pédagogie active et de la formation par la recherche.

Mots-clés : démarche scientifique, pédagogie active, formation par la recherche, travaux pratiques.

Introduction

Au sein de notre institution, l'ENS Paris-Saclay, une Grande École française pluridisciplinaire formant aux différents métiers de la recherche et de l'enseignement supérieur (ENS Paris-Saclay, 2024), la formation par la recherche est à la fois un engagement institutionnel et une intention pédagogique du corps professoral. Dans nos programmes éducatifs, cela se matérialise d'une part, par un « contact immersif précoce » avec la recherche en mobilisant les laboratoires de l'École lors de stage long ou projet court, et d'autre part, par la mise en œuvre de plusieurs types d'activités pédagogiques permettant aux étudiant·es de se former à la recherche et notamment à la démarche scientifique dès leur entrée dans notre école en troisième année universitaire (i.e. Licence 3; L3).

Suite à la mise en place en 2018, de l'approche par compétences (Poumay, 2017; Poumay et al., 2017; Poumay et Georges, 2022) au sein de notre école (injonction institutionnelle), l'équipe pédagogique du département de chimie de L3, s'est réunie et a abouti à la conclusion que les différentes unités d'enseignement (UEs)¹ de notre licence devaient permettre aux étudiant·es de :

- 1- *Adopter une démarche scientifique pour résoudre un problème en chimie nécessitant la mobilisation des connaissances acquises pendant la formation*
- 2- *Adopter de bonnes pratiques de laboratoire respectant les règles d'hygiène et sécurité pour la réalisation de synthèse et la caractérisation de composés chimiques*
- 3- *Appréhender un environnement de travail au travers du milieu de la recherche et de l'enseignement.*

Cette conclusion, combinée aux résultats des enquêtes menées en 2016 et 2017 auprès des étudiant·es et des enseignant·es – qui ont mis en évidence l'absence d'activités pédagogiques spécifiques sur la démarche scientifique ainsi qu'une forte prédominance des UEs axées sur les connaissances scientifiques – ont motivé quelques ajustements à la structure du programme de L3. Ainsi, en 2018, il a été décidé d'introduire une nouvelle UE de travaux pratiques centrés sur la démarche scientifique, qui fait l'objet de cette étude.

Activement impliqué dans une démarche de Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) (Biémar et al., 2015; Boyer, 1991; Colet et al., 2011) et désireux à la fois de suivre les préconisations de la littérature concernant l'organisation et le déroulement des activités de TP (Carnduff et al., 2017; Carnduff et Reid, 2017; Reid et Shah, 2007) mais aussi d'expérimenter la pédagogie active (Arik et Yilmaz, 2020; Biggs et Tang, 2011), le premier auteur a élaboré en 2018 cette UE de L3 intitulée « Initiation à la démarche scientifique », et qui se déroule sur une année universitaire. Dans ce cadre, cinq séquences pédagogiques (sur

¹ Une unité d'enseignement (UE) est constituée de plusieurs séances pédagogiques – au format cours (i.e. « lecture » pour le terme anglo-saxon) et/ou travaux dirigés et/ou travaux pratiques – pour un volume horaire généralement compris entre 25h et 50h (i.e. 2,5 à 5 crédits ECTS - European Credit Transfer and Accumulation System).

5 thèmes de chimie différents) pour se former à mettre en œuvre une démarche scientifique et apprendre à communiquer aux moyens de productions de type recherche (i.e. poster, article et vidéo notamment) ont été élaborées. Des enquêtes menées en 2018 et 2019 auprès des étudiant-es, la qualité de leurs productions et leur implication marquée lors des séances expérimentales, ont révélé une forte adhésion au dispositif. Profitant de l'encadrement méthodologique de la Chaire de Recherche-Action sur l'innovation pédagogique de l'Université Paris-Saclay (Moyon et al., 2022), le premier auteur a conduit l'étude présentée ci-après, en s'appuyant sur des données collectées à partir de questionnaires envoyés aux étudiant-es et sur les productions des étudiant-es.

Cette étude consiste en une analyse comparative de la perception de développement de la compétence de mise en œuvre de la démarche scientifique, dans le contexte de notre UE de TP – de format original –, par rapport aux autres UE de la formation de L3 – de format plus traditionnel, tant pour les cours, les travaux dirigés, que les TP. Après avoir fourni des éléments contextuels, présenté notre problématique et explicité le cadre théorique, nous décrirons la méthodologie de collecte et d'analyse des données. Nous présenterons et discuterons enfin les principaux résultats.

Contexte et problématique

Les missions de l'enseignement supérieur sont nobles et multiples, comprenant entre autre la formation initiale et continue tout au long de la vie - grâce à la diffusion des résultats de la recherche et à la transmission intergénérationnelle d'approches épistémologiques et opérationnelles de concepts, de connaissances et de savoir-faire – mais également la formation des étudiant-es (i.e. futurs travailleurs et futures travailleuses) au monde professionnel en les amenant à savoir agir dans des situations de plus en plus complexes (Legifrance, Article L123-3, 2013).

Au-delà de l'édification personnelle, et de l'outillage vers l'émancipation intellectuelle, il est attendu en résultante, qu'en fin de leur cursus académique, les diplômé.es du supérieur aient développé un ensemble de compétences ; chacune d'elles pouvant se définir comme un savoir-agir complexe dans une situation de travail (elle-même comprise dans une famille de situations), pour lequel un niveau de performance est requis, grâce à la mobilisation et la combinaison efficaces de ressources pertinentes (e.g. connaissances, habiletés, prêts à agir, gestes technique) à des moments opportuns (Chauvigné et Coulet, 2010; Le Boterf, 2018; Poumay et al., 2017; Poumay et Georges, 2022; Tardif et Fortier, 2006). Pour les personnes étudiantes en sciences, dans un parcours visant à former à des professions en lien avec la recherche, il est notamment attendu que ces dernières deviennent capables de répondre à des problématiques contextualisées par la proposition et la mise œuvre d'une démarche scientifique adaptée. En d'autres termes, parmi les différents objectifs d'apprentissage sur

lesquels il sera nécessaire d'aligner son enseignement et sa démarche d'évaluation (Biggs, 1996; Biggs, 2014; Biggs et Tang, 2011; Tyler et Hlebowitsh, 2013), devront figurer les différentes étapes inhérentes à la démarche scientifique, à savoir i. observer, ii. poser une question, iii. formuler et tester par l'expérience des hypothèses, iv. analyser et interpréter les données, v. tirer des conclusions et vi. communiquer sur les résultats obtenus (Blystone et Blodgett, 2006; Crawford et Stucki, 1990; Yeoman et al., 2016).

Dans le cadre des programmes d'enseignement des sciences, un type d'activité pédagogique considéré comme l'un des plus propices (Vázquez-Villegas et al., 2023) et prometteurs (Agustian et al., 2022; Bretz, 2019; Jakeways, 1986) pour atteindre ces différents objectifs d'apprentissages, inhérents à la démarche scientifique, reste les travaux pratiques de type « travail en laboratoire » (TP). Aujourd'hui, certaines formations en chimie dans l'enseignement supérieur vont ainsi jusqu'à proposer jusqu'à 400 heures de TP (Lamichhane et Maltese, 2019; Reynders et al., 2019). Le déploiement de ces TP est tellement répandu que la précision de leurs objectifs en termes d'apprentissage ont déjà fait l'objet de nombreuses publications (Agustian, 2020; Agustian et al., 2022; Anderson, 1976; Carnduff et Reid, 2017; Hofstein et Lunetta, 1982; Kempa et Ward, 1975; Reid et Shah, 2007; Shulman et Tamir, 1973; Singer et al., 2006). Toutes s'accordent sur le fait que développer la démarche scientifique peut effectivement être considéré comme un des objectifs des TP.

Plus précisément, pour chacune des thématiques abordées lors des séances de TP, il peut être attendu que la personne étudiante devienne capable de comprendre l'objectif de l'investigation, de raisonner scientifiquement, mais aussi de proposer et de planifier un protocole expérimental adapté, pertinent et créatif, permettant de tester une hypothèse. Grâce à des connaissances de nature procédurale et technique, il peut être attendu que la personne étudiante sache conduire une expérimentation, exécuter les expériences, manipuler les instruments et le matériel de façon efficiente et sécuritaire (e.g. réalisation d'un titrage, enregistrement d'un spectre d'absorption).

Aussi, elle pourrait être capable d'observer efficacement, reporter, organiser, analyser et présenter les données, d'évaluer la qualité des données empiriques, d'interpréter les données et de tirer des conclusions valides. Un enjeu des TP peut aussi être de la rendre capable de critiquer la méthode et d'être force de proposition pour avancer dans la résolution de problème. Aussi, l'illustration de la théorie au travers de la pratique peut viser à favoriser une meilleure compréhension des concepts – nouvellement introduits ou déjà abordés antérieurement –, des principes scientifiques, des théories et des méthodes expérimentales (Agustian et al., 2022). Les TP peuvent encore permettre d'acquérir des connaissances de nature épistémique et de mieux comprendre la nature et la complexité de la science (e.g. empirisme, présupposition théorique de l'investigateur – « theory-laden » pour le terme anglo-saxon).

Les TP sont également des temps durant lesquels il est possible de travailler des « façons d'agir » telles que la coopération ou la collaboration – *via* le travail en équipe –, l'autonomie ou la gestion du temps. Enfin, ces séances peuvent être mises en place pour engendrer un impact positif sur les différentes dimensions de la sphère affective, en termes d'attitudes envers la science et l'apprentissage des sciences (e.g. susciter et maintenir l'intérêt pour les sciences ; augmenter la motivation, l'engagement, le sentiment d'auto-efficacité, le plaisir à apprendre ; diminuer le niveau d'anxiété) mais aussi en termes de vertus épistémiques (e.g. curiosité, honnêteté intellectuelle, attitude sceptique, ouverture d'esprit) (Agustian et al., 2022; Anderson, 1976; Carnduff et Reid, 2017; Hofstein et Lunetta, 1982; Shulman et Tamir, 1973).

Malheureusement, le fréquent manque d'alignement pédagogique en limite souvent le bénéfique. Force est de constater que ces séances de TP se réduisent trop souvent, pour les personnes étudiantes, à adopter une attitude passive et à suivre pas à pas une procédure pré-établie. En effet, dans son format traditionnel, type « recette de cuisine » (dit « cook-book style »), le travail en laboratoire est avant tout de nature expositoire, confirmatoire et rédactionnelle (Russell et Weaver, 2011; « expository laboratory » et « verification laboratory » pour les termes anglo-saxons associés). Il est attendu des étudiant-es qui arrivent en salle de TP qu'ils suivent pas à pas des procédures détaillées dans un manuel de laboratoire en vue d'obtenir un résultat pré-déterminé et d'être en mesure de rédiger un compte-rendu dans un cahier de laboratoire. L'accent est, dans ce cas, mis sur la capacité des étudiant-es à suivre des instructions et à rédiger un compte-rendu plutôt que sur leur capacité à se questionner, concevoir et mener une expérience et à analyser les données. Le TP se déroule alors sans préparation en amont ni réflexion pendant et en aval de la séance. Si ce type d'approche montre des effets positifs dans l'acquisition de savoir-faire pratiques et notamment des savoir-faire moteurs (e.g. réaliser un geste technique) (Tricot et Chandler, 2015), celle-ci ne permet pas de travailler la démarche scientifique (Hofstein et Lunetta, 2004; Kirschner et al., 1993). Le gain en termes d'apprentissage est très faible lors de ces séances et la mise en lien avec les notions dispensées en cours ne semble pas évidente (Carnduff et Reid, 2017). Ceci conduit à un écart important entre les objectifs d'apprentissage et l'expérience telle qu'elle a été vécue et conséquemment perçue par la personne apprenante (Kirschner et al., 1993).

Les constats cités ci-avant nous interrogent. La question générale de recherche est alors : Comment favoriser le développement de la démarche scientifique lors de séances de TP ? Pour cela il apparaît essentiel de repenser les séances de TP tant dans leur organisation (Reid et Shah, 2007) que dans leur animation (e.g. posture des personnes enseignantes et étudiantes, livrables demandés) (DeKorver et Towns, 2015) de sorte à ce que les étudiant-es se retrouvent pleinement impliqué-es dans la démarche d'expérimentation et d'investigation.

La démarche d'évaluation devrait, elle aussi, être mieux alignée avec les objectifs d'apprentissages relatifs aux différentes étapes de la démarche scientifique (i.e. observer, faire des hypothèses, réaliser des expériences...).

État des connaissances et pertinence scientifique

Concernant la structuration des TP, plusieurs suggestions sont proposées dans la littérature. L'une d'entre elles consiste à clarifier et à communiquer les buts et les objectifs d'apprentissage aux personnes étudiantes (Auchincloss et al., 2014; Reid et Shah, 2007; Watts et al., 2021; Weaver et al., 2008) et à faire en sorte que ceux-ci soient centrés sur les étudiant-es (Kirschner et Meester, 1988). Une autre préconisation consiste en l'ajout de séances en amont du TP pour améliorer l'engagement cognitif lors des séances (Agustian et Seery, 2017; Rollnick et al., 2001; Veiga et al., 2019). En effet, à l'instar de la classe inversée en cours (Cabi, 2018), la mise à disposition de ressources (e.g. site web, conférences, contenu de cours, vidéo, quiz) peut être bénéfique pour optimiser le temps de séances expérimentales (Agustian et Seery, 2017; Camel, Maillard, Cladière, et al., 2020; Camel, Maillard, Piard, et al., 2020a, 2020b). A ces deux recommandations sur la séquence pédagogique s'ajoute une recommandation relative au travail demandé aux personnes étudiantes et le besoin que celui-ci ait du sens pour elles. Ainsi, la réalisation d'une investigation visant à produire des livrables de type recherche (e.g. article de recherche fictif, poster scientifique, une pré-proposition de subvention, une présentation orale) est recommandée (Graham et al., 2002; Keller et Kendall, 2017; Watts et al., 2021). Finalement, une dernière préconisation consiste à promouvoir l'interaction entre pairs et avec les enseignant-es. L'intégration de l'évaluation par les pairs et d'une phase d'échanges sur les livrables avec les enseignant-es dans le cadre d'un processus de révisions multiples satisfait ce point. Ceci permet également de faciliter une réflexion ciblée et une auto-interrogation, conduisant finalement à la création d'un nouveau document ou d'un document amélioré (Graham et al., 2002; Keller et Kendall, 2017; Watts et al., 2021).

Concernant le déroulement des séances en salle de laboratoire, le format peut être pensé selon un continuum allant d'un format vérificatif vers investigatif (modèle de Schwab-Herron ; McComas, 1997). Le recours à des méthodes de pédagogie active, également appelées « méthodes à fort degré d'activation pédagogique » (Bonwell et Eison, 1991; De Clercq et al., 2022), impliquant cognitivement les étudiant-es et les rendant pro-actives apparaît comme intéressant pour favoriser les apprentissages (Freeman et al., 2014). Parmi ces méthodes actives, la formation par la recherche semble très prometteuse dans le contexte des TP (Auchincloss et al., 2014; Bastiaens, 2017; Camacho et al., 2017; Wannapiroon, 2014). Elle engage les étudiant-es dans des tâches complexes et authentiques avec pour cible première la réalisation d'un produit final ou d'une présentation à un public, facilitant ainsi l'acquisition de connaissances et le développement de compétences transférables. Par

ailleurs, la formation par la recherche (FPR ; « Research Based Learning » ou « Research Based Teaching » pour les termes anglo-saxons) qui se définit comme « une approche pédagogique dans laquelle les étudiant·es apprennent en s'impliquant dans les processus de réflexion et les activités des scientifiques » (Bastiaens, 2017) apparaît comme une approche intéressante dans le contexte de la formation aux différents métiers de la recherche et de l'enseignement supérieur. Cette méthode, basée sur le développement de compétences de recherche (Healey et Jenkins, 2009), a démontré des résultats prometteurs, en particulier en ce qui concerne l'acquisition de la démarche d'investigation (Srikoon et al., 2014; Winkelmann et al., 2015a). Ces résultats sont particulièrement remarquables dans les domaines de la chimie et de la biologie et notamment dans le contexte des TP (Camacho et al., 2017). L'apprentissage basé sur l'investigation est aujourd'hui considéré comme une méthode dite active, ou à fort degré d'activation pédagogique (De Clercq et al., 2022) c'est-à-dire impliquant cognitivement les étudiant·es (Prince, 2004).

Développer des TP à fort degré d'activation pédagogique, s'appuyant sur la FPR et repensés en termes d'organisation, apparaît très prometteur pour permettre le développement de la démarche scientifique et préparer les étudiant·es à leur future vie professionnelle. L'objectif de cette étude consiste à proposer un format pédagogique appliquant de nombreuses préconisations de la littérature dans un contexte de formation de futur·es chercheurs et chercheuses puis à évaluer, par comparaison aux autres UEs de la formation, l'impact de ce dispositif i. sur le sentiment des étudiant·es d'avoir développé la compétence de mettre en œuvre une démarche scientifique, au travers d'un questionnaire et ii. sur les performances académiques au travers de productions d'étudiant·es.

Cadre conceptuel

Pédagogie active

La pédagogie active (ou « pédagogie de l'apprentissage et de l'enseignement actifs » pour la traduction littérale du terme anglo-saxon « active learning and teaching » (De Clercq et al., 2022) s'ancre dans une conception constructiviste et socio-constructiviste (Tašner et Gaber, 2018) de l'apprentissage, postulant que l'étudiant·e est premier·e responsable de la construction de son apprentissage et apprend avant tout au travers des interactions sociales avec son environnement (Roberts, 2019).

Le positionnement de l'étudiant·e au centre du processus d'apprentissage (i.e. enseignement centré sur l'étudiant·e (Greener, 2015; Wright, 2011) est un élément constitutif fondamental de la pédagogie active. La personne enseignante quant à elle, est envisagée comme un « activateur » de l'apprentissage.

Il est important de préciser que la pédagogie active ne renvoie pas à une énumération de pratiques pédagogiques précises mais plutôt à un ensemble d'éléments didactiques réunis autour d'une même conception d'apprentissage (De Clercq et al., 2022). Dans ce sens, une même pratique pédagogique, en fonction de la façon dont elle est proposée par l'enseignant-e, pourra être catégorisée tantôt de pédagogie active, tantôt de pédagogie passive. Dans le cadre de la pédagogie dite passive, et par héritage du behaviorisme, l'apprentissage serait le résultat de la simple absorption de connaissances préétablies et préconfigurées par l'enseignant-e (Roberts, 2019). Sera caractérisée de passive, une activité de transmission de contenu (e.g. présentation magistrale) vers l'étudiant-e (Wolff et al., 2015), tel un déversement informationnel au sein d'un réceptacle. Pour autant, toute activité dépassant la simple transmission d'informations ne pourra pas systématiquement être qualifiée d'active.

En réalité, la frontière séparative entre pédagogie active et passive n'est pas évidente. De Clercq et collaborateurs (2022) encouragent plutôt à concevoir les différentes pratiques actives au travers d'un continuum d'activation pédagogique, avec différents degrés d'activation pédagogique, laissant conséquemment une part plus ou moins importante au rôle actif de l'étudiant-e dans l'apprentissage (Prince, 2004). Notons que dans le cadre de la pédagogie active, l'activation visée de l'étudiant-e sera de nature cognitive sans nécessairement impliquer une activité physique ; un.e étudiant-e physiquement inactif-ve pouvant tout à fait être cognitivement actif-ve (Tricot, 2017). Le but premier des dispositifs d'activation pédagogique est de favoriser l'engagement cognitif et la métacognition, par exemple *via* la confrontation à des problèmes, les rétroactions, le jeu, l'expérience ; les connaissances disciplinaires arrivent en second plan. Il s'agit alors de limiter les temps d'audition passive et d'encourager l'étudiant-e à réfléchir, à (se) poser des questions, à raisonner ou encore à établir des liens conceptuels pour l'engager dans la tâche (Chi et al., 2018). La nécessité d'impliquer activement les étudiant-es dans le processus d'apprentissage est largement reconnue, tant en pédagogie qu'en didactique des disciplines et en psychologie (Tricot, 2017). Cette idée fait l'objet d'un consensus, étayé par une multitude de publications qui mettent en évidence l'efficacité accrue des apprentissages lorsque les apprenants sont engagés cognitivement (e.g. Deslauriers et al. 2019; Deslauriers, Schelew, et Wieman 2011; Freeman et al. 2014; Theobald et al. 2020). À ce titre, ces apprentissages sont qualifiés de génératifs par Fiorella et Mayer (2015) et constructifs par Chi et Wylie (2014). Ceci est d'autant plus important à signaler lorsque l'on s'intéresse - comme la présente étude - à des activités de TP pour lesquelles manipuler est inhérent à celles-ci. L'important est ensuite de bien identifier si cette action physique (i.e. la manipulation d'objets ou d'appareils) constitue un moyen d'apprendre ou constitue l'objectif de l'apprentissage. En effet, on peut de prime abord penser qu'il est nécessaire de faire pour apprendre. Toutefois, les travaux de John Sweller (2011) sur la charge cognitive montrent que l'activité peut représenter un obstacle à l'apprentissage.

Dans leur ouvrage, De Clercq et collaborateurs (2022) proposent la définition suivante de la pédagogie active :

« Un ensemble de pratiques pédagogiques permettant à l'étudiant de faire évoluer ses connaissances et ses compétences existantes en s'impliquant et en interagissant (avec l'enseignant-e et ses pairs) à propos d'une matière contextualisée sur laquelle il devra poser un regard analytique, critique et réflexif. Ces pratiques sont ancrées dans une conception socioconstructiviste de l'apprentissage. » (De Clercq et al. 2022, p.21).

Aussi, les auteurs identifient quatre caractéristiques constitutives d'une pédagogie active : 1. L'implication directe de l'étudiant-e dans la construction de l'apprentissage, 2. L'engagement de l'étudiant-e dans un traitement réflexif et en profondeur du contenu dispensé, 3. La construction de l'apprentissage par des interactions avec l'enseignant-e ou entre pairs et 4. La conception de l'apprentissage dans sa globalité, comme une évolution de connaissances et de compétences contextualisées, tenant compte du niveau initial de l'étudiant-e et des spécificités de la matière enseignée pour une élévation jusqu'au niveau attendu. La pratique pédagogique active elle, pour être caractérisée comme telle, devra, i. présenter un cadre d'activité stimulant, ii. appréhender le processus comme un objet d'apprentissage, iii. favoriser un climat d'apprentissage social et iv. positionner l'enseignant-e comme un metteur en scène. Enfin, les auteurs insistent sur l'importance complémentaire d'un apprentissage et d'un enseignement actifs, autrement dit sur l'importance conjointe de la personne étudiante et de la personne enseignante dans la pratique pédagogique. Il nous semble néanmoins important de préciser qu'il n'est nullement exclu que certain-es étudiant-es puissent tirer bénéfice d'un dispositif pédagogique ne répondant pas aux critères de la pédagogie active. Par contre, un dispositif générant une plus grande activation pédagogique pourrait permettre de stimuler un engagement en profondeur chez la plupart des étudiant-es (De Clercq et al., 2022).

Travaux pratiques (TP)

Le terme « travaux pratiques » est communément employé dans la littérature pour décrire tout type d'activité d'enseignement ou d'apprentissage au cours de laquelle les étudiant-es travaillant individuellement ou en petits groupes sont impliqué-es dans la manipulation et/ou l'observation d'objets réels et de matériels. Il s'agit d'une large catégorie qui englobe, par exemple, le « travail en laboratoire ». Dans le cadre de cette étude, TP renvoie au travail en laboratoire, qui est un type d'activité pratique (Millar, 2010) au cours de laquelle les étudiant-es sont amenées à manipuler des produits chimiques, du matériel et des équipements au sein d'un laboratoire pour observer des phénomènes (Hegarty-Hazel 1990; Hofstein et Lunetta, 1982 ; Hofstein et Hugerat 2021). Ces expériences d'apprentissage intentionnellement créées à des fins éducatives (dites « artificielles », par opposition à « authentiques »), sont largement reconnues comme des composantes essentielles des

programmes en sciences à tous les niveaux, du lycée à l'université (Abrahams et Reiss, 2012; Hofstein et Mamlok-Naaman, 2007; Johnstone et Al-Shuaili, 2001). Ceci est particulièrement vrai dans l'enseignement de la chimie pour donner un sens au monde physique (Rozière, 2010). La chimie fut l'une des disciplines précurseurs dans l'importance à accorder à l'apprentissage par la pratique avec Lavoisier. Ce dernier est en effet l'un des premiers en 1789 à expliquer dans son *Traité élémentaire* comment il est possible d'accélérer l'apprentissage de la chimie avec une formation pratique dans laquelle les élèves manipulent des produits et des instruments de mesure (Tricot, 2017). Toutefois, il faut attendre la fin du XIXe siècle pour que la méthode préconisée par Lavoisier se généralise (Tomic, 2011) et vienne compléter des cours magistraux qui étaient alors la seule façon d'enseigner la chimie. Depuis le XIXe siècle, les enseignant-es en sciences sont convaincu-es de l'importance cruciale de l'enseignement en laboratoire, car il permet de développer des compétences d'observation, de stimuler l'examen et l'application d'informations détaillées et contextualisées, tout en nourrissant la curiosité des élèves pour la science (Hofstein et Hugerat, 2021). Après la Première Guerre mondiale, avec la rapide expansion des connaissances scientifiques, le travail en laboratoire a principalement été utilisé comme moyen de confirmer et d'illustrer les connaissances acquises en cours magistraux ou dans les manuels (Hofstein et Hugerat, 2021). Grâce à la réforme de l'enseignement des sciences dans les années 1960 dans de nombreux pays, tels que le Royaume-Uni et les États-Unis, les TP ont émergé comme le socle fondamental du processus d'apprentissage des sciences, permettant d'engager activement les étudiant-es dans des activités d'investigation, de découverte, de recherche et de résolution de problèmes (Shulman et Tamir, 1973). Le laboratoire dans l'enseignement des sciences et de la chimie est un environnement d'apprentissage à part entière – dans le sens que cela diffère d'une salle de classe et est propre aux sciences expérimentales – (Hofstein et Lunetta, 2004; Lunetta et al., 2007).

La formation par la recherche (FPR)

Le modèle de Healey et Jenkins (Healey et Jenkins, 2009; Jenkins et al., 2007) est un des cadres les plus utilisés pour caractériser les activités pédagogiques de type FPR. Celui-ci explore les différentes expressions du lien entre la recherche et l'enseignement dans les établissements d'enseignement supérieur et peut être considéré comme un outil utile pour réfléchir à la manière d'intégrer la recherche dans l'enseignement. Il permet également de positionner un programme d'études (ou une activité) basé sur la recherche parmi quatre modes d'implication des étudiant-es dans la recherche et l'investigation dès le premier cycle universitaire :

- *Dirigé par la recherche (Research-led)* : l'objectif d'apprentissage est de fournir des informations sur les recherches en cours dans la discipline. Le mode d'enseignement peut se faire par la participation à des cours magistraux traditionnels ou à des conférences locales ou nationales. Le contenu est généralement sélectionné par le

personnel enseignant et les connaissances sont transférées aux étudiant-es dans une position relativement passive (faible degré d'activation). Le rôle de l'enseignant-e est celui d'un instructeur ou d'un expert. Un degré d'activation plus élevé vers une pédagogie plus active (et un rôle d'accompagnateur cognitif pour l'enseignant-e) est possible en fournissant un corpus d'articles aux étudiant-es et en leur proposant de produire une synthèse à l'écrit ou en les engageant dans l'écriture de l'introduction d'un article scientifique.

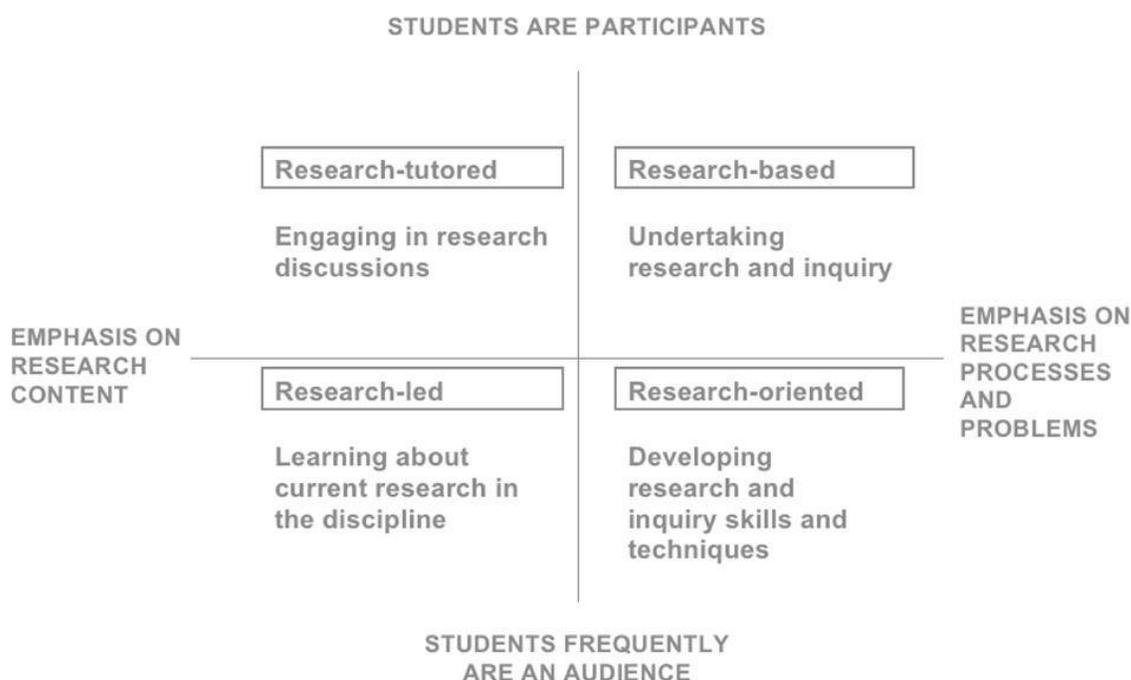
- *Orienté vers la recherche (Research-oriented)* : l'objectif de l'apprentissage est de développer des compétences en matière de recherche et de techniques de construction de connaissances. Le mode d'enseignement peut prendre la forme de cours magistraux traditionnels, d'expériences, d'analyses d'articles ou de cours sur la méthodologie à adopter (e.g. comment mener un travail de recherche bibliographique). Le contenu est sélectionné par le personnel enseignant et les étudiant-es sont dans une position relativement passive. Le rôle de l'enseignant-e est celui d'un instructeur ou d'un expert. Un degré d'activation plus élevé est plus difficile ici car il s'agit de fournir un cadre théorique. Des activités promouvant les interactions ou échanges en pairs peuvent néanmoins être envisagées.
- *Basé sur la recherche (Research-Based)* : l'objectif d'apprentissage est d'entreprendre des recherches et des investigations. Les étudiant-es participent activement à l'activité (i.e. haut degré d'activation), mènent leurs propres recherches, construisent et produisent de nouvelles connaissances. Les étudiant-es peuvent décider ou choisir le contenu et le rôle de l'enseignant-e est celui d'un coach et d'un conseiller. Selon Elsen et collaborateurs (2009), le critère de nouveauté n'est valable que s'il est original dans le domaine ou la discipline, et pas seulement s'il s'agit d'une nouveauté aux yeux des étudiant-es.
- *Recherche tutorée (Research-tutored)* : l'objectif d'apprentissage est d'engager les étudiant-es dans des discussions sur la recherche. L'enseignement est axé sur la rédaction et la discussion d'articles ou d'essais par les étudiant-es. Les articles peuvent être extraits de la littérature (choisis par le personnel ou les étudiant-es) ou produits par les étudiant-es. Les étudiant-es débattent activement et le rôle de l'enseignant-e peut être de suivre l'activité en tant qu'expert, collaborateur ou conseiller.

Ces quatre types d'objectifs d'apprentissage peuvent être représentés dans un cadre à deux axes conduisant à quatre quadrants pour positionner les activités FPR (Figure 1). L'axe vertical représente le continuum concernant le rôle de l'étudiant-e : d'une position passive placée dans le rôle de spectateur à un participant actif dans la recherche. Cet axe définit également le point focal de l'activité ou du programme d'études : de l'enseignant-e à

l'étudiant·e. L'axe horizontal fait la distinction entre l'accent mis soit sur le contenu de la recherche, soit sur les processus et les problèmes de recherche.

Figure 1.

Quatre types d'objectifs pédagogiques pour les activités FPR (Healey et Jenkins, 2009)



Dans la littérature, l'apprentissage basé sur la recherche est souvent considéré comme un apprentissage basé sur l'investigation (« inquiry-based learning » pour le terme anglo-saxon) qui est un terme plus englobant (Aditomo et al., 2013; Bastiaens, 2017). Cette dernière approche étant considérée de manière intrinsèque comme appartenant aux méthodes de pédagogie active, il serait tentant d'admettre qu'il est de même pour l'apprentissage basé sur la recherche. Toutefois, tant pour l'une que pour l'autre des approches, un degré d'activation n'est pas forcément systématique et dépend de la façon dont est menée l'activité. De plus, le modèle de Healey et Jenkins (Healey et Jenkins, 2009; Jenkins et al., 2007) montre bien que selon leurs objectifs (Figure 1), les activités FPR ne conduisent pas au même degré d'activation.

Aujourd'hui, de nombreux établissements d'enseignement supérieur, tels que les universités, les écoles et les instituts, s'appuient sur le lien entre la recherche et l'enseignement (Gros et al., 2020; Simons et Elen, 2007; Taylor, 2007) et promeuvent (ou revendiquent) un

programme d'études (ou des formations) s'appuyant sur un lien fort entre la recherche et l'enseignement (« research-teaching nexus » pour le terme anglo-saxon) (Bastiaens, 2017; Van der Rijst, 2017). Si l'une des raisons premières de ce positionnement est de se distinguer des autres établissements (Elsen et al., 2009) prônant des méthodes d'enseignement plus traditionnelles, il apparaît également que cette approche permet d'améliorer la compréhension qu'ont les étudiant-es de la science et de la recherche scientifique (Barron et al., 1998; Gros et al., 2020; Jenkins et al., 2007; Moore, 1998; Zubrick et al., 2001). Pour Van der Rijst (2017), les activités FPR représentent des « expériences transformatrices pour les étudiant-es, plus qu'une simple augmentation des compétences, des connaissances et des attitudes ». Il soulignait en 2017 qu'« aucune étude n'a été trouvée sur l'évaluation des activités basées sur la recherche et des connaissances pédagogiques des enseignant-es sur l'apprentissage de la recherche dans le contexte de l'enseignement supérieur ». Quelques études ont depuis montré des résultats positifs sur la démarche d'investigation (Srikoon et al., 2014) en particulier dans les domaines de la chimie et de la biologie et dans le cas des TP (Camacho et al., 2017). Toutefois cela reste aujourd'hui insuffisant pour conclure sur l'acquisition de la démarche scientifique. De nouvelles études sont donc nécessaires.

Objectifs de l'étude

Notre objectif consistait d'abord à concevoir une UE de TP en chimie basée sur une approche FPR et s'appuyant sur de nombreuses préconisations de la littérature puis à mesurer chez le public étudiant :

1. dans quelle mesure chaque UE de la formation permettait de travailler la démarche scientifique de sorte à pouvoir la mettre en œuvre dans un contexte nouveau. Pour cela, nous avons proposé une évaluation des enseignements par les étudiant-es afin d'avoir accès à la perception d'apprentissage à l'issue des UEs. Une étude comparative a été menée, de sorte à comparer notre UE aux autres UEs de la formation.
2. l'atteinte des différents objectifs d'apprentissages (i.e. étapes de la démarche scientifique) à partir de grilles d'évaluation.

Matériel et méthodes

Participant-es

Notre UE « Initiation à la démarche scientifique » a été proposée lors de l'année 2020-2021 à 39 étudiant-es (26 hommes et 13 femmes) en troisième année universitaire dans le cadre de

la formation de double licence Physique- Chimie Frédéric Joliot-Curie². Cette formation – organisée par l'ENS Paris-Saclay et l'Université Paris-Saclay – est reconnue comme un programme d'excellence en France grâce à une sélection exigeante des étudiant-es admis parmi des milliers de candidat.es, dont la plupart sont issu.es de classes préparatoires (communément appelées classes prépas en France). Le programme vise à préparer les étudiant-es aux métiers de la recherche et de l'enseignement supérieur . Ils ou elles doivent être capables de: 1. Adopter une démarche scientifique pour résoudre un problème en chimie nécessitant la mobilisation des connaissances acquises pendant la formation, 2. Adopter de bonnes pratiques de laboratoire respectant les règles d'hygiène et sécurité pour la réalisation de synthèse et caractérisation de composés chimiques et 3. Appréhender un environnement de travail au travers du milieu de la recherche et de l'enseignement. La définition de ces capacités résulte d'un travail collectif amendé par l'ensemble de l'équipe pédagogique (i.e. 35-50 enseignant-es).

Description du dispositif pédagogique

L'UE, objet de cette étude, correspond à 50 heures d'enseignement (i.e. 5 crédits ECTS dans le système européen) et s'étend sur l'entièreté de l'année universitaire, soit de septembre à mai. L'UE s'articule autour de 5 séquences pédagogiques dédiées chacune à une thématique (Tableau 1), à savoir i. la sécurité en chimie, ii. l'analyse d'une eau, iii. la couleur et luminescence, iv. les nanomatériaux et v. la chimie du quotidien. Chacune des séquences suit le même scénario pédagogique détaillé dans le Tableau 2 avec des séances en amont (45 minutes) et en aval (30 minutes) d'une séance de travail en laboratoire de 2h45 min (i.e. le TP a proprement dit) et des phases synchrones et asynchrones. Chaque séquence conduit, pour les étudiant-es à la production d'un livrable différent : rapport numérique ou site internet, rapport d'analyse, poster scientifique, article scientifique, vidéo de 5 min. Les objectifs d'apprentissage pour chaque étape du scénario et leur degré d'activation sont mentionnés dans le Tableau 2. Les objectifs d'apprentissage relatifs aux étapes de la démarche scientifique sont précisés. Les étudiant-es sont placé.es en binôme, trinôme, quadrinôme voire en groupe de 5 selon les séances et le type de livrable attendu (Tableau 1).

Chaque séquence commence par une séance préparatoire (en distanciel synchrone) de 45 minutes permettant à l'enseignant-e de fournir des connaissances sur la thématique et indiquer des ressources utiles, de préciser les objectifs d'apprentissage, de donner la grille d'évaluation, de mettre à disposition un manuel de TP et de fournir un cahier des charges et

² <https://www.universite-paris-saclay.fr/formation/licence-double-diplome/physique-chimie/l3-frederic-joliot-curie>

des outils pour le livrable qui sera demandé en fin de séquence (Figure 2). Les étudiant·es écoutent principalement l'enseignant·e. Le degré d'activation est faible et les objectifs d'apprentissage sont, selon la taxonomie de Bloom (Bloom et Krathwohl, 1956), de faible niveau cognitif. Le degré d'activation est faible. L'étape de la démarche scientifique « observer » est ainsi, en partie, prise en charge par l'équipe enseignante. Cela évite que les étudiant·es soient amené·es à chercher par eux-mêmes ou elles-mêmes. Trouver des objets ou des phénomènes pouvant être mis en œuvre en laboratoire d'enseignement n'est pas chose aisée. Il est à noter que dans la plupart des cas, aucun mode opératoire de type « recette de cuisine » n'est fourni aux étudiant·es. En effet, pour chaque objet ou phénomène d'étude, les étudiant·es disposent d'un titre (e.g. dosage de produits du quotidien par fluorescence ou l'origine de la couleur), de matériel et de produits, de références bibliographies et de quelques idées de questions de recherche possibles.

Dans les deux semaines suivant cette séance préparatoire, il est demandé à chaque groupe d'étudiant·es, en autonomie, de choisir un objet ou phénomène d'étude parmi une liste en comprenant entre 10 et 15 (e.g. le diiode I₂, la fluorescéine, la quinine, l'effet isotopique ou la fluorescence) et de formuler une question de recherche de son choix en lien avec celui-ci (e.g. Quelle est l'influence du solvant sur la couleur du diiode ?, Comment évolue la couleur en absorption ou émission de la fluorescéine et de la quinine en fonction du pH ?, Comment observer l'effet isotopique en infra-rouge ?, Est-il possible de déterminer la concentration en quinine dans le Schweppes® grâce à la fluorescence ?). Durant cette phase en autonomie, les étudiant·es, en sus de formuler une question de recherche (i.e. 2^{ème} étape de la démarche scientifique), doivent s'appropriier la thématique et l'objet ou phénomène choisi et ainsi extraire des informations de la bibliographie ou du manuel et faire des liens entre elles. Cette phase peut donc être considérée de degré d'activation élevé car les objectifs d'apprentissage sont de niveaux cognitifs élevés. En effet, les étudiant·es sont impliqué·es dans la construction de l'apprentissage et engagé·es dans un traitement réflexif et en profondeur du contenu dispensé lors de la séance préparatoire et des documents mis à disposition.

S'ensuit un travail en laboratoire (i.e. séance expérimentale) de 2h45min durant lequel les étudiant·es réalisent des expériences et obtiennent des résultats de sorte à répondre à leur question de recherche de façon la plus appropriée. Lors de ces séances, ils ou elles sont accompagné·es par le corps enseignant et sont amené·es à formuler et tester par l'expérience des hypothèses (i.e. 3^{ème} étape de la démarche scientifique). Pour les mêmes raisons, le degré d'activation peut être considéré comme élevé.

Durant les deux semaines suivantes, les étudiant·es sont tenu·es d'envoyer une première version (V1) du livrable (i.e. rapport numérique ou site internet, rapport d'analyse, poster scientifique, article scientifique, vidéo de 5 min selon la séquence). Cette phase en autonomie consiste donc à produire (créer) un livrable. Elle amène les étudiant·es à analyser et

interpréter des résultats (i.e. 4^{ème} étape de la démarche scientifique), tirer des conclusions (i.e. 5^{ème} étape de la démarche scientifique) et communiquer au moyen d'un livrable de format pré-défini (i.e. 6^{ème} étape de la démarche scientifique). Ce sont des objectifs d'apprentissage de niveau cognitif élevé. Les étudiant-es se doivent d'être engagé.es activement. Cette V1 est corrigée sous deux semaines par le corps enseignant en s'appuyant sur une grille d'évaluation (cf. annexe) et en annotant les productions de commentaires. Seuls les productions annotées sont envoyées *via* l'espace numérique de travail ou par mail aux étudiant-es. Une session d'échanges est ensuite programmée pour discuter de ces corrections en distanciel synchrone (30 minutes par groupe avec un planning de passage). Cette session alterne entre des phases de questions-réponses entre étudiant-es et enseignant-es en lien avec les commentaires apposés par les enseignant-es sur les livrables et des phases durant lesquelles les enseignant-es reviennent sur certains commentaires et soulignent des points d'attention. Dans cette activité d'échange, l'apprentissage se construit par des interactions avec l'enseignant-e et/ou entre pairs. Le degré d'activation est considéré comme moyen car les étudiant-es sont dans une posture d'écoute mais néanmoins engagé.es dans un traitement réflexif suite aux commentaires des enseignant-es.

Finalement, les étudiant-es bénéficient ensuite de deux semaines pour proposer une deuxième version (V2), améliorée. Cette dernière est corrigée de manière plus rapide que la V1 par les enseignant-es et envoyée par mail aux étudiant-es. Le processus s'achève par l'envoi de la version finale du livrable dans les deux semaines suivantes. Seule cette dernière version est évaluée par les enseignant-es au moyen de la grille d'évaluation donnée lors de la session préparatoire.

Figure 2.

Scénario pédagogique d'une séquence

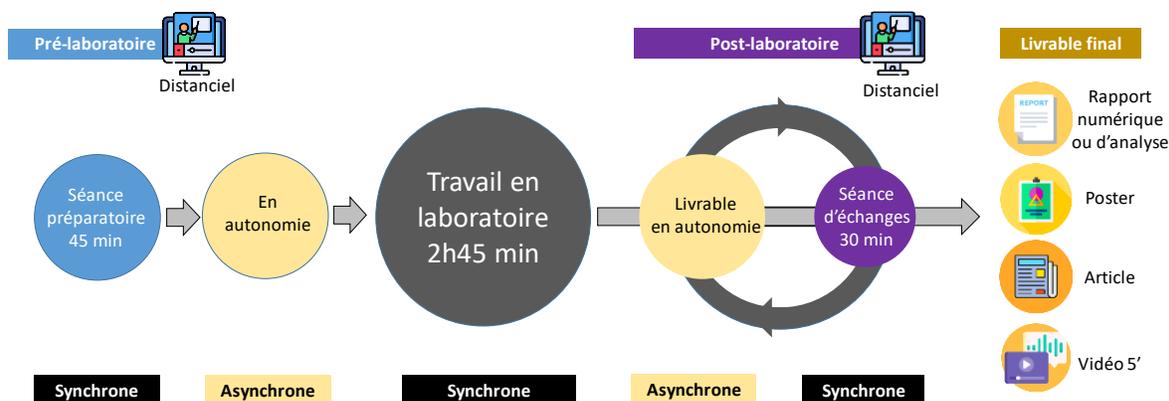


Tableau 1.*Thématique, type de livrable et nombre de personnes par groupe pour chaque séquence*

| Séquence | Thématique | Type de livrable | Nombre de personnes par groupe |
|----------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Sécurité en chimie | Rapport numérique / Site internet | 2-3 |
| 2 | Analyse d'une eau | Rapport d'analyse | 2-3 |
| 3 | Couleur et luminescence | Poster scientifique | 2-3 |
| 4 | Nanomatériaux | Article scientifique | 4-5 |
| 5 | Chimie du quotidien | Vidéo de 5 min | 4-5 |

Tableau 2.

Scénario pédagogique de chaque séquence de l'UE (5 au total)

| Semaine | Type d'activité pédagogique | Durée | Objectifs d'apprentissage | Degré d'activation |
|---------|---|--------|---|--------------------|
| 0 | Séance préparatoire (en distanciel synchrone) | 45 min | Mémoriser des connaissances sur la thématique Mémoriser ou localiser des informations (ressources utiles, objectifs d'apprentissage, grille d'évaluation, manuel de TP cahier des charges, outils pour le livrable) | Faible |
| 1-2 | Phase en autonomie (Échanges en asynchrone) | | Formuler une question de recherche (2 ^{ème} étape de la démarche scientifique) Extraire des informations de la bibliographie ou du manuel Faire des liens entre des informations | Élevé |
| 2-4 | Travail en laboratoire/ Séance expérimentale (synchrone) | 2h45 | Formuler et tester par l'expérience des hypothèses (3 ^{ème} étape de la démarche scientifique) Analyser et interpréter des résultats (4 ^{ème} étape de la démarche scientifique) Tirer des conclusions (5 ^{ème} étape de la démarche scientifique) | Élevé |
| 4-7 | Travail en autonomie jusqu'à l'envoi de la première version (V1) du livrable (asynchrone) | | Produire un livrable de format pré-défini (rapport numérique, rapport d'analyse, poster scientifique, article scientifique, vidéo de 5 min selon la séquence (Tableau 1) (6 ^{ème} étape de la démarche scientifique) | Élevé |
| 7-9 | Correction par les enseignant-es de V1 du livrable et envoi aux étudiant-es (asynchrone) | | | Moyen |

| | | | |
|-------|---|--------|-------|
| 9-11 | Session d'échanges et d'accompagnement (synchrone) | 30 min | Moyen |
| 12-14 | Travail en autonomie jusqu'à l'envoi de la deuxième version (V2) du livrable (asynchrone) | | Élevé |
| 13-15 | Correction rapide et envoi aux étudiant-es (asynchrone) | | |
| 15-17 | Travail en autonomie jusqu'à l'envoi de la version finale du livrable (asynchrone) | | Élevé |

Collecte des données

À l'issue du premier et du deuxième semestre de cette L3 (i.e. respectivement 5^{ème} semestre, noté S5 et 6^{ème} semestre, noté S6, de la licence), il a été demandé aux personnes étudiantes de compléter un questionnaire auto-rapporté. Pour chaque UE (9 UEs au S5 : chimie organique ; chimie inorganique ; mécanique quantique ; chimie de l'état solide ; électrochimie ; symétrie moléculaire ; cristallographie ; thermodynamique ; démarche scientifique ; et 6 UEs au S6 : chimie organique ; spectrométrie ; chimie théorique ; cinétique ; mécanique quantique ; démarche scientifique), la personne étudiante devait

individuellement indiquer dans quelle mesure elle percevait que l'UE en question lui avait permis d'acquérir les capacités suivantes : i. adopter d'une démarche scientifique, ii. adopter de bonnes pratiques de laboratoire, iii. appréhender d'un environnement de travail ; chaque dimension comprenant 3 items : un item de type « savoirs (S) », un item de type « savoir-faire (SF) » et un item de type « savoir être (SE) » (ou « façon d'agir ») ; soit les 9 items suivants : N°1 C1S, n°2 C1SF, N°3 C1SE, N°4 C2S, n°5 C2SF, N°6 C2SE, N°7 C3S, n°8 C3SF, N°9 C3SE. Ces items correspondent aux capacités à acquérir durant la formation de L3 double licence Physique-Chimie Frédéric Joliot-Curie, requises par l'institution (Tableau 3). Un total de 31 participant·es a répondu au questionnaire de fin du S5 et 23 participant·es au questionnaire de fin du S6. Toutes les réponses étaient anonymes.

Ainsi, ce questionnaire permet d'évaluer le sentiment pour les étudiant·es d'avoir développé, dans chaque UE, la compétence de mettre en œuvre une démarche scientifique en mobilisant des connaissances, des savoir-faire et des façons d'agir propres à celle-ci (items C1S, C1SF et C1SE). La comparaison des résultats de notre UE avec ceux obtenus pour les autres UEs de la formation permet de mesurer les apports perçus de notre dispositif FPR à fort degré d'activation dans le cadre des TP par rapport à des UEs de format plus traditionnel. En effet, la plupart des UEs de la formation sont constituées de cours, de travaux dirigés et de TP qui n'ont pas vocation à être autant tournées vers l'expérience que l'UE objet de notre étude. Les réponses aux autres items permettent de renseigner leur perception de l'acquisition de connaissances, de savoir-faire et de façons d'agir liés aux bonnes pratiques de laboratoire et à l'environnement de travail. Ceci a pour but d'identifier d'éventuels apports pédagogiques de notre UE pour d'autres objectifs d'apprentissage que ceux relatifs à la démarche scientifique.

Tableau 3.
Capacités à acquérir en L3 double licence Physique-Chimie Frédéric Joliot-Curie

| | Adopter une démarche scientifique pour résoudre un problème en chimie nécessitant la mobilisation des connaissances acquises pendant la formation | Adopter de bonnes pratiques de laboratoire respectant les règles d'hygiène et sécurité pour la réalisation de synthèse et caractérisation de composés chimiques | Appréhender un environnement de travail au travers du milieu de la recherche et de l'enseignement |
|--------------|---|---|--|
| Savoirs | 1- C1S Connaissances scientifiques | 4- C2S Savoirs scientifiques (techniques expérimentales, règles d'hygiène et sécurité...) | 7- C3S Connaissances des institutions et de leur fonctionnement |
| Savoir-faire | 2- C1SF Analyse, Interprétation, Communication, Observation | 5- C2SF Savoir-faire procédural (suivre un protocole, gestes techniques...) | 8- C3SF Savoir-faire procédural (recherche bibliographique, rédaction de supports de communication) |
| Savoir être | 3- C1SE Autonomie, Capacité d'adaptation, Sens de l'organisation, Rigueur, Curiosité, Esprit critique, Travail en équipe | 6- C2SE Sens de l'organisation, Rigueur, Réactivité (cahier de laboratoire...) | 9- C3SE Autonomie, Capacité d'adaptation et d'intégration, Travail en équipe, Sens de la communication, Sens de l'organisation |

Par ailleurs, chacun des livrables a été évalué de sorte à vérifier que chaque groupe d'étudiant-es soit en mesure de produire un objet de type « recherche » imposant la mise en place d'une démarche scientifique. Plusieurs objectifs d'apprentissage (i.e. étapes de démarche scientifique) sont ainsi évalués au moyen de ces grilles : analyser, interpréter et porter un regard critique des résultats, tirer des conclusions et communiquer sur des résultats. Concernant la communication, des éléments tels que la capacité à adopter un raisonnement logique, à présenter des enjeux en respectant un vocabulaire rigoureux ou la réponse aux questions et des critères relatifs aux respects des consignes propres à chaque livrable (e.g. structuration des livrables, citation des sources) sont également évalués. Les grilles conduisent finalement à une note (De Ketele 2010). Les moyennes obtenues pour chaque livrable permettent d'évaluer le degré d'atteinte des objectifs d'apprentissage propres à la démarche scientifique, à l'aide d'évaluations sommatives.

La pertinence de chaque outil d'évaluation pour mesurer les objectifs de cette étude est résumée dans le Tableau 4. Le questionnaire envoyé aux étudiant-es et les grilles d'évaluation sont fournis en annexe.

Tableau 4.

Liste des méthodes d'évaluation et des objectifs de recherche associés

| Méthode d'évaluation | Objectifs de recherche | | |
|---|---|---|---|
| | Perception d'avoir développé la compétence de mettre en œuvre une démarche scientifique | Efficacité de notre dispositif par rapport aux autres UEs dans la perception d'avoir développé la compétence de mettre en œuvre une démarche scientifique | Degré d'atteinte observé des différentes étapes de la démarche scientifique |
| Questionnaire étudiant-es – UE d'intérêt | X | | |
| Questionnaire étudiant-es - Comparaison des résultats entre l'UE d'intérêt et les autres UEs | | X | |
| Moyennes issues des grilles d'évaluation | | | X |

Analyse des données

Pour chacune des 9 capacités mentionnées sur le livret de formation, deux moyennes ont été calculées, à savoir une moyenne des scores laissés par l'ensemble des étudiant-es pour l'UE d'intérêt et une moyenne des scores laissés pour l'ensemble des autres UEs (i.e. moyenne de la moyenne des scores laissés par l'ensemble des étudiant-es à chacune de ces UEs). La comparaison de ces deux moyennes a été effectuée à l'aide d'un plan d'analyse intra-sujet. Lorsque la condition de normalité n'était pas satisfaite (i.e. C1S pour le semestre 5 et C3S pour le semestre 6), un test de Wilcoxon-signé rangé a été réalisé.

Un test non paramétrique de Friedman puis test *post-hoc* de Wilcoxon pour comparaisons multiples avec correction de Bonferroni ont permis d'analyser l'effet de l'UE sur le score laissé à chacune des 9 capacités et de comparer les différentes UE deux à deux. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R 2.9 (<http://www.r-project.org/>). Les représentations graphiques ont été générées à l'aide de la bibliothèque ggplot2.

Résultats

Les scores moyens obtenus à l'ensemble des UEs hors UE d'intérêt versus à l'UE d'intérêt pour les S5 et S6 de l'année 2020-2021 sont renseignés dans le Tableau 5.

Tableau 5.*Score moyen attribué à l'UE d'intérêt versus aux autres UEs de la formation.*

| | | Semestre 5 | | | | | | | | | Semestre 6 | | | | | | | | |
|--------------|-----------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | C1S | C1SF | C1SE | C2S | C2SF | C2SE | C3S | C3SF | C3SE | C1S | C1SF | C1SE | C2S | C2SF | C2SE | C3S | C3SF | C3SE |
| UE d'intérêt | <i>M</i> | 3.58 | 3.81 | 3.84 | 3.81 | 3.77 | 3.68 | 2.87 | 3.84 | 3.81 | 3.38 | 3.75 | 3.71 | 3.54 | 3.54 | 3.58 | 2.71 | 3.79 | 3.79 |
| | <i>SD</i> | 0.72 | 0.48 | 0.45 | 0.48 | 0.56 | 0.60 | 1.15 | 0.45 | 0.48 | 0.71 | 0.53 | 0.55 | 0.66 | 0.66 | 0.65 | 1.23 | 0.51 | 0.51 |
| Autres UEs | <i>M</i> | 3.33 | 3.06 | 2.73 | 2.66 | 2.63 | 2.45 | 2.26 | 2.32 | 2.54 | 3.29 | 3.10 | 2.85 | 2.86 | 2.89 | 2.77 | 2.38 | 2.50 | 2.88 |
| | <i>SD</i> | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.61 | 0.61 | 0.74 | 0.95 | 0.86 | 0.79 | 0.50 | 0.56 | 0.68 | 0.53 | 0.52 | 0.68 | 1.05 | 0.94 | 0.71 |

UE d'intérêt : moyenne des scores attribués par l'ensemble des participant-es à l'UE d'intérêt ; Autres UEs : moyenne des scores moyens attribués par l'ensemble des participants aux autres UEs de la formation. M : moyenne ; SD : écart-type (i.e. standard deviation). Le score moyen attribué à chacune des UEs du S5 et du S6 est illustré en Figure 3 et Figure 4.

Concernant le S5, pour 8 des 9 compétences, le score moyen attribué par les étudiant-es à notre UE d'intérêt se révèle significativement supérieur à la moyenne des scores attribués aux autres UE de la formation (Tableau 6). C'est un effet non significatif qui est retrouvé concernant C1S ($p=.07$).

Tableau 6.

Semestre 5 - Comparaison du score moyen attribué à chaque compétence

| | β | F | IC 95% | | p-value |
|------|---------|-------|------------------|------------------|---------|
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| C1SF | 0.74 | 67.16 | 0.56 | 0.93 | <.001 |
| C1SE | 1.10 | 97.89 | 0.88 | 1.33 | <.001 |
| C2S | 1.15 | 97.79 | 0.91 | 1.38 | <.001 |
| C2SF | 1.14 | 84.66 | 0.89 | 1.39 | <.001 |
| C2SE | 1.22 | 74.94 | 0.93 | 1.51 | <.001 |
| C3S | 0.61 | 20.46 | 0.34 | 0.89 | <.001 |
| C3SF | 1.52 | 92.30 | 1.20 | 1.84 | <.001 |
| C3SE | 1.27 | 86.47 | 0.99 | 1.54 | <.001 |

| | V | Taille d'effet (corrélation bisériale des rangs appariés) | IC 95% | | p-value |
|-----|--------|---|------------------|------------------|---------|
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| C1S | 123.00 | -0.39 | -0.69 | -0.01 | .07 |

UE d'intérêt versus autres UEs de la formation n.s : non significatif

Concernant le semestre 6, la note moyenne attribuée par les étudiant-es à notre UE d'intérêt se révèle significativement supérieure à la moyenne des notes attribuées aux autres UEs (Tableau 7) et ce, pour C1S, C1SF, C1SE, C2S, C2SF, C2SE, C3S, C3SF et C3SE.

Tableau 7.

Semestre 6 - Comparaison du score moyen attribué à chaque compétence, UE d'intérêt versus autres UEs de la formation

| | β | F | IC 95% | | p-value |
|------|---------|-------|------------------|------------------|------------|
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| C1S | - | - | - | - | <i>n.s</i> |
| C1SF | 0.65 | 20.07 | 0.35 | 0.95 | <.001 |
| C1SE | 0.86 | 39.26 | 0.57 | 1.14 | <.001 |
| C2S | 0.68 | 43.59 | 0.47 | 0.90 | <.001 |
| C2SF | 0.65 | 37.26 | 0.43 | 0.87 | <.001 |
| C2SE | 0.82 | 40.05 | 0.55 | 1.08 | <.001 |
| C3SF | 1.29 | 40.54 | 0.87 | 1.71 | <.001 |
| C3SE | 0.91 | 40.10 | 0.61 | 1.21 | <.001 |

| | V | Taille d'effet (corrélation bisériale des rangs appariés) | IC 95% | | p-value |
|-----|-------|---|------------------|------------------|---------|
| | | | Borne inférieure | Borne supérieure | |
| C3S | 26.50 | -0.61 | -0.85 | -0.15 | .03 |

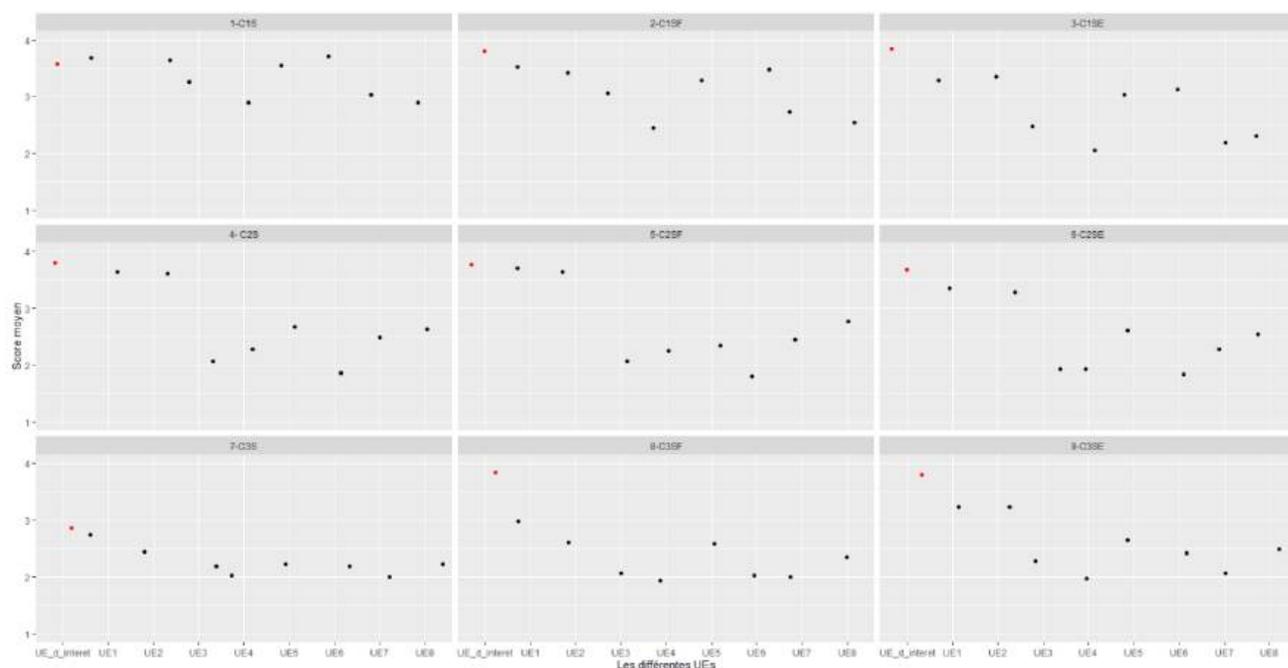
n.s : non significatif

Pour le S5, le score attribué à l'UE d'intérêt est le plus élevé, que ce soit pour les compétences C1SF, C1SE, C2S, C2SF, C2SE, C3S, C3SF ou C3SE. Pour la compétence C1S, le score attribué à l'UE d'intérêt est le 4^{ème} score le plus élevé après les scores respectivement attribués aux UE6, UE1 et UE2. Toutefois, aucune différence significative n'est retrouvée entre le score attribué à l'UE d'intérêt et les scores attribués à chacune des huit autres UEs de la formation (Tableau 8). Concernant C1SF, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux UE3, UE4, UE5, UE7 et UE8. Pour C1SE, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué à chacune des autres huit autres UEs. Concernant C2S, C2SF et C2SE, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux UE3, UE4, UE5,

UE6, UE7 et UE8. Pour C3S, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux UE3, UE4, UE7 et UE8. Pour C3SF, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué à chacune des huit autres UEs de la formation. Enfin, pour C3SE, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux UE2, UE3, UE4, UE5, UE6, UE7 et UE8.

Figure 3.

Score moyen attribué à chaque UE du semestre 5



Chaque point indique la moyenne des scores attribués par l'ensemble des participants, pour une UE donnée. Le point correspondant à l'UE d'intérêt est en rouge. Chaque mini-figure correspond à une capacité qu'il est attendu de développer au cours de la formation.

Tableau 8.*Comparaisons multiples des différentes UEs, semestre 5*

| UE | C1S | | C1SF | | C1SE | | C2S | | C2SF | | C2SE | |
|-----|-----|------------|-----------------------|------------|-----------------------|-------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| | W | p | W | p | W | p | W | p | W | p | W | p |
| UE1 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | 2.86*10 ⁻² | .03 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> |
| UE2 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | 4.02*10 ⁻² | .04 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> |
| UE3 | - | <i>n.s</i> | 3.38*10 ⁻³ | <.01 | 1.87*10 ⁻⁴ | <.001 | 3.28*10 ⁻⁴ | <.001 | 2.23*10 ⁻⁴ | <.001 | 8.87*10 ⁻⁵ | <.001 |
| UE4 | - | <i>n.s</i> | 3.74*10 ⁻⁴ | <.001 | 9.96*10 ⁻⁵ | <.001 | 3.33*10 ⁻⁴ | <.001 | 7.60*10 ⁻⁴ | <.001 | 7.33*10 ⁻⁴ | <.001 |
| UE5 | - | <i>n.s</i> | 2.26*10 ⁻² | .02 | 1.73*10 ⁻² | .02 | 2.36*10 ⁻³ | <.01 | 4.45*10 ⁻⁴ | <.001 | 9.78*10 ⁻³ | <.01 |
| UE6 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | 4.60*10 ⁻² | .046 | 1.83*10 ⁻⁴ | <.001 | 1.92*10 ⁻⁴ | <.001 | 2.94*10 ⁻⁴ | <.001 |
| UE7 | - | <i>n.s</i> | 3.20*10 ⁻³ | <.01 | 4.97*10 ⁻⁴ | <.001 | 6.57*10 ⁻⁴ | <.001 | 1.55*10 ⁻³ | <.01 | 1.14*10 ⁻³ | <.01 |
| UE8 | - | <i>n.s</i> | 7.33*10 ⁻⁴ | <.001 | 3.28*10 ⁻⁴ | <.001 | 3.50*10 ⁻⁴ | <.001 | 3.68*10 ⁻³ | <.01 | 5.21*10 ⁻³ | <.01 |

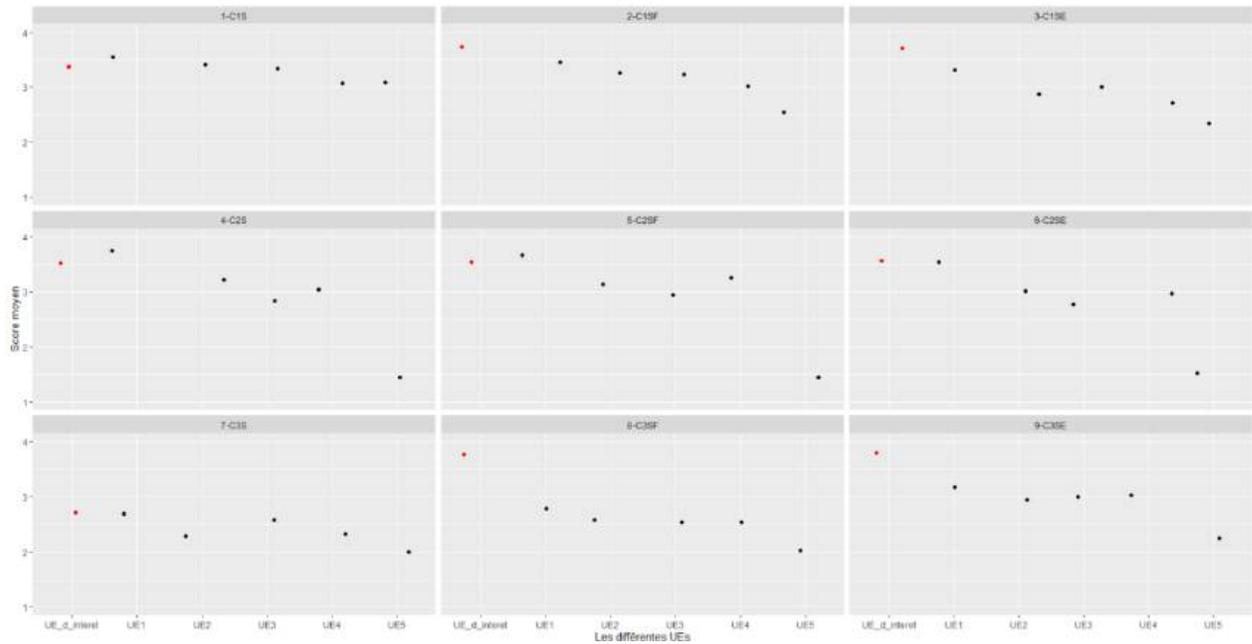
Comparaisons multiples des différentes UEs, semestre 5 (suite)

| UE | C3S | | C3SF | | C3SE | |
|-----|-----------------------|------------|-----------------------|-------|-----------------------|------------|
| | W | p | W | p | W | p |
| UE1 | - | <i>n.s</i> | 2.77*10 ⁻³ | <.01 | - | <i>n.s</i> |
| UE2 | - | <i>n.s</i> | 1.03*10 ⁻³ | .001 | 4.69*10 ⁻² | .047 |
| UE3 | 3.76*10 ⁻² | .04 | 1.44*10 ⁻⁴ | <.001 | 2.10*10 ⁻⁴ | <.001 |
| UE4 | 1.94*10 ⁻² | .02 | 1.37*10 ⁻⁴ | <.001 | 1.48*10 ⁻⁴ | <.001 |
| UE5 | - | <i>n.s</i> | 1.67*10 ⁻³ | <.01 | 1.58*10 ⁻³ | <.01 |
| UE6 | - | <i>n.s</i> | 4.98*10 ⁻⁴ | <.001 | 3.63*10 ⁻³ | <.01 |
| UE7 | 8.27*10 ⁻³ | .01 | 2.12*10 ⁻⁴ | <.001 | 4.72*10 ⁻⁴ | <.001 |
| UE8 | 1.91*10 ⁻² | .02 | 3.24*10 ⁻⁴ | <.001 | 1.70*10 ⁻³ | <.01 |

Pour le S6, le score attribué à l'UE d'intérêt est celui le plus élevé, comparativement aux autres UEs, que ce soit pour C1SF, C1SE, C2SE, C3S (à égalité avec le score attribué à l'UE1), C3SF ou C3SE (Figure 4). Il s'agit du 2^{ème} score le plus élevé pour les C2S et C2SF, après le score attribué à l'UE1 et du 3^{ème} score le plus élevé pour C1S après le score attribué aux UE1 et UE2. Toutefois, pour C2S, C2SF et C1S, aucune différence significative n'est retrouvée entre le score attribué à l'UE d'intérêt et les scores qui lui sont supérieurs (Tableau 9). Concernant C1S et C3S, aucune différence significative n'est retrouvée en termes de score moyen lorsque sont comparées les UEs deux à deux. Concernant C1SF, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux UE4 et UE5. Concernant C1SE, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux UE2 UE3, UE4 et UE5. Concernant C2S et C2SF, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué à l'UE5. Pour C2SE, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux UE3 et UE5. Concernant C3SF et C3SE, le score attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score attribué aux cinq autres UEs de la formation.

Figure 4.

Score moyen attribué à chaque UE du semestre 6.



Chaque point indique la moyenne des scores attribués par l'ensemble des participant-es, pour une UE donnée. Le point correspondant à l'UE d'intérêt est en rouge. Chaque mini-figure correspond à une capacité qu'il est attendu de développer au cours de la formation.

Tableau 9.*Comparaisons multiples des différentes UEs, semestre 6*

| UE | C1S | | C1SF | | C1SE | | C2S | | C2SF | | C2SE | |
|-----|-----|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|
| | W | p-val | W | p-val | W | p-val | W | p-val | W | p-val | W | p-val |
| UE1 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> |
| UE2 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | $3.11 \cdot 10^{-2}$ | .03 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> |
| UE3 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | $3.00 \cdot 10^{-2}$ | .03 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | $1.88 \cdot 10^{-2}$ | .02 |
| UE4 | - | <i>n.s</i> | $4.16 \cdot 10^{-2}$ | .042 | $7.32 \cdot 10^{-3}$ | <.01 | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> | - | <i>n.s</i> |
| UE5 | - | <i>n.s</i> | $6.21 \cdot 10^{-3}$ | <.01 | $1.99 \cdot 10^{-3}$ | <.01 | $2.86 \cdot 10^{-4}$ | <.001 | $4.40 \cdot 10^{-4}$ | <.001 | $4.44 \cdot 10^{-4}$ | <.001 |

Comparaisons multiples des différentes UEs, semestre 6 (suite)

| UE | C3S | | C3SF | | C3SE | |
|-----|-----|------------|----------------|-------|----------------|-------|
| | W | p-val | W | p-val | W | p-val |
| UE1 | - | <i>n.s</i> | $3.52*10^{-2}$ | .04 | $3.61*10^{-2}$ | .04 |
| UE2 | - | <i>n.s</i> | $8.31*10^{-3}$ | .01 | $7.94*10^{-3}$ | <.01 |
| UE3 | - | <i>n.s</i> | $3.59*10^{-3}$ | <.01 | $3.22*10^{-2}$ | .03 |
| UE4 | - | <i>n.s</i> | $8.07*10^{-3}$ | <.01 | $4.82*10^{-2}$ | .048 |
| UE8 | - | <i>n.s</i> | $1.06*10^{-3}$ | <.01 | $1.55*10^{-3}$ | <.01 |

Les moyennes obtenues pour chacun des livrables sont données dans le Tableau 10.

Tableau 10.
Moyennes pour chaque livrable

| | Rapport numérique / Site internet | Rapport d'analyse | Poster scientifique | Article scientifique | Vidéo de 5 minutes |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Note moyenne / 20 | 17.2 | 16.6 | 15.8 | 16.8 | 17.0 |
| Écart-type | 1.6 | 2.6 | 1.8 | 1.5 | 0.9 |
| Note minimale | 10.0 | 7.5 | 12.2 | 12.1 | 14.8 |
| Note maximale | 20.0 | 20.0 | 18.5 | 19.5 | 18.4 |

Les notes données aux travaux de type recherche sont élevées. Les notes s'étendent entre 12.2 et 18.5 pour les posters ($M \pm SD = 15.8 \pm 1.8$ sur 20), entre 12.1 et 19.5 pour les articles ($M \pm SD = 16.8 \pm 1.5$ sur 20) et entre 14.8 et 18.4 pour les vidéos ($M \pm SD = 17.0 \pm 0.9$).

Discussion

Le premier objectif de cette étude consistait à concevoir une UE de TP en chimie basée sur une approche FPR et s'appuyant sur de nombreuses préconisations de la littérature. Nous pensons que cet objectif a été atteint. En effet, l'apprentissage et la pratique de la démarche scientifique conjugués à la réalisation de livrables de type recherche (i.e. poster, article et

vidéo notamment) font de cette UE une UE de type FPR. Toutes les façons d'impliquer les étudiant·es dans la recherche et l'investigation présentées dans le modèle de Jenkins (Healey et Jenkins, 2009) sont mobilisées dans le cas de notre UE. La séance préparatoire peut être considérée à la fois comme dirigée par la recherche et orientée vers la recherche, car les étudiant·es adoptent une posture relativement passive. Au cours des séances en laboratoire, les étudiant·es réalisent des expériences, pratiquent la recherche et tentent de répondre à leur question de recherche ou de remplir les objectifs fixés en amont. Tout cela se réfère à des objectifs basés sur la recherche. La session d'échanges et d'accompagnement (et l'ensemble du processus de correction) peut être caractérisée de tutorat de recherche puisque les étudiant·es sont engagé·es dans une discussion scientifique avec leurs collègues (i.e. apprentissage par les pairs) ou avec le personnel enseignant. De plus, comme les productions des étudiant·es sont des documents de type recherche (e.g. poster scientifique, article scientifique et vidéo), le processus de production peut être considéré comme une activité basée sur la recherche. Par ailleurs, les thématiques abordées au cours des différentes séquences, ont été sélectionnées par l'équipe enseignante et constituent toutes des sujets d'actualité en recherche (e.g. couleur et luminescence ; nanomatériaux). La séance préparatoire est une bonne occasion pour mentionner les résultats de recherche récents et présenter des articles positionnés comme référence dans plusieurs expériences du manuel (séquences N°3 et 4 ; Tableau 1). Une partie de la séance préparatoire est consacrée aux attentes et aux exigences (forme et fond) en termes de rédaction d'un rapport d'analyse (séquence N°2) ou d'un article (séquence N°4), de la conception d'un poster et de la préparation de sa présentation (séquence N°3) et de la production d'une vidéo (séquence N°5). Cette séance préparatoire permet de fournir aux étudiant·es des outils (e.g. logiciels, conventions) et de présenter des bonnes pratiques (e.g. orthographe, chiffres, tableaux, images) pour créer leurs livrables. Toutes ces informations ont pour but de favoriser les apprentissages (savoir-faire en recherche et techniques de construction de connaissances).

Notre UE a été organisée sous forme de séquences (Tableau 2), chacune comportant une phase préparatoire, un temps de travail en laboratoire et une phase d'échanges en aval de la séance expérimentale. Cela est en accord avec les préconisations de la littérature pour les TP (cf. paragraphe Contexte et problématique). Ainsi, l'ajout d'une séance préparatoire en amont de la séance expérimentale permet de clarifier les buts et les objectifs d'apprentissage aux étudiant·es (Auchincloss et al., 2014; Reid et Shah, 2007; Watts et al., 2021; Weaver et al., 2008) et mettre à disposition des ressources utiles (site web, contenu de cours, vidéo, articles...). Ceci permet à la fois d'optimiser le temps de la séance expérimentale (Agustian et Seery 2017; Camel et al. 2020; Camel et al. 2020) et d'améliorer l'engagement cognitif des étudiant·es (Agustian et Seery 2017; Rollnick et al. 2001; Veiga et al. 2019) lors de celle-ci. Les échanges en amont sur une pré-proposition de

la question de recherche sont aussi bénéfiques pour la séance expérimentale (Graham et al. 2002; Keller et Kendall 2017; Watts et al. 2021). Par ailleurs, l'intégration d'une phase d'échanges et d'accompagnement sur les livrables par les enseignant·es en aval de la séance expérimentale et le processus de révisions multiples sont des moyens de favoriser l'atteinte des objectifs d'apprentissage de la démarche scientifique (Graham et al. 2002; Keller et Kendall 2017; Watts et al. 2021) relatifs à la création d'un livrable (analyser et interpréter des résultats, tirer des conclusions et communiquer sur des résultats). Proposer une rétroaction et adopter des phases d'évaluation dans une démarche descriptive (De Ketele, 2010) s'avère souvent bénéfique pour les apprentissages (Fyfe et Rittle-Johnson, 2016; Hattie et Timperley, 2007; Hays et al., 2010).

Une grande place est laissée à l'autonomie des personnes étudiantes et elles sont amenées à réaliser de nombreux choix : de l'expérience à réaliser aux personnes avec qui elles souhaitent travailler, aux outils utilisés pour la production ou la forme de certains livrables. Au moyen de ce dispositif toutes les étapes de la démarche scientifique sont ainsi travaillées et les étudiant·es se retrouvent activement impliqué·es dans la plupart des étapes du scénario pédagogique de chaque séquence (Tableau 2). Cette UE possède de plus, toutes les caractéristiques d'une activité de pédagogie de degré d'activation élevé selon De Clercq et collaborateurs (2022). Elle permet d'impliquer les étudiant·es dans la construction de l'apprentissage et de les engager dans un traitement réflexif et en profondeur du contenu dispensé lors des étapes d'élaboration d'une question de recherche, de la séance expérimentale (résolution de problème) mais également la production en autonomie de leur livrable. Cette autonomie est néanmoins accompagnée et cadrée à la fois par des échanges avec les enseignant·es mais aussi par des consignes (jalons, attentes, grilles d'évaluation) permettant d'éviter les écueils de l'apprentissage par la découverte (Tricot, 2017). Ainsi les séances d'échanges permettent notamment (en sus d'échanges par mail ou du server Discord) aux étudiant·es de construire leurs apprentissages par des interactions avec l'enseignant·e ou entre pairs. Finalement, lors de cette UE, l'apprentissage est contextualisé car les livrables et la démarche sont de type recherche et donc en lien avec l'engagement institutionnel de former aux métiers de la recherche.

Pratiquer la démarche scientifique ne suffit pas pour qu'elle soit acquise (Tricot, 2017). Il faut également que les étudiant·es soient activement impliqué·es dans ce processus. Pour cela, les étapes de la démarche scientifique se doivent d'être des objectifs d'apprentissage. Ainsi, au-delà de la forme, l'évaluation des livrables intègre des critères relatifs au fond et notamment à l'évaluation de plusieurs points de la démarche scientifique (c.f annexe) : poser une question, analyser et interpréter les données, tirer des conclusions et communiquer sur les résultats obtenus.

Un autre objectif de ce travail consistait à i. mesurer la perception d'apprentissage des étudiants sur la compétence « mettre en œuvre une démarche scientifique dans un contexte nouveau » à l'issue de chacun des semestres de formation et ce, pour les différentes UEs de la formation et ii. évaluer l'atteinte des différents objectifs d'apprentissages (i.e. différentes étapes de la démarche scientifique) au travers des livrables évalués à partir des grilles d'évaluation.

Concernant la perception d'apprentissage des étudiant-es, les scores indiqués par les étudiant-es en fin de S5 et de S6 sont systématiquement au-delà de 3.50 (sur 4.00), excepté pour C3S (pour S5 et S6) et C1S (pour S6 uniquement). Les résultats montrent que l'UE mise en place est considérée par les étudiant-es comme étant particulièrement efficace pour travailler la démarche scientifique avec des scores très élevés pour les connaissances (C1S), savoir-faire (C1SF) et « façon d'agir » (C1SE) relatifs à « *Adopter une démarche scientifique pour résoudre un problème en chimie nécessitant la mobilisation des connaissances acquises pendant la formation* ». De façon robuste, au semestre 5 et au semestre 6, le score moyen attribué à l'UE d'intérêt est significativement plus élevé que le score moyen attribué aux autres UEs de la formation (i.e. moyenne de la moyenne) pour chacune des capacités, sauf C1S pour laquelle la significativité n'est pas retrouvée au S5. Ce dernier résultat pourrait à première vue paraître surprenant mais nous expliquons cela par les scores moyens déjà très élevés attribués aux autres UEs à cet item. Ceci est cohérent avec le format plus traditionnel des cours, travaux dirigés et TP réalisés dans les autres UEs qui concentre les apprentissages vers l'acquisition de savoirs. Ainsi, notre UE présenterait un intérêt tout particulier pour la formation aux savoir-faire et aux savoir-être, sans impacter négativement les savoirs. Les analyses *post-hoc*, de comparaisons multiples, vont dans le même sens. En effet, l'UE d'intérêt présente un score significativement plus élevé que la plupart des autres UEs pour les savoir-être et savoir-faire et ce, de façon robuste entre S5 et S6 alors même que les UE servant de comparaison ne sont pas les mêmes. Il n'est pas étonnant de retrouver un plus faible score pour C3S ; la connaissance des institutions et de leur fonctionnement n'étant pas directement un objectif d'apprentissage visé par notre UE. Nous expliquons l'absence de différence significative inter-UEs pour C1S par un effet plafond.

Les notes moyennes obtenues pour les différents livrables s'avèrent relativement élevées, ce qui selon nous, est un fort indicateur d'atteinte des objectifs d'apprentissage liés à la démarche scientifique chez nos étudiant-es. En sus d'être perçu par les étudiant-es, il apparait donc que le développement de la compétence de mettre en place une démarche scientifique dans un contexte nouveau soit également observée par les enseignant-es. La mobilisation de cette démarche dans d'autres contextes d'apprentissages par les mêmes étudiant-es reste néanmoins à prouver pour juger d'un apprentissage pérenne.

Nous pouvons pointer plusieurs limites à ce travail. Tout d'abord, le questionnaire auto-rapporté repose sur des perceptions d'étudiant-es et non sur le réel développement de ces compétences. Il est possible que la liberté permise avec ce format de TP donne aux étudiant-es une impression de compétences ; toutefois les notes attribuées aux différents livrables semblent montrer une bonne atteinte de certains objectifs d'apprentissage de la démarche scientifique chez nos étudiant-es. Il aurait été intéressant d'évaluer l'ensemble des objectifs d'apprentissage (i.e. les différentes étapes de la démarche scientifique dans leur intégralité) et non uniquement ceux-relatifs aux livrables (i.e. analyser et interpréter des résultats, tirer des conclusions et communiquer sur des résultats). Une approche pré (avant le commencement des TP) et post- test (à la fin des TP) aurait également été intéressante pour mesurer le gain. Cela aurait permis de s'assurer que les différences significatives soient bien le produit de notre format de TP. Notre questionnaire ne comporte que 9 items. Il aurait été intéressant de multiplier le nombre d'items et de proposer des échelles pour les différents objectifs d'apprentissage relatifs aux étapes de la démarche scientifique (i. observer, ii. poser une question, iii. formuler et tester par l'expérience des hypothèses, iv. analyser et interpréter les données, v. tirer des conclusions et vi. communiquer sur les résultats obtenus). Aussi, il aurait été préférable de sélectionner un questionnaire standardisé ou *a minima* pré-testé. Nous avons conscience que l'outil de mesure, issu d'un travail collectif au sein de notre école, comporte plusieurs erreurs (e.g. vocabulaire imprécis, plusieurs questions en une). Par ailleurs, nous pensons qu'il aurait été préférable i. d'observer l'activité, le produit de l'activité et la régulation de l'activité et ii. d'évaluer un rendu explicatif, dans lequel l'étudiant démontrait qu'il a effectivement atteint l'objectif d'apprentissage, pour chacune des étapes de la démarche. Dans notre étude, nous inférons *a posteriori* que la compétence est développée, sur la base de mesures auto-rapportées et d'évaluation de livrables.

Une exploration approfondie du degré d'activation de toutes les UEs (y compris la nôtre) contribuerait à définir de manière plus précise les aspects de pédagogie active de notre UE.

Les étudiant-es travaillent en équipe. Ainsi, nous pouvons nous demander si ce type de format profite équitablement à l'ensemble des membres du groupe. Il aurait été également intéressant de suivre la perception des étudiant-es de façon micro-longitudinale entre le S5 et le S6, voire de comparer la perception avec le résultat académique, mais les deux questionnaires ayant été présentés à deux temps différents, sans aucun renseignement identitaire, nous n'avons pas pu associer ces données. Enfin, bien que le questionnaire soit anonyme, nous ne pouvons exclure d'une part le biais de désirabilité, l'enseignant distribuant le questionnaire étant l'enseignant qui a pensé la nouvelle UE et la biais de

nouveauté du dispositif conduisant tant à une motivation accrue des enseignant-es que des étudiant-es.

Des études de l'impact de notre dispositif sur la démarche scientifique au moyen de tests standardisés (Bastiaens, 2017; Winkelmann et al., 2015b) et d'une démarche avec pré et post-tests sont envisagées. Une exploration approfondie du degré d'activation de toutes les UEs (y compris la nôtre) à l'aide de questionnaires distribués aux étudiant-es et aux enseignant-es permettrait également de mettre en évidence les spécificités qui la distinguent des autres UEs à cet égard.

Conclusion

En conclusion, nous proposons dans cette étude un exemple de format innovant de TP de chimie de L3 combinant les principes de la pédagogie active et de la formation par la recherche et s'appuyant sur des préconisations de la littérature sur les TP (ajout de phases en amont et aval des séances expérimentales notamment). Le passage de la théorie (i.e. état de l'art sur ce qu'il faudrait faire en tant qu'enseignant-e) à la pratique est souvent délicat. Il s'agit là d'une proposition de mise en application dont les praticien-nes du supérieur pourraient se saisir ; avec des premières pistes de garantie en termes d'efficacité, dans notre contexte d'enseignement. L'impact de notre dispositif pédagogique a été mesuré à partir d'un questionnaire auto-rapporté sur la perception d'apprentissage et à partir de travaux de type recherche rendus par les étudiant-es. Ces données constituent pour nous, une forte indication du développement de la compétence « mettre en œuvre une démarche scientifique dans un contexte nouveau » chez nos étudiant-es. Les résultats significativement supérieurs, évalués par les personnes étudiantes elles-mêmes, par rapport à d'autres UEs du programme de la formation de L3 et les scores attribués à notre UE de TP particulièrement élevés pour tous les critères soulignent non seulement l'efficacité de cette approche pour favoriser la démarche scientifique, mais également sa contribution significative à l'acquisition de façons d'agir et de savoir-faire. Les performances académiques élevées des productions étudiantes attestent de plus de l'atteinte de plusieurs objectifs d'apprentissage de la démarche scientifique, renforçant ainsi la pertinence de cette approche complète.

Ainsi, les enseignant-es devraient envisager d'adopter une approche FPR de haut degré d'activation intégrant une séance préparatoire et une séance d'échanges (rétroaction) sur les productions des étudiant-es dans le cadre de séance de TP. Cette approche apparaît comme un bon moyen de travailler la démarche scientifique tant du point de vue des enseignant-es que des étudiant-es. Appliquée à la chimie dans cette étude, elle pourrait être transposable à d'autres disciplines, notamment de sciences expérimentales telles que la

physique ou la biologie. Aussi, il pourrait être envisager d'étendre ce dispositif de compagnonnage cognitif à des étudiant-es suivant un cursus moins sélectif. Dans notre cas, nous estimons avoir trouver un bon équilibre en tentant d'optimiser le sentiment de contrôlabilité de la tâche chez l'étudiant-e tout en restant très disponible en tant qu'enseignant-e. Il pourrait être intéressant de tester l'efficacité de ce dosage auprès de nouvelles cohortes d'étudiants, de profils et niveaux différents.

Références

- Abrahams, I. et Reiss, M. J. (2012). Practical work : Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035-1055. <https://doi.org/10.1002/tea.21036>
- Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A.-M. et Ellis, R. A. (2013). Inquiry-based learning in higher education : Principal forms, educational objectives, and disciplinary variations. *Studies in Higher Education*, 38(9), 1239-1258. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.616584>
- Agustian, H. Y. (2020). *Students' learning experience in the chemistry laboratory and their views of science : In defence of pedagogical and philosophical validation of undergraduate chemistry laboratory education*. <https://doi.org/10.7488/ERA/107>
- Agustian, H. Y., Finne, L. T., Jørgensen, J. T., Pedersen, M. I., Christiansen, F. V., Gammelgaard, B. et Nielsen, J. A. (2022). Learning outcomes of university chemistry teaching in laboratories : A systematic review of empirical literature. *Review of Education*, 10(2). <https://doi.org/10.1002/rev3.3360>
- Agustian, H. Y. et Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education : A proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518-532. <https://doi.org/10.1039/C7RP00140A>
- Anderson, R. O. (1976). *The experience of science : A new perspective for laboratory teaching* (Teachers College Press).
- Arik, S. et Yilmaz, M. (2020). The Effect of Constructivist Learning Approach and Active Learning on Environmental Education : A Meta-Analysis Study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 10(2), 44-84.
- Auchincloss, L. C., Laursen, S. L., Branchaw, J. L., Eagan, K., Graham, M., Hanauer, D. I., Lawrie, G., McLinn, C. M., Pelaez, N., Rowland, S., Towns, M., Trautmann, N. M., Varma-Nelson, P., Weston, T. J. et Dolan, E. L. (2014). Assessment of Course-Based Undergraduate Research Experiences : A Meeting Report. *CBE—Life Sciences Education*, 13(1), 29-40. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-01-0004>
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L. et Bransford, J. D. (1998). *Doing With Understanding : Lessons From Research on*

- Problem- and Project-Based Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271-311. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672056>
- Bastiaens, E. (2017). *Research-based learning : Case studies from Maastricht University*. Springer Berlin Heidelberg.
- Biémar, S., Daele, A., Malengrez, D. et Oger, L. (2015). Le « Scholarship of Teaching and Learning » (SoTL). Proposition d'un cadre pour l'accompagnement des enseignants par les conseillers pédagogiques. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 31(2). <https://doi.org/10.4000/ripes.966>
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32(3), 347-364. <https://doi.org/10.1007/BF00138871>
- Biggs, J. B. (2014). Constructive alignment in university teaching. *HERDSA Review of Higher Education*, 1, 5-22. www.herdsa.org.au/herdsa-review-higher-education-vol-1/5-22
- Biggs, J. B. et Tang, C. S. (2011). *Teaching for quality learning at university : What the student does* (4. ed). McGraw-Hill, Society for Research into Higher Education et Open University Press.
- Bloom, B. S. et Krathwohl, D. R. (1956). *The classification of educational goals, by a committee of college and university examiners*.
- Blystone, R. V. et Blodgett, K. (2006). WWW : The Scientific Method. *CBE—Life Sciences Education*, 5(1), 7-11. <https://doi.org/10.1187/cbe.05-12-0134>
- Bonwell, C. C. et Eison, J. A. (1991). *Active learning : Creating excitement in the classroom*. School of Education and Human Development, George Washington University.
- Boyer, E. L. (1991). *Scholarship reconsidered : Priorities of the professoriate* (3. print). Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.
- Bretz, S. L. (2019). Evidence for the Importance of Laboratory Courses. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 193-195. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00874>
- Cabi, E. (2018). The Impact of the Flipped Classroom Model on Students' Academic Achievement. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(3), 20.
- Camacho, M. H., Valcke, M. et Chiluiza, K. (2017). *RESEARCH BASED LEARNING IN HIGHER EDUCATION : A REVIEW OF LITERATURE*. 4188-4197. <https://doi.org/10.21125/inted.2017.1004>
- Camel, V., Maillard, M.-N., Cladière, M., Fitoussi, G., Piard, J., Dumas, C., Brun, E., Billault, I. et Sicard-Roselli, C. (2020). Chimactiv pour se former à l'analyse chimique. *Bulletin de l'union des physiciens*, 114(N°1028), 961-976.
- Camel, V., Maillard, M.-N., Piard, J., Dumas, C., Cladière, M., Fitoussi, G., Brun, E., Billault, I. et Sicard-Roselli, C. (2020a). CHIMACTIV : An Open-Access Website

- for Student-Centered Learning in Analytical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(8), 2319-2326. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00023>
- Camel, V., Maillard, M.-N., Piard, J., Dumas, C., Cladière, M., Fitoussi, G., Brun, E., Billault, I. et Sicard-Roselli, C. (2020b). CHIMACTIV, un site pour se former à l'analyse chimique. *Actualité Chimique*, 448, 31-36. <https://www.lactualitechimique.org/CHIMACTIV-un-site-pour-se-former-a-l-analyse-chimique>
- Carnduff, J. et Reid, N. (2017). *Enhancing undergraduate chemistry laboratories : Pre-laboratory and post-laboratory exercises*. Royal Society of Chemistry.
- Carnduff, J., Reid, N. et Royal Society of Chemistry. (2017). *Enhancing undergraduate chemistry laboratories : Pre-laboratory and post-laboratory exercises*. Royal Society of Chemistry.
- Chauvigné, C. et Coulet, J.-C. (2010). L'approche par compétences : Un nouveau paradigme pour la pédagogie universitaire ? *Revue française de pédagogie*, 172, 15-28. <https://doi.org/10.4000/rfp.2169>
- Chi, M. T. H., Adams, J., Bogusch, E. B., Bruchok, C., Kang, S., Lancaster, M., Levy, R., Li, N., McEldoon, K. L., Stump, G. S., Wylie, R., Xu, D. et Yaghmourian, D. L. (2018). Translating the ICAP Theory of Cognitive Engagement Into Practice. *Cognitive Science*, 42(6), 1777-1832. <https://doi.org/10.1111/cogs.12626>
- Chi, M. T. H. et Wylie, R. (2014). The ICAP Framework : Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Colet, N. R., McAlpine, L., Fanghanel, J. et Weston, C. (2011). Le concept de Scholarship of Teaching and Learning : La recherche sur l'enseignement supérieur et la formalisation des pratiques enseignantes. *Recherche et formation*, 67, 91-104. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.1412>
- Crawford, S. et Stucki, L. (1990). Peer review and the changing research record. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(3), 223-228. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199004\)41:3<223::AID-ASI14>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199004)41:3<223::AID-ASI14>3.0.CO;2-3)
- De Clercq, M., Frenay, M., Wouters, P. et Raucant, B. (2022). *Pédagogie active dans l'enseignement supérieur : Description de pratiques et repères théoriques*. Peter Lang.
- De Ketele, J.-M. (2010). Ne pas se tromper d'évaluation. *Revue française de linguistique appliquée*, XV(1), 25. <https://doi.org/10.3917/rfla.151.0025>
- DeKorver, B. K. et Towns, M. H. (2015). General Chemistry Students' Goals for Chemistry Laboratory Coursework. *Journal of Chemical Education*, 92(12), 2031-2037. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00463>

- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K. et Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251-19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>
- Deslauriers, L., Schelew, E. et Wieman, C. (2011). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. *Science*, 332(6031), 862-864. <https://doi.org/10.1126/science.1201783>
- Elsen, M. (G. M. F.), Visser-Wijnveen, G. J., van der Rijst, R. M. et van Driel, J. H. (2009). How to Strengthen the Connection between Research and Teaching in Undergraduate University Education. *Higher Education Quarterly*, 63(1), 64-85. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2273.2008.00411.x>
- ENS Paris-Saclay. (2024, avril 17). *ENS Paris-Saclay*. ENS Paris-Saclay. <https://ens-paris-saclay.fr/lecole/lecole>
- Fiorella, L. et Mayer, R. E. (2015). *Learning as a Generative Activity : Eight Learning Strategies that Promote Understanding* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107707085>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. et Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Fyfe, E. R. et Rittle-Johnson, B. (2016). Feedback both helps and hinders learning : The causal role of prior knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 108(1), 82-97. <https://doi.org/10.1037/edu0000053>
- Graham, K. J., Schaller, C. P., Johnson, B. J. et Klassen, J. B. (2002). Student-Designed Multistep Synthesis Projects in Organic Chemistry. *The Chemical Educator*, 7(6), 376-378. <https://doi.org/10.1007/s00897020612a>
- Greener, S. (2015). What do we mean by “student-centred” learning? *Interactive Learning Environments*, 23(1), 1-2. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1005423>
- Gros, B., Viader, M., Cornet, A., Martínez, M., Palés, J. et Sancho, M. (2020). The Research-Teaching Nexus and Its Influence on Student Learning. *International Journal of Higher Education*, 9(3), 109. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n3p109>
- Hattie, J. et Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hays, M. J., Kornell, N. et Bjork, R. A. (2010). The costs and benefits of providing feedback during learning. *Psychonomic Bulletin et Review*, 17(6), 797-801. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.6.797>
- Healey, M. et Jenkins, A. (2009). *Developing undergraduate research and inquiry*. Higher Education Academy.

- Hegarty-Hazel, E. (Éd.). (1990). *The student laboratory and the science curriculum*. Routledge.
- Hofstein, A. et Hugerat, M. (2021). Chapter 1. The Role of the Laboratory in Chemistry Teaching and Learning. In *Advances in Chemistry Education Series* (p. 1-15). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781839164712-00001>
- Hofstein, A. et Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching : Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217. <https://doi.org/10.3102/00346543052002201>
- Hofstein, A. et Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education : Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sci.10106>
- Hofstein, A. et Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education : The state of the art. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(2), 105-107. <https://doi.org/10.1039/B7RP90003A>
- Jakeways, R. (1986). Assessment of A-level physics (Nuffield) investigations. *Physics Education*, 21(4), 212-214. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/21/4/003>
- Jenkins, A., Healey, M. et Zetter, R. (2007). *Linking Teaching and Research in Departments*.
- Johnstone, A. H. et Al-Shuaili, A. (2001). Learning in the Laboratory; Some Thoughts from the Literature. *Univ. Chem. Educ*, 5(2), 42-91.
- Keller, V. A. et Kendall, B. L. (2017). Independent Synthesis Projects in the Organic Chemistry Teaching Laboratories : Bridging the Gap Between Student and Researcher. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1450-1457. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00093>
- Kempa, R. F. et Ward, J. F. (1975). The effect of different modes of task orientation on observations attained in practical chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 69-76.
- Kirschner, P. A. et Meester, M. A. M. (1988). The laboratory in higher science education : Problems, premises and objectives. *Higher Education*, 17(1), 81-98. <https://doi.org/10.1007/BF00130901>
- Kirschner, P., Meester, M., Middelbeek, E. et Hermans, H. (1993). Agreement between student expectations, experiences and actual objectives of practicals in the natural sciences at the Open university of The Netherlands. *International Journal of Science Education*, 15(2), 175-197. <https://doi.org/10.1080/0950069930150206>
- Lamichhane, R. et Maltese, A. (2019). Enhancing Students' Laboratory Experiences in Undergraduate Chemistry. In T. Gupta et R. E. Belford (Éds.), *ACS Symposium Series* (Vol. 1318, p. 83-106). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1318.ch006>

- Le Boterf, G. (2018). *Construire les compétences collectives : Coopérer efficacement dans les entreprises, les organisations et les réseaux de professionnels* (3e éd. 2018). Eyrolles.
- Legifrance, Article L123-3. (2013). Article L123-3. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000027747739
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. et Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory : An analysis of research, theory, and practice. In *Handbook of research on science education* (N. Lederman, S. Abel, p. 393-441). Lawrence Erlbaum.
- McComas, W. E. (1997). The nature of the laboratory experience : A guide for describing, classifying and enhancing hands-on activities. *CSTA Journal (spring)*, 6-9.
- Millar, R. (2010). *Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness*. The Association of Science Education. The University of York.
- Moore, J. W. (1998). The Boyer Report. *Journal of Chemical Education*, 75(8), 935. <https://doi.org/10.1021/ed075p935>
- Moyon, M., Parmentier, J., Nabec, L. et Riopel, M. (2022). Accompagner l'innovation pédagogique via la création d'une Chaire de recherche-action dédiée. In *Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur 2022—(S')engager et pouvoir (d')agir* (p. 256-267). <https://hal.science/hal-04204596>
- Poumay, M. (2017). *Organiser la formation à partir des compétences : Un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur*. De Boeck.
- Poumay, M. et Georges, F. (2022). *Comment mettre en oeuvre une approche par compétences dans le supérieur ?* De Boeck supérieur.
- Poumay, M., Tardif, J. et Georges, F. (2017). *Organiser la formation à partir des compétences : Un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur*. De Boeck supérieur.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Reid, N. et Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(2), 172-185. <https://doi.org/10.1039/B5RP90026C>
- Reynders, G., Suh, E., Cole, R. S. et Sansom, R. L. (2019). Developing Student Process Skills in a General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 96(10), 2109-2119. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00441>
- Roberts, D. (2019). Higher education lectures : From passive to active learning via imagery? *Active Learning in Higher Education*, 20(1), 63-77. <https://doi.org/10.1177/1469787417731198>
- Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S. et Green, G. (2001). Improving pre-laboratory preparation of first year university chemistry students. *International*

- Journal of Science Education*, 23(10), 1053-1071.
<https://doi.org/10.1080/09500690110038576>
- Rozière, E. (2010). John Dewey, une pédagogie de l'expérience. In *L'école autrement*. Ed. Russell, C. B. et Weaver, G. C. (2011). A comparative study of traditional, inquiry-based, and research-based laboratory curricula : Impacts on understanding of the nature of science. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 12(1), 57-67.
<https://doi.org/10.1039/C1RP90008K>
- Shulman, L. S. et Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. In *Second handbook of research on teaching* (R. M. W. Travers, p. 1098-1148).
- Simons, M. et Elen, J. (2007). The 'research-teaching nexus' and 'education through research' : An exploration of ambivalences. *Studies in Higher Education*, 32(5), 617-631. <https://doi.org/10.1080/03075070701573781>
- Singer, S. R., Hilton, M. L. et Schweingruber, H. A. (2006). *America's lab report : Investigations in high school science*. National Academies Press.
- Srikoon, S., Bunterm, T., Samranjai, J. et Wattanathorn, J. (2014). Research Synthesis of Research-based Learning for Education in Thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 913-917. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.319>
- Sweller, J., Ayres, P. et Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory* (1. ed). Springer.
- Tardif, J. et Fortier, G. (2006). *L'évaluation des compétences : Documenter le parcours de développement*. Chenelière éducation.
- Taşner, V. et Gaber, S. (2018). Lev Vygotski, initiateur du constructivisme social et penseur insaisissable de l'éducation. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 79, 109-116. <https://doi.org/10.4000/ries.7089>
- Taylor, J. (2007). The teaching:research nexus : A model for institutional management. *Higher Education*, 54(6), 867-884. <https://doi.org/10.1007/s10734-006-9029-1>
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476-6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Tomic, S. (2011). Le cadre matériel des cours de chimie dans l'enseignement supérieur à Paris au XIXe siècle. *Histoire de l'éducation*, 130, 57-83. <https://doi.org/10.4000/histoire-education.2326>
- Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique*. Éditions Retz.
- Tricot, A. et Chandler, P. (2015). Embodying cognition in the classroom : An Early Start to successful and healthy education. In *Educational Psychology Review* (Vol. 27, Numéro 3). Springer. <https://shs.hal.science/halshs-01880582>

- Tyler, R. W. et Hlebowitsh, P. S. (2013). *Basic principles of curriculum and instruction*. The University of Chicago Press.
- Van der Rijst, R. (2017). The Transformative Nature of Research-Based Education : A Thematic Overview of the Literature. In E. Bastiaens, J. Van Tilburg et J. Van Merriënboer (Éds.), *Research-Based Learning : Case Studies from Maastricht University* (p. 3-22). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50993-8_1
- Vázquez-Villegas, P., Mejía-Manzano, L. A., Sánchez-Rangel, J. C. et Membrillo-Hernández, J. (2023). Scientific Method's Application Contexts for the Development and Evaluation of Research Skills in Higher-Education Learners. *Education Sciences*, 13(1), 62. <https://doi.org/10.3390/educsci13010062>
- Veiga, N., Luzardo, F., Irving, K., Rodríguez-Ayán, M. N. et Torres, J. (2019). Online pre-laboratory tools for first-year undergraduate chemistry course in Uruguay : Student preferences and implications on student performance. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 229-245. <https://doi.org/10.1039/C8RP00204E>
- Wannapiroon, P. (2014). Development of Research-based Blended Learning Model to Enhance Graduate Students' Research Competency and Critical Thinking Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 136, 486-490. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.361>
- Watts, F. M., Spencer, J. L. et Shultz, G. V. (2021). Writing Assignments to Support the Learning Goals of a CURE. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 510-514. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00915>
- Weaver, G. C., Russell, C. B. et Wink, D. J. (2008). Inquiry-based and research-based laboratory pedagogies in undergraduate science. *Nature Chemical Biology*, 4(10), 577-580. <https://doi.org/10.1038/nchembio1008-577>
- Winkelmann, K., Baloga, M., Marcinkowski, T., Giannoulis, C., Anquandah, G. et Cohen, P. (2015a). Improving Students' Inquiry Skills and Self-Efficacy through Research-Inspired Modules in the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 247-255. <https://doi.org/10.1021/ed500218d>
- Winkelmann, K., Baloga, M., Marcinkowski, T., Giannoulis, C., Anquandah, G. et Cohen, P. (2015b). Improving Students' Inquiry Skills and Self-Efficacy through Research-Inspired Modules in the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 247-255. <https://doi.org/10.1021/ed500218d>
- Wolff, M., Wagner, M. J., Poznanski, S., Schiller, J. et Santen, S. (2015). Not Another Boring Lecture : Engaging Learners with Active Learning Techniques. *The Journal of Emergency Medicine*, 48(1), 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2014.09.010>

- Wright, G. (2011). Student-Centered Learning in Higher Education. *The International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 23, 92-97. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:154833238>
- Yeoman, K., Bowater, L. et Nardi, E. (2016). The representation of scientific research in the national curriculum and secondary school pupils' perceptions of research, its function, usefulness and value to their lives. *F1000Research*, 4, 1442. <https://doi.org/10.12688/f1000research.7449.2>
- Zubrick, A., Reid, I., Rossiter, P. et Australia. Dept of Education, T. and Y. A. (DETYA). E. and I. P. (2001). *Strengthening the nexus between teaching and research*. Evaluations and Investigations Programme, Higher Education Division, Department of Education, Training and Youth Affairs.

Annexe 1– Grilles d'évaluation**Grille d'évaluation pour le rapport du TP sur la sécurité (TP 1)**

| | | <i>Noms prénoms</i> | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------|----------|----------|----------|----------|------------------|----------|-------------|
| | | Encadrant-e 1 | | | | | Encadrant-e 2 | | | | | | | |
| | Respect des consignes (10%) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Note |
| 1 | Structuration avec un résumé, une introduction générale et pour chaque expérience une introduction, une description, une partie résultat et discussion et une conclusion, une conclusion générale | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Citer ses sources | | | | | | | | | | | | | |
| | Rapport / Site - Forme (30%) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | Clarté de l'écrit (l'utilisation de schéma peut être intéressant plutôt que de long texte) | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Phrases bien structurées (sujet /verbe/complément) sans trop de fautes de français et d'orthographe. | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Originalité (outils pédagogiques, figures et mise en page) | | | | | | | | | | | | | |
| | Rapport / Site - Fond (60%) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6 | Vocabulaire scientifique rigoureux | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Analyse des résultats (modèles utilisés, comparaison, exhaustivité...) | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Interprétation des résultats et regard critique sur ceux-ci | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Recherche bibliographique | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | NOTE | | |
| | | | | | | | | | | | | Encadrant | | |
| | | | | | | | | | | | | s | | |

Grille d'évaluation pour le rapport d'analyse du TP sur l'analyse de l'eau (TP 2)

| | | <i>Noms prénoms</i> | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|---------------------|---|---|---|---|---------------|---|---|---|--------------------|---|---|------|
| | | Encadrant-e 1 | | | | | Encadrant-e 2 | | | | | | | |
| Respect des consignes (10%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Note |
| 1 | Structuration avec un tableau d'analyse et des annexes (description et analyse des résultats) | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Détermination des incertitudes et comparaisons (Z-score) | | | | | | | | | | | | | |
| Rapport - Forme (30%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | Tableau d'analyse avec comparaison aux données fabricant, écarts relatifs, normes etc | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Clarté de l'écrit dans les annexes (l'utilisation de schémas peut être intéressant plutôt que de longs textes) | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Phrases bien structurées dans les annexes (sujet /verbe/complément) sans faute de français et d'orthographe. | | | | | | | | | | | | | |
| Rapport - Fond (60%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6 | Vocabulaire scientifique rigoureux | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Analyse des résultats (modèles utilisés, comparaison, exhaustivité...) | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Interprétation des résultats et regard critique sur ceux-ci | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Comparaison des résultats avec d'autres groupes ou mise en commun des résultats | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Suggestion de solutions aux problèmes rencontrés | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | NOTE Encadrants | | | |

Grille d'évaluation pour le poster du TP sur la couleur et la luminescence (TP 3)

| | | Noms prénoms | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|---|---|---|---|---------------|---|---|--------------------|---|---|---|------|
| | | Encadrant·e 1 | | | | | Encadrant·e 2 | | | | | | | |
| Poster scientifique – Forme (30%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Note |
| 1 | Structuration du poster (introduction, mise en évidence des différentes parties et des résultats importants) | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Clarté et pédagogie (équilibre texte et figure, lisibilité des figures, schémas clairs, outils pédagogiques) | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Originalité (outils pédagogiques, mise en page, liens utiles...) | | | | | | | | | | | | | |
| Poster scientifique - Fond (30%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 4 | Présentation des enjeux, du contexte de l'étude et des perspectives, en respectant un vocabulaire rigoureux | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Analyse et interprétation des résultats | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Conclusion et perspectives du travail clairement exposées. | | | | | | | | | | | | | |
| Présentation orale d'un poster scientifique - Forme (20%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 7 | Discours clair, pédagogique et cheminement logique | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Utilisation du poster comme support d'explications | | | | | | | | | | | | | |
| Réponses aux questions (20%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 9 | Maitrise des aspects techniques et scientifiques liée à l'expérience | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Compréhension des résultats et des techniques et regard critique sur les résultats présentés | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | NOTE Encadrants | | | | |

Grille d'évaluation pour l'article du TP sur les nanomatériaux (TP 4)

| | | <i>Noms prénoms</i> | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|-------------|---|---|-------------|
| | | Encadrant-e 1 | | | | | Encadrant-e 2 | | | | | | | |
| Respect des consignes (20%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Note |
| 1 | Structuration avec un résumé, une introduction, une partie résultats et discussion et une conclusion | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Citer ses sources | | | | | | | | | | | | | |
| Article scientifique – Forme (30%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | Mise en évidence des différentes parties et des résultats importants | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Clarté et pédagogie (équilibre texte et figures, lisibilité des figures, schémas clairs, outils pédagogiques) | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Originalité (outils pédagogiques, figures et mise en page) | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Suivre un cheminement logique entre les parties et dans les parties | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Description des résultats | | | | | | | | | | | | | |
| Article scientifique – Fond (30%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 8 | Vocabulaire scientifique rigoureux | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Analyse des résultats (modèles utilisés, comparaison, exhaustivité...) | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Interprétation des résultats et regard critique sur ceux-ci | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | NOTE | | | |
| | | | | | | | | | | | Encadrants | | | |

Grille d'évaluation pour la vidéo du TP sur la chimie du quotidien (TP 5)

| | | <i>Noms prénoms</i> | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|---------------------|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|------------|---|------|
| | | Encadrant-e 1 | | | | | Encadrant-e 2 | | | | | | | |
| Respect des consignes (25%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Note |
| 1 | Respecter le temps (3') - Grille: >4'40 (0) ; 4'20-4'40 (1); 4'-4'20 (2); 3'40-4'(3); 3'20 -3'40 (4); 2'40-3'20(5) | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Citer ses sources | | | | | | | | | | | | | |
| Vidéo - Forme (37,5%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 3 | Structuration de la vidéo (introduction, mise en évidence des différentes parties et des résultats importants) | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Clarté et pédagogie (équilibre texte et animation, lisibilité des figures, schémas clairs, outils pédagogiques). | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Originalité (animations, explications, format) | | | | | | | | | | | | | |
| Vidéo - Fond (37,5%) | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 6 | Vocabulaire scientifique rigoureux | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Analyse et interprétation des résultats | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Conclusion et perspectives du travail clairement exposées | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | NOTE | | |
| | | | | | | | | | | | | Encadrants | | |

Annexe 2 – Questionnaire étudiant-es

L'objectif de ce questionnaire est d'avoir votre avis (allant de 1- Pas du tout d'accord à 4- Tout à fait d'accord) sur le fait ou non qu'une UE de la formation vous a permis d'acquérir les compétences suivantes :

C1 - Adopter une démarche scientifique pour résoudre un problème en chimie nécessitant la mobilisation des connaissances acquises pendant la formation

- C1-S : Savoirs scientifiques

-C1-SF : Savoir-faire analyse, interprétation, communication, observation

-C1-SE : Autonomie, capacité d'adaptation, sens de l'organisation, rigueur, curiosité, esprit critique, travail en équipe

C2- Adopter de bonnes pratiques de laboratoire respectant les règles d'hygiène et sécurité pour la réalisation de synthèse et caractérisation de composés chimiques.

- C2-S : Savoirs scientifiques (techniques expérimentales, règles d'hygiène et sécurité...)

- C2-SF : Savoir-faire procédural (suivre un protocole, gestes techniques...)

- C2-SE : Sens de l'organisation, rigueur, réactivité (cahier de laboratoire...)

C3- Appréhender un environnement de travail au travers du milieu de la recherche et l'enseignement

- C3-S : Connaissances des institutions et de leur fonctionnement

- C3-SF : Savoir-faire procédural (recherche bibliographique, rédaction de supports de communication)

- C3-SE : Autonomie, capacité d'adaptation et d'intégration, travail en équipe, sens de la communication, sens de l'organisation

Le retour est à faire pour chacune des UE. Nous avons conscience qu'il peut s'agir d'un travail long et fastidieux mais il s'avère important pour nous afin de pouvoir faire évoluer la formation.

Remarque : C1, C2 et C3 sont des macro-compétences et C1S, C1SE...des micro-compétences. Nous vous demandons de vous positionnez sur les micro-compétences.

UE N°1

1 2 3 4

Adopter une démarche scientifique- C1-S : Savoirs scientifiques

Adopter une démarche scientifique - C1-SF : Savoir-faire analyse,
interprétation, communication, observation

Adopter une démarche scientifique - C1-SE : Autonomie, capacité
d'adaptation, sens de l'organisation, rigueur, curiosité, esprit critique,
travail en équipe

Adopter de bonnes pratiques de laboratoire C2-S : Savoirs scientifiques
(techniques expérimentales, règles d'hygiène et sécurité...)

Adopter de bonnes pratiques de laboratoire- C2-SF : Savoir-faire
procédural (suivre un protocole, gestes techniques...)

Adopter de bonnes pratiques de laboratoire-- C2-SE : Sens de l'organisation, rigueur, réactivité (cahier de laboratoire)

Appréhender un environnement de travail - C3-S : Connaissances des institutions et de leur fonctionnement

Appréhender un environnement de travail - C3-SF : Savoir-faire procédural (recherche bibliographique, rédaction de supports de communication)

Appréhender un environnement de travail- C3-SE : Autonomie, capacité d'adaptation et d'intégration, travail en équipe, sens de la communication, sens de l'organisation
