

ENTRE INTERDISCIPLINARITÉ ET PÉDAGOGIE DE PROJET UNE EXPÉRIMENTATION D'HACKATHON EN ÉDUCATION

BETWEEN INTERDISCIPLINARITY AND PROJECT-BASED PEDAGOGY A HACKATHON EXPERIMENT IN EDUCATION

Maria DENAMI

Université de Haute-Alsace, UR 2310 - LISEC, France

Dina ADINDA

Université Paris Nanterre, UR 1589 - CREF, France

Grazia GIACCO

Université de Strasbourg, UR 3402 - ACCRA, France

RÉSUMÉ

Les parcours universitaires en éducation et formation peinent à intégrer des formations interdisciplinaires et à adopter une pédagogie de projet, limitant ainsi le développement des compétences des étudiants en formation initiale et continue. Les réformes de 2018 soulignent l'importance de promouvoir des projets interdisciplinaires pour rapprocher la formation académique des exigences du monde professionnel. Notre contribution présente la conception et l'étude du dispositif PrEAC, qui vise à répondre à ce besoin en favorisant une culture collaborative et en développant des compétences partagées. L'évaluation de ce dispositif, basée sur l'autopositionnement des participants sur diverses dimensions de leur apprentissage, révèle que, même dans un cadre temporel limité, les étudiants aux profils variés, y compris professionnels, traversent des expériences de crise. La résolution de ces crises favorise le développement de compétences et renforce leur préparation à des environnements collaboratifs.

Mots-clés : apprentissage collaboratif, interdisciplinarité, pédagogie de projet.

ABSTRACT

University programs in education struggle to incorporate interdisciplinary approaches and project-based pedagogy, limiting students' development of professional skills. The 2018 reforms emphasise the need to promote interdisciplinary projects to bridge the gap between academic training and professional demands. Our contribution highlights the design and analysis of the PrEAC initiative, which addresses this need by fostering a collaborative culture and developing shared competencies. The evaluation of this initiative based on participants' self-assessments across various learning dimensions, shows that even within a limited timeframe, students from diverse backgrounds, including professionals, experience challenges. Resolving these challenges enhances their professional skills and strengthens their readiness for collaborative environments.

Keywords: collaborative learning, interdisciplinarity, project-based learning.

INTRODUCTION

Lauréat en 2022 de l'appel « IdEx Transformation » de l'Université de Strasbourg, le dispositif PrEAC – Projet Éducatif, Artistique, Culturel – vise la formation, au niveau du master, à la conception et à la gestion de projet en réunissant les étudiants avec une expérience professionnelle et de disciplines hétérogènes. Cet article veut comprendre quels types de dynamiques de groupe, quels apprentissages, apports, résultats peuvent être observés par la mise en place d'un projet pédagogique suivant des critères d'immersion, collaboration et interdisciplinarité, avec une attention particulière au développement de compétences.

La démarche exploratoire a permis d'aborder la question de l'interdisciplinarité et du processus de professionnalisation dans des contextes de travail de type immersif, collaboratif et interdisciplinaire. C'est ce même principe qui caractérise notre propre fonctionnement pédagogique et scientifique, car nous-mêmes, porteuses de ce projet, étions issues d'espaces institutionnels différents et de disciplines différentes : université (Grazia Giacco, Musique, et Maria Denami, Sciences de l'Éducation) et Académie supérieure de musique (Marie-Eve Thallinger, pianiste et coordinatrice du Diplôme d'État jusqu'en 2022). Cet article résulte d'un travail d'écriture visant à concilier le respect de nos identités disciplinaires respectives d'une part les Sciences de l'Éducation et de la Formation, dorénavant SEF (auxquelles nous empruntons la démarche scientifique de collecte et analyse des données) et les arts (pratique et pédagogie).

Le cadrage théorique permet d'analyser les verbalisations étudiantes et de vérifier nos hypothèses relatives aux compétences développées au fil des situations d'apprentissage vécues.

CONTEXTE INITIAL

Les parcours liés à la pédagogie et à l'éducation, de manière plus répandue dans les sciences humaines et sociales, n'offrent pas suffisamment aux étudiants¹ des situations de formations interdisciplinaires, selon une pédagogie de projet (PdP dorénavant) qui leur permettrait de développer de nouvelles compétences (Reverdy, 2013), y compris professionnelles. En particulier, dans l'enseignement de la musique, généraliste (collège et/ou lycée) et spécialiste (conservatoires et/ou écoles de musique), les étudiants ont très peu d'occasion de travailler ensemble, et encore moins d'échanger avec d'autres étudiants inscrits dans des masters en Sciences de l'éducation et de la formation. Les réformes sur la professionnalisation de 2018², nous confortent dans l'observation selon laquelle l'Université a besoin de développer les projets interdisciplinaires et d'offrir aux étudiants des expériences professionnalisantes. Cette volonté de professionnalisation et d'ouverture nous a amenées à concevoir ce projet (PrEAC) qui vise à réduire les écarts entre la formation académique et les visées professionnelles.

¹ Les termes employés pour désigner des personnes sont pris au sens générique : ils ont à la fois valeur d'un féminin et d'un masculin.

² Loi n° 2018-771 du 5 septembre 2018 pour la liberté de choisir son avenir professionnel.

CADRE THÉORIQUE

PÉDAGOGIE DE PROJET ET PROFESSIONNALISATION

L'université française est constamment encouragée par les politiques (par le biais d'appels à projets d'établissement et/ou ministériels) à innover afin de soutenir les missions universitaires de formation, de recherche et de réussite étudiante. La professionnalisation est devenue un enjeu majeur pour l'enseignement supérieur (Rose, 2018). Au-delà de la question de l'adéquation avec les besoins du monde professionnel et de la formation à des compétences métiers, l'intérêt croissant pour le développement des compétences transversales (Santelmann, 2019) et des compétences sociales ou *soft skills* (Morlaix, 2015) a élargi la portée même de la professionnalisation.

Dans cette optique, des dispositifs « professionnalisants » ont été introduits dès la licence : les stages d'observation et terrain, les licences professionnelles ou l'alternance en sont des exemples. Les apprentissages professionnels restent cependant majoritairement délégués à l'organisme d'accueil alors que l'université forme les stagiaires aux savoirs savants qui créeront la ressource pour le développement des compétences. Pourtant, comment l'université parvient-elle à favoriser le développement des compétences de ses étudiants hors de ces cadres privilégiés ? Quels dispositifs, quelles pratiques formelles et informelles peuvent être analysés pour décrire et comprendre le processus de professionnalisation dès la licence ?

La PdP est une méthode d'apprentissage dite expérientielle (Kolb, 1984), basée sur un paradigme constructiviste. Ce cadre d'apprentissage permet aux apprenants d'être « actifs » dans l'exploration de leur environnement afin de trouver des solutions à leur problème, ce qui permet une compréhension plus profonde du matériel (Krajcik et Shin, 2014). La composante socioconstructiviste de cette méthode permet aux individus de bénéficier du soutien de leur groupe de pairs par le biais d'interactions sociales et de la mise en place d'une intelligence collective propice à la fois pour la réalisation du projet, mais aussi à la co-construction des savoirs (Krajcik et Blumenfeld, 2006). Les étudiants sont confrontés à des situations d'étayage qui ne sont pas directement dans leur « zone de confort » ; ils font l'expérience d'une zone de développement proximal (Vygotski, 1985) qui élargit le développement de leurs compétences.

De nombreuses études soulignent l'efficacité de l'apprentissage par projet pour renforcer la participation, la motivation et les résultats des étudiants. Cette méthode améliore à la fois la maîtrise des contenus et les compétences de collaboration, tout en favorisant des attitudes positives entre pairs (Kaldi et al., 2011 ; Freeman et al., 2014). D'autres travaux (Karaçalli et Korur, 2014 ; Bengesai et al., 2023) confirment ses effets sur la réussite et la rétention des connaissances, tandis que Stewart (2007) note un impact positif sur l'autonomie et l'auto-direction. En visant la production de livrables concrets, cette approche donne du sens à l'apprentissage et favorise un savoir plus global et moins disciplinaire (Weber, 1982).

APPRENTISSAGE ET INTERDISCIPLINARITÉ

L'apprentissage interdisciplinaire est une réponse efficace aux enjeux de formation de nos étudiants aux différents challenges sociétaux : les défis du changement climatique, de la santé et de la justice. Néanmoins, contrairement à la PdP, l'interdisciplinarité en tant que pratique pédagogique n'a pas été encore suffisamment étudiée (Markauskaite et al., 2024) à cause, notamment, de la difficulté de créer des espaces d'apprentissage adéquats.

En tant qu'approche pédagogique, l'apprentissage interdisciplinaire voit ses origines dans l'ancienne Grèce (Klein, 1990, 2006) en référence à une taxonomie des domaines et des connaissances scientifiques. Ce concept s'affirme à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle : lorsque la recherche et l'éducation étaient devenues spécialisées et compartimentées, cette approche proposait une posture d'ouverture en opposition à ce cloisonnement.

Diverses organisations en ont émergé : certaines écoles ont organisé des dispositifs fondés sur une PdP dans les *curricula* STEM³, au niveau d'une classe d'école ou d'établissement, etc.

Déjà en 2002 (Ivanitskaya et al., 2002), une synthèse de la littérature illustre les bénéfices de cette approche interdisciplinaire de projet : on y retrouve le développement de la pensée flexible, la compréhension des forces et des faiblesses des disciplines et la capacité à évaluer la valeur des connaissances acquises (Ackerman, 1989, cité par Ivanitskaya et al., 2002), ou encore une amélioration de la réflexivité, des compétences cognitives supérieures, une meilleure rétention du contenu, une capacité à penser de manière proactive, une capacité à chercher du lien entre les sujets (Ackerman et Perkins, 1989, cité par Ivanitskaya et al., 2002). D'autres capacités sont développées telles que la capacité à tolérer l'ambiguïté ou le paradoxe, une plus fine sensibilité aux dimensions éthiques, le développement de perspectives et horizons élargis, une capacité accrue à synthétiser ou intégrer, une créativité améliorée et une critique renforcée, une capacité à percevoir un équilibre entre la pensée subjective et objective, davantage d'humilité, de sensibilité aux biais, une responsabilisation et, enfin, une capacité à démystifier les experts (Lee et Field, 1994, cité par Ivanitskaya et al., 2002).

Bien qu'il existe quelques études empiriques pionnières (Kidron et Kali, 2015, 2024 ; Shen et al., 2015 ; Tytler et al., 2021), la recherche sur l'apprentissage interdisciplinaire reste encore à développer.

APPRENTISSAGES FORMELS ET INFORMELS DANS UN HACKATHON

Le terme « hackathon », issu de « hacker » et « marathon » (Komssi et al., 2015), associe ingéniosité ludique, concentration intense et temps limité (Brennan et al., 2014). Initialement organisé en entreprise pour repenser des usages ou des situations de travail, ce format réunit des professionnels pendant 12 à 48 heures afin de co-concevoir, de manière ouverte et collaborative, des solutions originales et opérationnelles (technologies médicales, applications commerciales, etc.). Il s'étend aujourd'hui à des solutions sociotechniques ou organisationnelles, comme la conception de nouveaux processus (Dionne et Carlile, 2016). Son efficacité repose sur la motivation, l'implication et le partage entre participants, conditions essentielles à la dynamique de réflexion collective (Gréselle-Zaïbet et al., 2018). Dionne et Carlile (2016) mettent en évidence le pouvoir transformationnel des hackathons, grâce à leur nature traditionnellement interdisciplinaire, qui favorisent le dépassement des barrières traditionnelles liées au rattachement « disciplinaire » des enseignements.

Le format pédagogique Hackathon mobilise plusieurs cadres théoriques permettant de comprendre les apprentissages en jeu. La co-construction des savoirs repose sur la collaboration, l'interdisciplinarité et le partage d'expériences entre étudiants pour résoudre des problèmes complexes, dans une perspective socio-constructiviste où l'interaction sociale est centrale (Vygotski, 1985). L'activité est également médiatisée par

³ STEM acronyme de *science, technology, engineering, and mathematics*. En français : Sciences, Technologie, Ingénierie et Mathématiques.

L'usage d'artefacts matériels et symboliques – outils numériques, supports visuels, techniques de créativité – qui structurent l'action collective et soutiennent la réflexion (Rabardel, 1995 ; Engeström, 2001). Le travail en groupe permet en outre aux étudiants de progresser dans leur zone proximale de développement (Vygotski, 1985), en affrontant des défis qu'ils ne pourraient résoudre seuls. Enfin, l'ancrage du projet dans des situations réalistes favorise le développement de l'agentivité : les étudiants prennent des initiatives, s'engagent intentionnellement dans l'action et deviennent responsables de la réussite du projet, renforçant ainsi leur pouvoir d'agir (Bandura, 2001). Enfin, le dispositif s'inscrit dans une synergie entre les différents types d'apprentissage formel (ateliers), non formel (travaux de groupe) ou semi-formel, voire informel, et qui traduit aussi la coopération efficace entre disciplines, acteurs ou outils dans un objectif commun.

L'apprentissage formel est identifié dans un contexte organisé et structuré. Il est souvent associé à un contexte de l'éducation formelle, de la maternelle à l'université (Schugurensky, 2007 ; Calamel, 2012) ou à un établissement d'enseignement ou de formation, voire sur le lieu de travail. Cet apprentissage débouche généralement sur la validation et la certification (Hart, 2013). Dans ce genre de situation, l'apprentissage est intentionnel de la part de l'apprenant.

Comme l'apprentissage formel, l'apprentissage non formel est intentionnel de la part de l'apprenant (Hart, 2013) et résulte de la décision consciente de l'apprenant de maîtriser une activité, une compétence ou un domaine de connaissance particulier. Toutefois, l'apprenant n'a pas besoin de s'inscrire dans un programme qui ferait l'objet d'une certification. L'apprentissage non formel renvoie à toute activité éducative organisée en dehors du système scolaire officiel et a lieu dans des contextes communautaires (cours de natation pour enfants, clubs de sport, etc.). Certains apprentissages non formels peuvent se dérouler dans des structures de plus en plus formalisées comme dans les domaines de la musique et des autres arts de la scène, où les apprenants sont soumis à des examens notés.

L'apprentissage informel, quant à lui, découle des activités de la vie quotidienne liées au travail, à la famille ou aux loisirs. Ni organisé ni structuré (en termes d'objectifs, de temps ou de ressources), l'apprentissage informel possède la plupart du temps un caractère non intentionnel de la part de l'apprenant (Hart, 2013). Les apprentissages informels peuvent s'acquérir grâce à un grand nombre d'expériences différentes comprenant, entre autres, les situations de travail, les engagements civiques ou les responsabilités familiales, les activités telles que la lecture, le volontariat, surfer sur internet, etc. (Schugurensky, 2007). Pour Carré (2020), les situations d'apprentissage informelles se présentent en dehors de toute intervention formelle à vocation pédagogique et jouent un rôle crucial, car ils se situent dans un continuum qui oscille entre les différentes formes d'apprentissage (Cristol et Muller, 2013). Dans un contexte universitaire à l'ère technologique, les travaux de Mai Walder (2016) encouragent une approche intégrée, où les situations d'apprentissages informelles sont considérées en synergie avec les apprentissages formels en suggérant une complémentarité avec tutoriels YouTube, réseaux sociaux, internet – que les apprenants consultent de manière informelle ou comme les définit Carré (2020) comme semi-formelle.

Les éléments théoriques proposés plus haut nous incitent à définir une vision de ce que l'on considère dans notre *setting* pédagogique, à savoir l'Hackathon, les dimensions s'apparentant aux apprentissages formels, non formels, et informels. Le Tableau 1 envisage de présenter la scénarisation pédagogique de notre dispositif telle que nous l'avons conçue pour articuler les méthodes pédagogiques et les situations d'apprentissage.

Tableau 1. *Phases de formation dans le dispositif étudié et apprentissages potentiels*

Phases de formation	Descriptifs / méthodes pédagogiques	Situations d'apprentissage
Temps d'encadrement	Le formateur propose des exercices / donne des consignes précises et énonce les objectifs. Les consignes sont explicites et le groupe a comme objectif de les appliquer.	Formelle, informelle, semi-formelle
Temps de travail de groupe auto-dirigés	Conception du projet et prototypage. Chaque groupe avance en autonomie. Pendant ce temps de travail, les équipiers peuvent se saisir de ressources différentes pour atteindre leur objectif, y compris d'auto-formations ou tutoriels sur internet, etc.	Formelle, informelle, semi-formelle
Temps libres	Pauses, repas et dîners. Aucune consigne n'est donnée aux coéquipiers.	Informelle, semi-formelle

PROBLÉMATISATION ET HYPOTHÈSES

Le dispositif PrEAC vise avant tout à dépasser le « découpage institutionnel [afin de favoriser la] mise en dialogue des disciplines » (Darbellay, 2011, p. 67) et de soutenir le développement des compétences des étudiants. En tant qu'enseignantes-chercheuses et conceptrices de cet Hackathon dans le domaine de l'éducation par/avec les arts et des actions culturelles, nous mobilisons des méthodes pédagogiques variées et complémentaires (collaboration, PdP, interdisciplinarité, et situations d'apprentissage formelles, informelles, non formelles et semi-formelles) reposant sur des approches socio-constructivistes. La compréhension des effets de notre action pédagogique sur le développement des compétences des étudiants, ainsi que l'évaluation de la pertinence des dispositifs, restent prioritaires.

Cette étude poursuit ainsi une double finalité : d'une part, évaluer la pertinence du dispositif conçu en validant ses fondements pédagogiques et son efficacité pour le développement des compétences des étudiants ; d'autre part, analyser les effets induits (en termes d'apprentissages) par la mobilisation de composantes hétérogènes dans l'écosystème éducatif de la part des étudiants.

Dans ce contexte, nous formulons les questions de recherche suivantes : quels sont les effets du travail interdisciplinaire sur le développement des compétences des étudiants dans un contexte collaboratif et par projet ? Et dans la continuité, quels types de situations d'apprentissage sont identifiés par les étudiants comme étant les plus favorables au développement de leurs compétences ?

À partir de ces observations préliminaires, nous annonçons deux hypothèses principales.

- H1 : Le travail interdisciplinaire, potentiellement perçu(e) initialement comme une limite dans le travail collaboratif et par projet par le public, contribue au développement des compétences.
- H2 : l'hackathon laisse place à des temps de travail informels qui auront un rôle à jouer (ou pas) dans le développement des compétences.

MÉTHODE

LE DISPOSITIF

Le dispositif PrEAC, en tant que format pédagogique de type hackathon se basant sur une PdP et sur l'interdisciplinarité, a permis aux étudiants issus de trois masters différents (cf. échantillon) de travailler sur un projet EAC commun pendant deux jours jusqu'à en donner un aperçu de son résultat final (la présentation d'un dispositif de rencontre intergénérationnel auprès de publics sensibles, un atelier sur l'inclusion à destination des écoles maternelles, etc.).

ÉCHANTILLON

43 étudiants ont participé à cette étude :

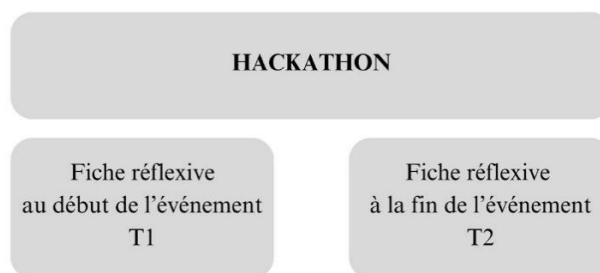
- Profil A = 10 étudiants musiciens-enseignants spécialistes ayant une expérience d'enseignement soutenue et une activité artistique et musicale de haut niveau. Ils se projettent à l'enseignement musical dans des institutions spécialisées, comme les conservatoires.
- Profil B = 10 étudiants musiciens-enseignants généralistes avec une très bonne connaissance de la pédagogie musicale en collège qui ont choisi de se former pour obtenir le CAPES⁴ d'éducation musicale.
- Profil C = 23 étudiants en ingénierie de la formation (SEF) qui se destinent aux métiers de l'éducation et de la formation dans le milieu scolaire, secondaires et/ou privés.

INSTRUMENT ET DONNÉES COLLECTÉES

Afin de collecter les données concernant le vécu de l'expérience des étudiants lors de l'hackathon, nous avons conçu une fiche réflexive (autodéclaration), anonyme et pseudonymisée, permettant aux étudiants, de manière individuelle, de s'exprimer autour de quatre variables (cf. Tableau 2) à deux moments clés de l'hackathon : le temps 1 (T1) organisé à la fin de la première journée, le temps 2 (T2), est réalisé à la fin de l'événement (Figure 1).

En occasion de ces deux moments, les étudiants réfléchissent aux différentes dimensions de l'apprentissage : (1) les situations d'apprentissage apprenante et vécues, et plus précisément l'apport des situations et type d'apprentissages formels, informels, non formels, semi-formels ; (2) les situations de crises vécues faisant référence à des moments de tension productive favorisant la construction de sens, l'apprentissage ou la transformation ; et aussi (3) la manière dont les situations de crises ont été résolues. Enfin, les étudiants sont incités à identifier (4) les compétences qu'ils pensent avoir développées (ou travaillées) pendant la journée de travail.

⁴ Certificat d'Aptitude Professionnelle à l'Enseignement Secondaire

Figure 1. *Protocole de l'étude*

 Tableau 2. *Construction de la fiche réflexive et nature des réponses collectées*

Variables	Nature des réponses
Situations d'apprentissage apprenante et vécues Question posée : Parmi ces situations (séminaire, travail de groupe, pauses café...), laquelle a-t-elle (ou lesquelles ont-elles) mieux favorisée votre apprentissage et/ou votre enrichissement personnel ? Décrivez votre expérience dans les espaces correspondants en essayant de préciser votre vécu et d'analyser la situation	Textuel (description et analyse des situations concernées)
Crises Question posée : Avez-vous vécu des moments de crise ? Si oui, décrivez-les.	Textuel (identification des moments de crise et description)
Résolution de crises Question posée : Les avez-vous résolues ? Si oui, comment ?	Textuel (identification des résolutions des problèmes et description)
Compétences Question posée : Quelles sont les compétences que vous pensez avoir développées ou améliorées pendant cette journée ?	Textuel (identification des compétences)

MÉTHODE D'ANALYSE DES DONNÉES

Le corpus a été préparé de façon identique pour toutes les réponses apportées par les étudiants : ces dernières ont été classées par thématique, d'abord, et ensuite analysées avec un double processus de codage, d'une part avec une analyse thématique manuelle (faite par les chercheuses) de l'autre part en utilisant un logiciel pour l'analyse lexicale (Iramuteq). Pour cette deuxième, nous avons appliqué une **classification hiérarchique descendante (CHD)** qui a permis de repérer les thématiques abordées par les étudiants à chaque variable étudiée. Fondée sur l'algorithme de Max Reinert (1987), la CHD identifie des groupes de mots fréquemment associés dans les données et les organise en classes, représentées sous forme d'arborescence. Nous avons d'abord analysé ces résultats, puis les avons complétés par une analyse thématique basée sur les catégories identifiées. Toutefois, la longueur de certaines réponses a limité l'exploitabilité de la CHD ; nous avons donc privilégié une analyse thématique manuelle.

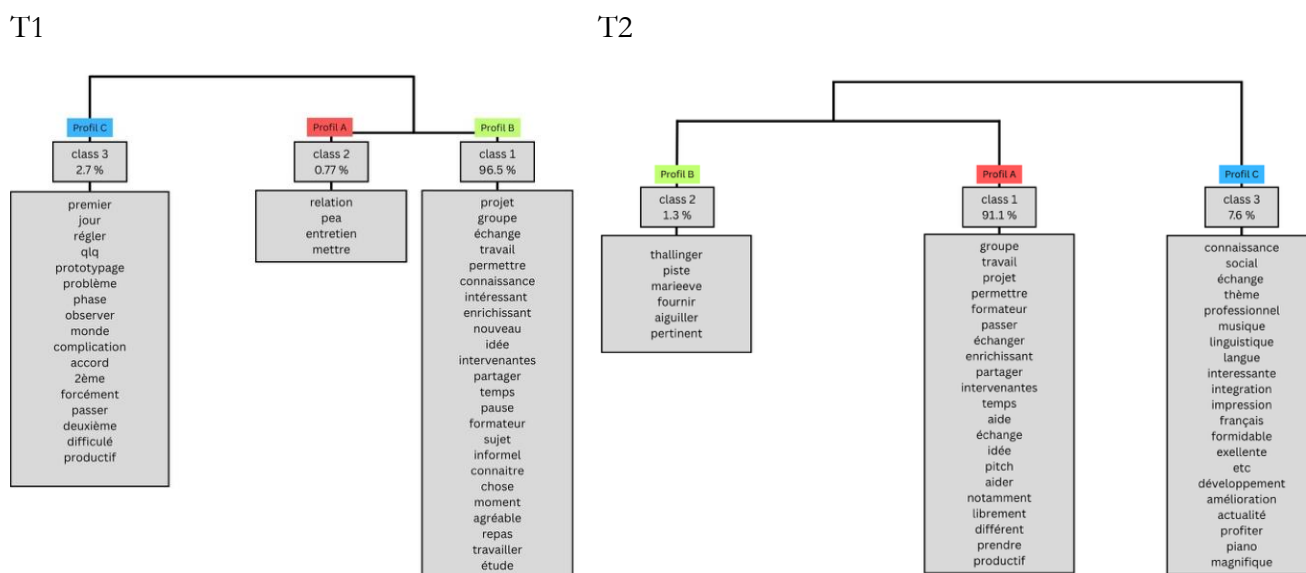
RÉSULTATS

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE APPRENANTES

L'analyse CHD et l'analyse thématique manuelle se complètent dans la présentation des situations d'apprentissage apprenantes (Figure 2 et Tableau 3).

La Figure 2 montre les différentes stratégies d'utilisation des ressources au début et en fin du Hackaton selon le profil d'étudiants identifiés (rouge/étudiants musiciens-enseignants spécialistes : profil A ; vert / étudiants musiciens-enseignants généralistes : profil B ; bleu / étudiants en ingénierie de la formation : profil C).

Figure 2. *Situations d'apprentissage apprenantes pour les trois groupes d'apprenants au début et à la fin de l'événement : différentes classes identifiées et les profils corrélés à chaque classe de lexique (CHD)*



Lors du T1 (Figure 2, partie gauche), les situations d'apprentissage se caractérisent, pour le profil B, par des échanges entre pairs dans le cadre du travail par projet (classe 1). Le profil A, quant à lui, indique apprendre principalement à travers les entretiens et les discussions avec les intervenants (classe 2). Enfin, le profil C semble privilégier l'apprentissage par la résolution de problèmes (classe 3).

Au T2 (Figure 2, à droite), il ressort que les situations favorisant un apprentissage plus significatif pour le profil B sont plutôt dans les échanges ou les discussions avec des intervenants (visible par la citation des noms de ces derniers) (classe 2). Quant au profil A, les situations apprenantes se situent désormais dans des échanges entre pairs (Classe 1). Enfin, le profil C reconnaît et fait référence aux apports interdisciplinaires et l'articulation entre leur projet et le monde professionnel comme une situation apprenante.

Tableau 3. *Situations d'apprentissage décrites par les apprenants (analyse thématique manuelle)*

T1			T2		
<i>Formelle</i>	<i>Informelle</i>	<i>Semi-formelle</i>	<i>Formelle</i>	<i>Informelle</i>	<i>Semi-formelle</i>
Intervention des intervenants (séminaire, témoignage, échange)	Échanges hors événement Échanges pendant le repas commun, la pause de midi et les pauses café	-	Échanges et remarques des intervenants pendant l'événement	Pauses café et rencontre à la cantine (temps de cohésion et de décompression)	-
Travail de groupe sur le projet pendant l'événement (échange en intra-groupe, échange avec les formatrices)			L'accompagnement en groupe Préparation au pitch	Échanges pendant la pause avec les membres de groupes concurrents	
Activité d' <i>Ice breaking</i>					

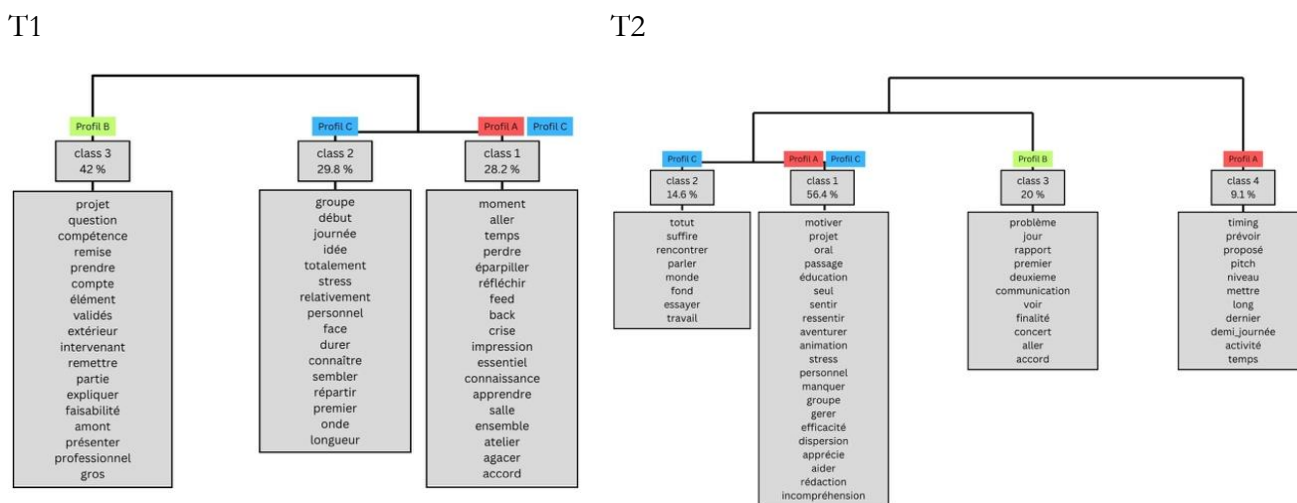
Le Tableau 3 donne un aperçu plus général des situations d'apprentissage décrites par l'ensemble de l'échantillon (tous profils confondus) et indique la perception des étudiants d'avoir vécu principalement des situations d'apprentissage formelles et informelles, et montre une évolution notable entre T1 et T2. À T1, les situations d'apprentissage se caractérisent par une grande diversité de formats articulant des temps formels, informels. Les dispositifs formels reposent principalement sur les interventions d'experts, les séminaires et le travail de groupe accompagné, qui permettent aux étudiants de s'approprier les attendus du projet et de construire un socle commun de compréhension. Parallèlement, les interactions informelles – qu'il s'agisse des échanges hors événement, des repas ou des pauses – jouent un rôle déterminant dans la construction de la cohésion et la circulation des idées dans un cadre moins institutionnalisé.

À T2, les modalités de formation évoluent vers un recentrage sur la consolidation et la finalisation du projet. Les temps formels se concentrent davantage sur l'accompagnement collectif et la préparation au pitch, offrant un cadre structuré pour organiser le travail et préciser les livrables. Les interactions informelles – notamment les pauses café ou les rencontres à la cantine – deviennent des espaces privilégiés de cohésion et de régulation émotionnelle, essentiels dans cette phase plus intensive.

SITUATIONS D'APPRENTISSAGE APPRENANTES EN LIEN AVEC LES CRISES RENCONTRÉES ET LA RÉOLUTION DE CES DERNIÈRES

À propos de situations de crises, qui renvoient aux situations de difficultés vécues, moments de tension productive favorisant la construction de sens, l'apprentissage, l'analyse lexicale Iramuteq a permis de repérer trois classes de lexiques (Figure 3). Au T1, les situations de crises sont potentiellement dues à la méconnaissance des camarades au sein du groupe et à la nouveauté du contexte pédagogique. Il ressort que l'impression de perdre du temps (classe 1) est corrélée aux réponses des apprenants de profil A (rouge : étudiants musiciens-enseignants spécialistes) et C (bleu : étudiants en ingénierie de la formation), le stress face au travail de groupe (classe 2) représente les réponses du profil C et que les réponses des apprenants de profil B (vert : étudiants musiciens-enseignants généralistes) sont plutôt corrélées à la classe 3 indiquant la remise en question des compétences des membres du groupe par rapport au projet (Figure 3).

Figure 3. Crises rencontrées par les trois groupes d'apprenants au début et à la fin de l'événement. Les dendrogrammes présentent les différentes classes de lexiques identifiées et les profils corrélés à chaque classe (CHD).



L'analyse par CHD a, par la suite, identifié quatre classes de lexiques au T2. Le stress lié au passage à l'oral (classe 1), qui n'était pas identifié au T1, est corrélé aux réponses des apprenants du profil C et A. Toutefois, les réponses des apprenants du profil A, à propos des crises rencontrées, font toujours référence à la relation au temps d'activité, dans les activités en classe, qui leur paraît long (classe 4). Quant au profil C, les réponses indiquent que « faire parler tous les membres de groupe n'était pas facile » (classe 2), à indiquer que le stress face au travail de groupe reste présent. Enfin, le groupe profil B fait également référence au problème de communication potentiellement déjà identifié au début de l'événement (classe 3).

Les résultats d'analyse thématique par lecture humaine nous ont permis d'identifier les actions de résolution de crises menées au début et à la fin de l'événement (T2 Tableau 4). Ces derniers sont en cohérence avec les crises présentées dans la Figure 3 suggérant la mise en place d'une stratégie de communication efficace pour la résolution de crises. Ceci est également observé pour l'ensemble des groupes.

Tableau 4. *Résolution de crises par les apprenants au début et à la fin de l'événement*

	T1	T2
Profil A	Communiquer les inquiétudes	Échanger avec des intervenants
Profil B	Communiquer les inquiétudes, les idées, et les opinions, Remise en question de l'avancée du projet et redéfinir le projet en interne du groupe	Échanger avec les membres du groupe (écoute des autres pour comprendre le problème selon leurs points de vue)
Profil C	S'exprimer, S'échanger avec les membres du groupe	S'exprimer, S'échanger avec les membres du groupe, Attitude bienveillante, Écoute des autres, Attentive, Gestion de projet, Travailler en collaboration

Notre étude montre que l'appartenance disciplinaire hétérogène a un impact important sur les perceptions des groupes d'étudiants qui (de par leur parcours d'étude ensemble) construisent des « patterns » comportementaux homogènes au sein de leur groupe. D'une manière générale nous observons que le profil C, des étudiants en Master SEF, éprouve dès le début un sentiment de stress et une anxiété de performance liés à la tâche (cf. Figure 3). Ceci les pousse à s'activer immédiatement à des stratégies de résolution qui s'apparentent à la gestion de projet avec une répartition des tâches et une orientation à la collaboration.

Les apprenants du groupe A, musiciens professionnels, sont, quant à eux, habitués à la conception de projet dans le cadre du spectacle vivant et ont tendance, en fin du T2, à trouver « longs » les temps de « connaissance » et de « découverte » des projets et des membres des groupes (cf. Figure 3).

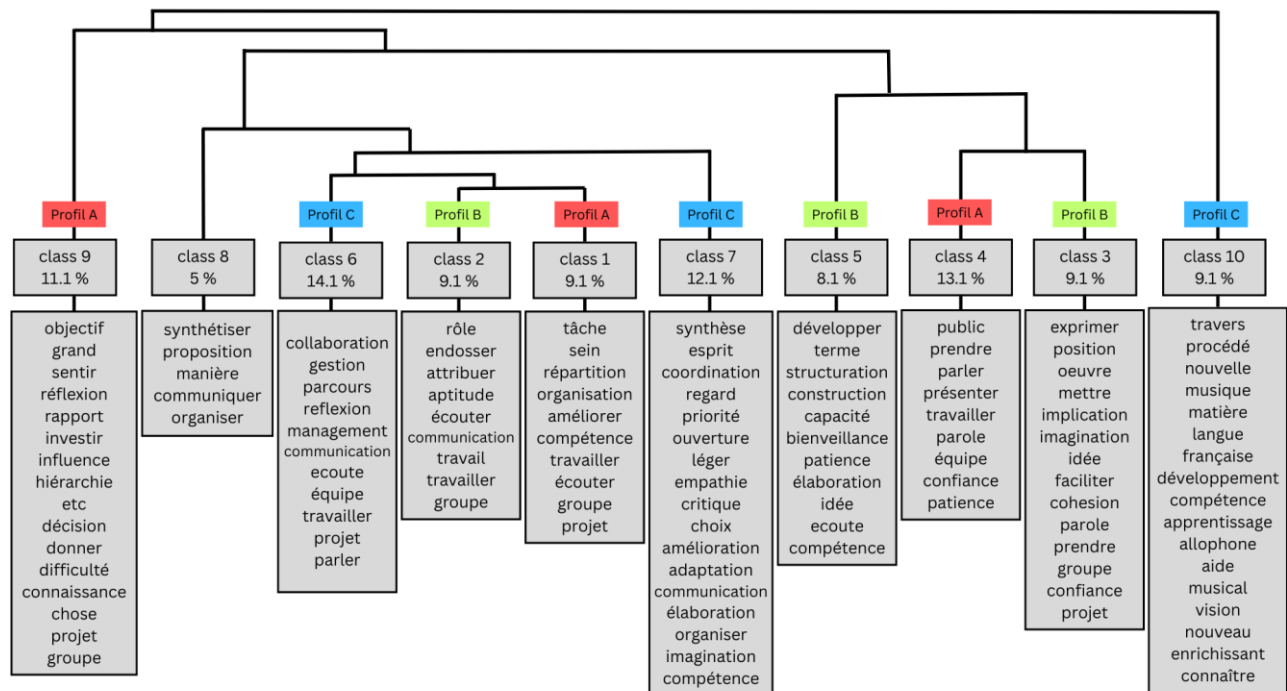
Enfin, ceux du groupe B, étudiants musiciens-enseignants généralistes, sont davantage préoccupés par leur manque de compétence (perçu) dans la gestion de projet et inquiets par rapport à la performance (*pitch*) en fin de l'événement (cf. Figure 3).

COMPÉTENCES MOBILISÉES SELON LES PROFILS D'APPRENANTS

L'analyse par CHD sur la variable « Compétences » nous a permis d'identifier des éléments relatifs aux compétences que les apprenants pensent mobiliser pendant le dispositif. Parmi les dix classes de lexiques (Figure 4), nous en avons identifiées quatre représentant plus de 10 % du texte : la prise de parole en public (classe 4), le travail en équipe et la gestion de projet (classe 6), l'esprit critique et la priorisation (classe 7) et la prise de décision et la réflexion (classe 9). Chaque classe identifiée dans la Figure 4 est plus au moins corrélée aux profils des répondants. Sur les quatre grandes classes identifiées, nous observons que les apprenants du profil C font état de la mobilisation des compétences liées au travail collaboratif, notamment

la gestion de projet (classe 6), l'esprit critique et la capacité à prioriser les tâches (classe 7). Les apprenants du profil A, quant à eux, évoquent davantage des compétences de prise de parole en public (classe 4) et à la prise de décision (classe 9). Enfin, les réponses du profil B sont plutôt corrélées aux classes représentant moins de 10 % de lexiques du texte (Figure 4), incluant l'attribution des rôles (classe 2), la prise de confiance (classe 3) et la valeur de travail (classe 5).

Figure 4. *Compétences mobilisées par les apprenants à la fin de l'événement*



DISCUSSION

Cette étude permet de souligner que, dans le paysage éducatif complexe d'aujourd'hui, des compétences en gestion de projet et en collaboration sont essentielles pour la réussite des futurs professionnels de tout champ disciplinaire. Notre contribution se montre complémentaire aux études menées auparavant sur la thématique de l'apprentissage par projet interdisciplinaire (Denami et Adinda, 2023) et du format Hackathon en tant que méthode d'apprentissage innovante (Adinda et al., 2024), en mettant en avant l'importance des compétences telles que la prise de parole en public, l'argumentation et la résolution de problèmes pour préparer les étudiants à gérer les relations interpersonnelles et les dynamiques de groupe.

Nous considérons **l'hypothèse 1** comme **validée** : les résultats suggèrent que, de manière générale, à la fin de la première journée (T1), l'ensemble des étudiants (trois profils confondus) ont le sentiment d'apprendre (ou de travailler sur des tâches liées à la production de leur projet) dans des situations formelles et informelles. Les situations de crise identifiées proviennent principalement de difficultés de communication entre les membres du groupe, liées à l'hétérogénéité disciplinaire et aux différences lexicales qui en découlent. De plus, les étudiants déclarent ressentir souvent du stress lié à la qualité des projets, ou à leur aboutissement, à la communication orale et aux dynamiques de travail en groupe. Cette donnée est corroborée par les

éléments textuels « *nous* », « *eux* » faisant référence à l'appartenance disciplinaire dans le groupe. Les crises sont récurrentes dans les deux temps, qu'elles soient dues à des lacunes de connaissances, à des différences culturelles ou à des malentendus dans la communication et elles peuvent s'apparenter à des tensions, des tiraillements du processus d'apprentissage dans la zone de confort de l'apprenant. Ces crises se résolvent avec l'avancée du projet, une focalisation des étudiants sur la répartition des tâches et une activation des compétences de communication et d'écoute. Ces deux types de verbalisation nous font inférer la présence d'une dynamique de développement des compétences de gestion de projet, de communication et de collaboration.

D'autres éléments de crises liées à l'impression de perdre du temps ainsi que la remise en question des compétences des membres du groupe par rapport au projet ont été évoqués par les étudiants. En effet, cet effort d'accordage disciplinaire détourne les efforts et leur demande beaucoup d'investissement temporel pour qu'elle ait lieu au détriment d'une avancée rapide du travail. D'autre part, les étudiants admettent se sentir démunis en compétence pour concevoir leur projet, ce qui fait preuve d'une véritable sortie de la zone proximale de développement. Bien que l'interdisciplinarité soit au cœur de l'innovation pédagogique moderne, les données nous montrent qu'elle oblige les étudiants à réévaluer constamment leurs compétences en fonction de celles de leurs coéquipiers. Ils peuvent éprouver du stress non seulement en raison de leurs responsabilités de projet, mais aussi face aux incertitudes concernant leur rôle et leur expertise au sein du groupe. Afin de surmonter ces défis, les étudiants ont dû mettre en place une communication claire, un respect mutuel et un environnement bienveillant. L'expérimentation de situations d'apprentissages formels et informels a permis la construction d'un terrain commun, là où le savoir des uns et des autres mais aussi leurs lacunes se comblaient, trouvant leur complémentarité.

En ce qui concerne **l'hypothèse 2, elle est validée** au regard des conditions et du déroulement de cette étude : les résultats montrent que les situations d'apprentissage formel prévues par le programme (séminaires, échanges avec les intervenants, temps de travail de groupe, activités d'*ice breaking* et préparation au *pitch*) ont été enrichies par des situations d'apprentissage informelles qui ont eu lieu pendant l'événement, à savoir les repas, les pauses café, les pauses déjeuner, activités post-hackathon (Tableau 3). Ces différentes situations d'apprentissage s'enrichissent les unes des autres, en s'accordant avec la littérature de référence. Néanmoins, afin de poursuivre l'étude, une observation complémentaire des dynamiques apparaît nécessaire pour mieux comprendre les interactions entre les différentes situations d'apprentissage. Par ailleurs, l'expérimentation met en évidence plusieurs points de vigilance, notamment des marges d'amélioration dans la collecte des données via la fiche réflexive. Cet outil ne permet pas d'identifier d'éventuelles situations d'apprentissage semi-formelles, dans lesquelles les apprenants mobilisent des ressources à visée pédagogique en dehors du cadre d'apprentissage formel (Carré, 2020). Comme perspectives, il serait intéressant d'explorer la façon dont le dispositif favorise le développement de l'environnement personnel d'apprentissage des apprenants et ses influences potentielles pour développer la compétence collaborative dans un contexte interdisciplinaire, par exemple, par observation. Par ailleurs se pose la question de l'accompagnement des étudiants : quelles postures d'enseignants, quels rythmes et quels outils pédagogiques permettent de favoriser le développement de leurs compétences ?

CONCLUSION

Le PrEAC a permis à des étudiants issus de différents profils de croiser leurs pratiques disciplinaires. L'interdisciplinarité s'est retrouvée convoquée à plusieurs niveaux : connaissance des pratiques de l'autre, partage de sa propre pratique, comparaison des deux ou de plusieurs pratiques. L'interdisciplinarité a permis la confrontation d'épistémologies et de cultures professionnelles diverses : si elle se confronte à la difficulté de redessiner l'équilibre entre croisement des savoirs et singularité des connaissances disciplinaires (Hamel, 2002), le but de ce type de projets qui convoquent plusieurs identités professionnelles est principalement tourné vers une forme d'intelligence collective issue de *savoirs et de pratiques en interaction*. Les savoirs et les pratiques disciplinaires ont été associées dans l'objectif de concevoir et poursuivre un projet collectif : cela a permis la construction d'un espace où la « collaboration entre les disciplines diverses ou entre des secteurs hétérogènes d'une même science conduit à une certaine réciprocité dans les échanges, telle qu'il y ait au total enrichissement mutuel » (Piaget, 1972/1974, p. 167). L'opposition entre approches disciplinaire et interdisciplinaire tend à figer le débat plutôt qu'à ouvrir un « dialogue de connaissances » (Darbellay, 2011). Le PrEAC a su saisir ces occasions de dialogue, parfois marquées par des « tensions bénéfiques » (Lenoir, 1995), en favorisant la PdP et l'apprentissage par les pairs : « L'apport de l'interdisciplinarité, tant au niveau de la recherche scientifique qu'à celui de la diffusion de la connaissance dans le système scolaire, prend donc tout son sens dans l'existence de cette tension bénéfique entre l'organisation disciplinaire et sa remise en cause, entre tradition et innovation » (Lenoir, 1995, p. 249). Aussi, le concept de *transdisciplinarité* (Nicolescu, 1996 ; Fitzbay, 2023) ouvre sur d'autres enjeux épistémologiques. La vision de Piaget nous apprenait déjà qu'« à l'étape des relations interdisciplinaires, on peut espérer voir succéder une étape supérieure qui serait “transdisciplinaire”, qui ne se contenterait pas d'atteindre des interactions ou réciprocités entre recherches spécialisées, mais *situerait ces liaisons à l'intérieur d'un système total sans frontières stables entre les disciplines* » (Piaget, 1972/1974, p. 170).

Dans la prise en compte de la « complexité spécifique de l'humain et du social » (Darbellay, 2011, p. 66), dans le cas du PrEAC, l'interdisciplinarité est à saisir comme une *interaction entre disciplines* (Cantin, 1999) – on pourrait tenter un néologisme : *interdisciplinaction* – où l'« utilisation combinée de quelques disciplines » entraînerait « des transformations réciproques dans chacune d'elles » (Hamel, 1995, p. 61). Le néologisme adopté nous aide à cibler ce qui émerge du dispositif : c'est l'*action* du faire, de concevoir, de questionner, de projeter, de créer. C'est l'*action* de la pratique (Ingold, 2018) et l'*action* dans l'expérience (Kerlan et Lemonchois, 2017a, 2017b), qui donnent ce lien « organique » à cet « échange et coopération » entre les disciplines (Morin, 1994). La mise en place de cette *interdisciplinaction* permet aux étudiants aux profils hétérogènes d'analyser un problème selon différentes clés de lecture et de proposer des pistes d'actions qui se nourrissent à la fois des diverses pratiques artistiques, pédagogiques et interventionnelles. La circulation et l'échange de ces pratiques plurielles requièrent un effort d'ouverture et de médiation entre les participants au projet, et un suivi personnalisé de la part des formateurs.

Si l'adoption de dispositifs fondés sur la conception de projets révèle la potentialité de cette modalité pour mieux apprendre (Reverdy, 2013), l'*interdisciplinaction*, pourra dans le futur ouvrir de nouvelles pistes à la fois de recherche et d'enseignement. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adinda, D., Gettliffe, N. & Mohib, N. (2024). Educational hackathon: preparing students for collaborative competency. *Educational Studies*, 51(5), 872-890. <https://doi.org/10.1080/03055698.2024.2369868>
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory : An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1-26.
- Bengesai, A. V., Amusa, L. B. & Dhunpath, R. (2023). A meta-analysis on the effect of formal peer learning approaches on course performance in higher education. *Cogent Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2203990>
- Brennan, K., Balch, C. et Chung, M. (2014). *Informatique créative* (p. 109-111). Harvard Graduate School of Education.
- Calamel, C. (2012). Prendre en compte les situations non formelles d'apprentissage. *Agora débats/jeunes*, 62(3), 33-43. <https://doi.org/10.3917/agora.062.0033>
- Cantin, S. (1999). Interdisciplinarité et transdisciplinarité chez Fernand Dumont. *Laval théologique et philosophique*, 55(1), 49-63. <https://doi.org/10.7202/401214ar>
- Carré, P. (2020). Pourquoi et comment les adultes apprennent : De la formation à l'apprenance. Dunod.
- Cristol, D. et Muller, A. (2013). Les apprentissages informels dans la formation pour adultes. *Savoirs*, 32, 11-59.
- Darbellay, F. (2011). Vers une théorie de l'interdisciplinarité ? Entre unité et diversité. *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, 7(1), 65-87. <https://doi.org/10.7202/1007082ar>
- Denami, M. et Adinda, D. (2023). Pauses réflexives : quel impact sur la conscientisation des compétences des étudiants ? *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 39(3). <https://doi.org/10.4000/ripes.5093>
- Dionne, K. et Carlile, P. (2016). Le pouvoir transformationnel des hackathons. *Gestion*, 41(2), 62-63. <https://doi.org/10.3917/riges.412.0062>.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity-theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Fitzbay, S. (2023). Qu'est-ce que la transdisciplinarité ? Tour d'horizon des différentes perspectives. *Enjeux et société*, 10(1), 29-49. <https://doi.org/10.7202/1098697ar>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. & 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>
- Gréselle-Zaïbet, O., Kleber, A. & Dejoux, C. (2018). Le hackathon en mode Design Thinking ou quelles modalités pour former à des compétences méthodologiques et comportementales ? *Management & Avenir*, 104(6), 149-171. <https://doi.org/10.3917/mav.104.0149>
- Hamel, J. (2002). La pédagogie comme pivot de l'interdisciplinarité. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 30. <http://sries.revues.org/1969>

- Hamel, J. (1995). L'interdisciplinarité. Fiction de la recherche scientifique et réalité de sa gestion contemporaine. *L'Homme et la société*, 116, 59-71. <https://doi.org/10.3406/homso.1995.3433>
- Hart, A. (2013). Apprentissage formel, informel, non-formel, des notions difficiles à utiliser... pourquoi ? *Bulletin de l'OCE*, 4(2). <https://oce.uqam.ca/apprentissage-formel-informel-non-formel-des-notions-difficiles-a-utiliser-pourquoi>
- Ingold, T. (2018). *Anthropology: Why it Matters*. Polity Press.
- Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G. & Primeau, R. (2002). *Interdisciplinary Learning: Process and Outcomes*. Innovative Higher Education.
- Kaldi, S., Filippatou, D. & Govaris, C. (2011). Project-based learning in primary schools: Effects on pupils' learning and attitudes. *Education 3-13*, 39(1), 35-47. <https://doi.org/10.1080/03004270903179538>
- Karaçalli, S. & Korur, F. (2014). The Effects of Project-Based Learning on Students' Academic Achievement, Attitude, and Retention of Knowledge : The Subject of "Electricity in Our Lives". *School Science and Mathematics*, 114. <https://doi.org/10.1111/ssm.12071>
- Kerlan, A. et Lemonchois, M. (2017a). La formation comme expérience. Expérience esthétique, expérience culturelle, expérience professionnelle. *Recherche et formation*, 86, 93-113. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.3030>
- Kerlan, A. et Lemonchois, M. (2017b). Les projets artistiques, vecteur de formation des enseignants ? *Recherche et formation*, 86, 9-12. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.2919>
- Kidron, A. & Kali, Y. (2015). Boundary breaking for interdisciplinary learning. *Research in Learning Technology*, 23, 1-17. <https://doi.org/10.3402/rlt.v23.26496>
- Kidron, A. & Kali, Y. (2024). Promoting interdisciplinary understanding in asynchronous online higher education courses: A learning communities approach. *Instructional Science*, 52(1), 139-169. <https://doi.org/10.1007/s11251-023-09635-7>
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Wayne State University Press.
- Klein, J. T. (2006). A platform for a shared discourse of interdisciplinary education. *J SSE - Journal of Social Science Education*, 5(4). <https://doi.org/10.4119/jsse-344>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ Prentice Hall.
- Komssi M., Pichlis D., Raatikainen M., Kindström K. & Järvinen J. (2015). What are Hackathons for ? *IEEE Software*, 32(5), 60-67. <https://doi.org/10.1109/MS.2014.78>
- Krajcik, J.S. & Blumenfeld, P.C. (2006). Project-Based Learning. In R. Keith Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (p. 317–334). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833>
- Krajcik, J. & Shin, N. (2014), Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (p. 275–297). Cambridge University Press.
- Lenoir, I. Y. (1995). L'interdisciplinarité : aperçu historique de la genèse d'un concept. *Cahiers de la recherche en éducation*, 2(2), 227–265. <https://doi.org/10.7202/1018204ar>

- Mai Walder, A. (2016). Les innovations technologiques sont-elles à l'origine des nouveaux rythmes et temporalités de l'université contemporaine ? *Distances et médiations des savoirs*, 16. <https://doi.org/10.4000/dms.1605>
- Markauskaite, L., Schwarz, B., Damsa, C. & Muukkonen, H. (2024). Beyond disciplinary engagement : Researching the ecologies of interdisciplinary learning. *Journal of the Learning Sciences*, 33(2), 213-241. <https://doi.org/10.1080/10508406.2024.2354151>
- Morin, E. (1994). Sur l'interdisciplinarité. *Bulletin Interactif du Centre International de Recherches et Études transdisciplinaires*, 2.
- Morlaix, S. (2015). Les compétences sociales à l'école primaire : essai de mesure et effets sur la réussite. *Carrefours de l'éducation*, 40(2), 183-200. <https://doi.org/10.3917/cdle.040.0183>
- Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinarité. Manifeste*. Éditions du Rocher.
- Piaget, J. (1972/1974). L'épistémologie des relations interdisciplinaires [1^{re} éd. 1972 dans *L'interdisciplinarité : problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités*. OCDE, Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement]. Dans *Internationales Jahrbuch für Interdisziplinäre Forschung* (p. 154-171). Fondation Jean Piaget. https://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/VE/jp72_epist_relatt_interdis.pdf
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Reinert M. (1987). Un logiciel d'analyse lexicale. *Cahiers analyse des données*, 11(4), 471-484. http://www.numdam.org/item/CAD_1986__11_4_471_0
- Reverdy, C. (2013). Des projets pour mieux apprendre ? *IFE - Dossier d'actualité veille et analyses*, 82, 1-24.
- Rose, J. (2018). La professionnalisation des formations supérieures : facettes multiples et effets incertains. *Cahiers de la recherche sur l'éducation et les savoirs*, Hors-série 6, 59-70. <https://doi.org/10.4000/cres.3188>
- Santelmann P. (2019) Quel usage des compétences transversales. *Éducation Permanente*, HS 13 Partir des compétences transversales pour lire autrement le travail, 33-43.
- Schugurensky, D. (2007). « Vingt mille lieues sous les mers » : Les quatre défis de l'apprentissage informel. *Revue française de pédagogie*, 160, 13-27. <https://doi.org/10.4000/rfp.583>
- Shen, J., Sung, S. & Zhang, D. (2015). Toward an analytic framework of interdisciplinary reasoning and communication (IRC) processes in science. *International Journal of Science Education*, 37(17), 2809-2835. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1106026>
- Stewart, R.A. (2007), Investigating the link between self-directed learning readiness and project-based learning outcomes: the case of international Masters students in an engineering management course. *European Journal of Engineering Education*, 32(4), 453-465. <https://doi.org/10.1080/03043790701337197>
- Tytler, R., Mulligan, J., Prain, V., White, P., Xu, L., Kirk, M., Nielsen, C. & Speldewinde, C. (2021). An interdisciplinary approach to primary school mathematics and science learning. *International Journal of Science Education*, 43(12), 1926–1949. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1946727>
- Vygotski, L. (1985). *Pensée et Langage*. Éditions Sociales.
- Weber, A. (1982). Savoirs sociaux et savoirs scolaires. Pour une problématique articulation. *Pratiques*, 36(1), 24-36.