

**L'AVENIR DU FRANÇAIS
EN ÉDUCATION**

STRATÉGIES ET SOLUTIONS



AU-DELÀ DE LA PÉDAGOGIE INVERSÉE : EXPÉRIENCES EN APPRENTISSAGE DE LA PHYSIQUE

Mars 2022



ACUFC

ASSOCIATION DES COLLÈGES ET UNIVERSITÉS
DE LA FRANCOPHONIE CANADIENNE

Ce rapport a été rédigé par Dominic Manuel et Marc de Montigny du Campus Saint-Jean de l'université de l'Alberta pour le compte de l'Association des collèges et universités de la francophonie canadienne (ACUFC) qui tient à reconnaître le financement du Gouvernement du Canada.



REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier l'ACUFC de nous avoir attribué les fonds pour mener cette étude. Nous sommes très reconnaissants d'avoir bénéficié de son soutien financier.

Un merci très spécial est aussi attribué à Martine Pellerin pour sa précieuse collaboration dans le projet en tant que membre de l'équipe de recherche. Martine a activement participé aux rencontres et a su nous donner des rétroactions et conseils précieux tout au long du projet. Nous en sommes très reconnaissants.

Nous tenons aussi à remercier infiniment Mme Lamyae Fahim, notre assistante de recherche, de son excellent travail. Mme Fahim détient une maîtrise en génie électrique et un baccalauréat en éducation. Grâce à ses connaissances avancées en physique, en didactique des sciences et en pédagogie, elle a su nous soutenir dans l'élaboration des activités tout au long de l'étude. De plus, elle a joué un grand rôle dans la recension des écrits, la rédaction de la demande d'éthique, le recrutement des participants ainsi que dans la collecte et l'analyse des données. Elle a aussi participé à la rédaction du présent rapport. Mme Fahim est enseignante dans une commission scolaire à Edmonton, mais même avec son horaire chargé, elle était toujours disponible pour collaborer avec nous. Nous pouvons mentionner que l'expérience vécue par Mme Fahim lors de sa collaboration avec nous a été enrichissante, car elle a permis à cette dernière de développer davantage ses compétences en tant qu'enseignante ainsi que ses compétences en recherche. Mme Fahim a grandi professionnellement à nos yeux tout en nous démontrant son potentiel exceptionnel. En ce moment, elle songe sérieusement à entreprendre des études doctorales. Nous offrons notre gratitude à Mme Fahim et nous sommes très contents que ce « laboratoire de didactique des sciences » que nous pensons avoir créé dans le cadre de cette étude ait permis de former davantage une nouvelle chercheuse.

RÉSUMÉ

Ce rapport décrit notre étude pilote réalisée avec des fonds de l'ACUFC et intitulée *Au-delà de la pédagogie inversée : expériences en apprentissage de la physique*. Cette étude s'inscrit dans l'axe 2, du projet « Objectif 2036 - L'enseignement du français et en français, une pièce maîtresse de la dualité linguistique au Canada » (ci-après «Projet Objectif 2036») qui traite de la formation initiale des enseignants en français, et plus particulièrement dans l'activité 2.2, qui porte sur l'amélioration de l'offre de programmes de sciences, de technologies, d'ingénierie et de mathématiques (STIM) en français.

La complexité qui existe dans toutes les sphères de la société, comme l'économie ou l'éducation, ainsi que la croissance exponentielle des nouvelles technologies numériques dans tous les secteurs nécessitent des changements importants au niveau de la pensée et du raisonnement mathématique et scientifique, qui vont parfois au-delà de ce qui est appris dans les salles de classe (Lappan, 2000). Il devient alors essentiel d'améliorer les compétences des étudiants en sciences, qui vont au-delà des contenus scientifiques, et aussi de montrer à ces derniers à utiliser les technologies de l'information afin qu'ils puissent s'adapter à cette société en plein changement et même devenir eux-mêmes des vecteurs de progrès et des leaders dans leurs domaines. Ceci ne fait qu'élever les attentes à l'égard de l'enseignement des mathématiques et des sciences.

Notre étude pilote s'inscrit ainsi dans l'objectif d'améliorer les expériences d'apprentissage des sciences chez les étudiants des programmes de sciences et de sciences de l'éducation au secondaire avec une concentration en sciences, en utilisant une combinaison de deux approches pédagogiques qui sont considérées comme étant centrées sur les apprenants. Selon ces approches, au lieu d'être simplement les récepteurs d'informations transmises par l'enseignant, les apprenants prennent une plus grande part de responsabilité dans le cadre de leur apprentissage en explorant des interrogations variées et en construisant leurs connaissances par l'entremise d'interactions avec leurs pairs et leur professeur. Les approches que nous avons choisies sont la démarche d'enquête et d'investigation (DEI) et la pédagogie inversée. Ces approches s'opposent à l'enseignement traditionnel, qui est généralement utilisé pour donner les cours de sciences au niveau universitaire. Avec cette étude, nous visons à enrichir la formation des futurs scientifiques et enseignants qui œuvreront dans les contextes francophones minoritaires et d'immersion.

La DEI et la pédagogie inversée facilitent une coconstruction de connaissances impliquant le professeur et les étudiants grâce au partage des rôles dans les situations d'apprentissage et de dialogue. De plus, ces approches permettent aux apprenants de développer les compétences nécessaires pour pouvoir travailler comme le font les scientifiques, ce qui, d'une part, permet aux étudiants en sciences de commencer à développer ces compétences dès le début de leur formation et, d'autre part, permet aux étudiants des programmes en éducation de vivre en tant qu'apprenants des approches recommandées dans les orientations en matière d'enseignement des sciences pour développer la culture scientifique chez leurs futurs élèves (National Research Council, 1996, 2000, 2011).

Pour mener cette étude, qui est une collaboration entre Marc de Montigny, un professeur de physique, Dominic Manuel, un professeur en didactique des mathématiques, des sciences et des technologies, et Martine Pellerin, une professeure en éducation qui s'intéresse à l'intégration des technologies de l'information dans les salles de classe, nous avons intégré ces deux approches dans le cours PHYSQ 124 – *Particules et ondes*, donné par Marc de Montigny durant la session d'automne 2021 à la Faculté Saint-Jean de l'Université de l'Alberta. Quinze étudiants étaient inscrits à ce cours, dont dix étaient inscrits au programme en sciences de l'éducation.

Tout au long du semestre, nous avons préparé des activités sur différentes notions en physique qui intégraient des éléments de la DEI et de la pédagogie inversée, très souvent de ces deux approches à la fois. Le type de DEI que nous avons utilisé était fondé sur le modèle 4E x 2 de Marshall et al. (2009). Le modèle 4E x 2 comprend trois grandes composantes : la réflexion métacognitive, l'évaluation formative et l'enseignement par la DEI. Cet enseignement comprend quatre phases, qui sont fortement inspirées de la méthode scientifique elle-même : Engager, Explorer, Expliquer et Étendre. Pour ce qui est de la pédagogie inversée, nous nous sommes basés sur le concept de classe inversée de Lebrun et Lecoq (2016). Selon leur interprétation, la classe inversée n'est pas seulement « le cours en vidéo avant la séance et des exercices et applications pendant la séance ». En fait, Lebrun et Lecoq ont défini trois types de classe inversée : le type 1, qui correspond au schéma « classique » de la classe inversée, qui consiste à regarder des vidéos à la maison et à faire des devoirs en classe; le type 2, selon lequel les étudiants vont chercher les savoirs dans les contextes, typiquement autour d'une thématique donnée; le type 3, qui réunit les types 1 et 2, en alternant des activités de contextualisation, de décontextualisation et de recontextualisation. Nous avons aussi collecté des données auprès de nos participants à l'aide de deux outils : (1) un questionnaire de réflexion hebdomadaire en ligne; (2) des entrevues semi-dirigées individuelles menées en fin de semestre. Ces outils nous ont permis de répondre à notre question de recherche, qui était la suivante : Comment les étudiants du cours PHYSQ 124 perçoivent-ils leurs expériences d'apprentissage lorsque la DEI et la pédagogie inversée sont utilisées?

Selon nos analyses préliminaires effectuées d'après le modèle d'analyse thématique de Braun et Clarke (2006), les résultats révèlent qu'en général, les participants semblent apprécier la DEI comme approche d'enseignement et voient le potentiel que présente cette dernière dans leurs apprentissages. Il va sans dire que le changement de paradigme a posé un défi pour les participants au début du semestre. De plus, les participants ont compris que ces approches s'accompagnaient d'une multitude de ressources (vidéos, simulations, etc.), leur montrant ainsi les bénéfices que peuvent apporter ces technologies pour soutenir l'apprentissage. Par contre, nous avons aussi observé que, pour que ces approches, surtout la pédagogie inversée, soient une réussite, il faut que les attentes envers les étudiants soient claires.

L'étude a aussi forcé l'enseignant de physique à réfléchir davantage à ses pratiques enseignantes afin de mettre en lumière les lacunes. Les résultats de cette étude pilote nous serviront de tremplin pour une étude plus poussée, que nous prévoyons d'effectuer au cours de la prochaine année universitaire. Une première étude que nous souhaitons entreprendre durant la prochaine année

universitaire vise à explorer plus en détail les apprentissages de la physique en prolongeant la présente étude durant deux sessions, soit avec les cours PHYSQ 124 et PHYSQ 126. Les résultats de cette étude nous permettront de comparer les expériences d'apprentissage chez les mêmes étudiants dans un contexte où les contenus sont assez bien connus, comme dans le cours PHYSQ 124, et aussi dans un contexte où tous les contenus sont nouveaux pour les étudiants, comme dans le cours PHYSQ 126. De plus, nous voulons intégrer les parties de laboratoires dans le cours. Nous pensons que nous pourrions intégrer davantage des DEI plus ouvertes durant les laboratoires et ensuite amener les participants à interagir par rapport à leurs découvertes dans les cours théoriques. Nous prévoyons aussi de pousser notre étude aux cours de physique offerts en deuxième année.

À plus long terme, nous considérons que les résultats de ces études pourraient inspirer des équipes de recherche à mener d'autres études dans le cadre d'autres cours de sciences. Nous pourrions aussi continuer avec des matières autres que les sciences. Nous pensons sérieusement que ces études pourraient sans doute améliorer la formation des étudiants en contextes francophones minoritaires et d'immersion, y compris celle des futurs enseignants. Nous croyons que ces derniers seront plus aptes à innover dans leurs salles de classe si les professeurs de contenu qui leur ont enseigné au niveau universitaire sont des modèles qui intègrent des approches centrées davantage sur les apprenants.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	3
RÉSUMÉ.....	4
INTRODUCTION	9
CONTEXTE DE L'ÉTUDE	11
Problématique.....	11
Quelques mots sur la FSJ.....	13
Objectif précis de l'étude et question de recherche.....	14
CADRE THÉORIQUE	15
Première approche : la démarche d'enquête et d'investigation (DEI).....	15
Les fondements	15
Le modèle 4E x 2.....	16
Deuxième approche : la pédagogie inversée	18
Les fondements	18
Les types de pédagogie inversée.....	19
MÉTHODOLOGIE	21
Lieu de la recherche et participants	21
Démarche et outils de collecte de données.....	22
La demande d'éthique.....	22
Le recrutement des participants	22
Les rencontres régulières de l'équipe et de l'assistante de recherche	23
La collecte de données	24
Traitement et analyse des données	24
RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES.....	26
Potentiel des approches pour les apprentissages	26
Ressources didactiques	26
L'engagement et les interactions.....	27
Les attentes à l'égard des vidéos	28
CONCLUSION	29
Synthèse des résultats et analyse	29

Limites de la recherche	30
Futures pistes de recherche	30
DISSÉMINATION DES RÉSULTATS	32
RÉFÉRENCES	33
ANNEXES	37
Annexe A : Contenu couvert dans le cours PHYSQ 124 et approches utilisées	37
Annexe B : Lettre et formulaire de consentement pour la recherche	43
Annexe C : Protocole utilisé pour le recrutement des participants pour notre étude	47
Annexe D : Exemple d’une activité réalisée dans le cours	49
Annexe E : Protocole des entrevues semi-dirigées individuelles.....	51
Annexe F : PowerPoint de notre présentation au congrès des enseignants d’Edmonton.....	54

INTRODUCTION

Le présent rapport se veut une synthèse de notre étude pilote intitulée *Au-delà de la pédagogie inversée : expériences en apprentissage de la physique*, qui a été réalisée à l'aide des fonds de l'ACUFC. Cette étude s'inscrit dans l'axe 2, projet « Objectif 2036 - L'enseignement du français et en français, une pièce maîtresse de la dualité linguistique au Canada » (ci-après «Projet Objectif 2036») qui traite de la formation initiale des enseignants en français, et plus particulièrement dans l'activité 2.2, qui porte sur l'amélioration de l'offre des programmes de sciences, de technologies, d'ingénierie et de mathématiques (STIM) en français. Plus précisément, notre étude vise à mettre en place deux approches d'enseignement et d'apprentissage, soit la démarche d'enquête et d'investigation (DEI) et la pédagogie inversée, dans les cours de physique donnés à la Faculté Saint-Jean (FSJ) dans le but d'améliorer la formation des futurs scientifiques et enseignants¹. La présente étude se veut une collaboration entre un professeur de physique, Marc de Montigny, et deux professeurs en éducation, Dominic Manuel et Martine Pellerin, de la FSJ, le campus francophone de l'Université de l'Alberta. Dominic Manuel est un professeur en didactique des mathématiques, des sciences et des technologies. Martine Pellerin s'intéresse à l'intégration des technologies de l'information dans les salles de classe.

Ce rapport est divisé en sept parties. Dans un premier temps, nous présentons l'objectif général et les retombées de notre étude. Dans un deuxième temps, nous présentons les faits saillants du contexte de l'étude, en mettant l'accent sur la problématique de recherche, sur le contexte de la FSJ et sur notre question de recherche. Troisièmement, nous nous attardons aux balises théoriques des deux approches pédagogiques utilisées dans le cours PHYSQ 124 : particules et ondes ainsi que les modèles théoriques qui ont inspiré la création de nos leçons dans ce cours, soit le modèle 4E x 2 de Marshall et al. (2009) pour la DEI et les types de pédagogie inversée de Lebrun et Lecoq (2016). Quatrièmement, nous présentons les détails de notre méthodologie, à caractère qualitatif et interprétatif. Cinquièmement, nous présentons les résultats préliminaires de notre étude pilote. Sixièmement, nous tirons des conclusions générales et offrons des futures pistes de recherche à la suite de nos résultats. Enfin, nous présentons nos stratégies de dissémination des résultats et nos remerciements.

Objectif général et retombées de notre recherche

Notre étude vise à améliorer les expériences d'apprentissages de la physique chez les étudiants de la FSJ inscrits aux programmes de sciences et de sciences de l'éducation au secondaire avec une concentration en sciences, en utilisant une combinaison de deux approches pédagogiques préconisées dans les nouvelles orientations en matière d'enseignement et d'apprentissage des sciences (National Research Council, 1996, 2000, 2011) : (1) la démarche d'enquête et

¹ Dans l'ensemble du texte, seul le masculin est employé sans faire aucune discrimination dans le seul but d'alléger sa lecture.

d'investigation (DEI); (2) l'utilisation des technologies de l'information, particulièrement dans le cadre de la pédagogie inversée. Ces approches sont considérées comme étant centrées sur les apprenants, c'est-à-dire qu'au lieu d'être seulement les récepteurs d'informations transmises par l'enseignant, les apprenants prennent une plus grande part de responsabilité dans le cadre de leur apprentissage en explorant des interrogations variées et en construisant leurs connaissances grâce à des interactions avec leurs pairs et le professeur. Les approches centrées sur les apprenants créent des occasions qui facilitent une coconstruction de connaissances impliquant le professeur et les étudiants grâce au partage des rôles dans les situations d'apprentissage et de dialogue (Chichekian et al., 2011, 2012). De plus, ces approches permettent aux apprenants de développer les compétences nécessaires pour pouvoir travailler comme le font les scientifiques, ce qui, d'une part, permet aux étudiants de sciences de commencer à développer ces compétences dès le début de leur formation et, d'autre part, permet aux étudiants des programmes en éducation de vivre en tant qu'apprenants des approches recommandées dans les orientations en matière d'enseignement des sciences pour développer la culture scientifique chez leurs futurs élèves.

Nous avons réalisé une étude dans le cours PHYSQ 124 – *Particules et ondes*, donné par Marc de Montigny, cochercheur dans la présente étude. Quinze étudiants ont suivi le cours, dont dix sont inscrits à un programme d'éducation. Les étudiants du programme d'éducation au secondaire suivent habituellement ce cours durant leurs premières années de formation. Pendant la période du semestre d'automne 2021 (de septembre à décembre), nous avons préparé des leçons portant sur différentes notions de physique, qui intégraient des éléments de la DEI et de la pédagogie inversée, très souvent de ces deux approches à la fois.

L'objectif précis de cette étude pilote était d'étudier les perceptions des participants à l'égard de leurs expériences d'apprentissage durant le cours et à la fin de celui-ci. Comme retombée de recherche, nous énonçons que les étudiants des programmes d'éducation qui découvrent ces approches pédagogiques en tant qu'apprenant d'une matière de base et qui vivent de telles expériences d'apprentissage dans un cours contenu dans leur propre formation seront plus inspirés et aptes à intégrer ces approches dans leurs futures pratiques pédagogiques. Nous estimons que cette expérience permettra d'améliorer davantage la formation initiale de ces enseignantes et enseignants à la FSJ ainsi que la qualité de l'enseignement des sciences dans les écoles. Cette retombée s'aligne parfaitement sur les objectifs de l'ACUFC, qui consistent à créer des conditions plus riches et stimulantes pour l'apprentissage des STIM. Les résultats de cette recherche nous serviront de tremplin pour une étude plus poussée, que nous envisageons d'entreprendre durant la prochaine année universitaire.

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Problématique

La complexité qui existe dans toutes les sphères de la société, comme l'économie ou l'éducation, ainsi que la croissance exponentielle des nouvelles technologies de l'information dans tous les secteurs nécessitent des changements importants au niveau de la pensée et du raisonnement mathématique et scientifique, qui vont parfois au-delà de ce qui est appris dans les salles de classe (Lappan, 2000). Il devient alors essentiel d'améliorer les compétences des étudiants et de montrer à ces derniers à utiliser les nouvelles technologies afin qu'ils puissent s'adapter à cette société en plein changement, et même devenir eux-mêmes des vecteurs de progrès et des leaders dans leurs domaines. Ceci ne fait qu'élever les attentes à l'égard de l'enseignement des mathématiques et des sciences. Depuis plusieurs décennies, plusieurs chercheurs et politiciens suggèrent le besoin de développer chez les apprenants dans tous les secteurs de l'éducation, y compris ceux des niveaux scolaire et postsecondaire, les compétences pour résoudre des problèmes, pour inventer leurs propres stratégies et expérimentations, pour décrire et vérifier des hypothèses, pour manipuler des variables, pour travailler en groupes et pour communiquer davantage des faits avec les pairs (Lesh et Zawojewski, 2007; O'Connor et Michaels, 1993; Windschitl, 2003; Windschitl et al., 2012). Ceci inclut les sciences, notamment la physique.

La physique est une science fondamentale, englobante et mature. La recherche en physique s'étend de données très petites, telles que les constituants des noyaux atomiques, jusqu'à des données très grandes, comme la structure de l'univers et la cosmologie. L'observation des phénomènes et l'étude des relations entre des variables font partie des importantes responsabilités des physiciens afin d'aboutir à des découvertes qui permettent de mieux décrire notre univers, de prédire des problématiques qui surviennent et qui pourront influencer le proche avenir ainsi que d'utiliser la pensée critique et la prise de décision afin de trouver des solutions créatives à ces problèmes. D'autre part, plusieurs autres découvertes se prêtent plutôt à des applications en haute technologie. Nous suggérons ainsi que les approches utilisées dans les cours de physique au niveau universitaire devraient être davantage centrées sur les apprenants en permettant à ces derniers de travailler comme le font les scientifiques, tout en apprenant les notions théoriques et pratiques reliées à la physique. Plusieurs de ces compétences sont semblables à celles qui sont essentielles pour que chaque citoyen puisse s'adapter et contribuer à la société.

La pédagogie de la physique est également un sujet très développé, en raison de sa grande versatilité et du fait que plusieurs phénomènes peuvent être compris à l'aide de diverses représentations, telles que des équations, des graphiques, des schémas, des démonstrations et des expériences, des simulations ou autres. Ces représentations permettent naturellement l'utilisation de différentes approches lors de l'apprentissage et s'adaptent à différents styles d'apprentissage. De plus, ces diverses représentations sont davantage possibles grâce au rôle que peuvent jouer les technologies dans l'apprentissage. En fait, la croissance exponentielle de l'utilisation des nouvelles technologies de l'information depuis le début des années 2000 fait en sorte que celles-ci

influencent non seulement ce qui peut être appris dans une salle de classe, mais aussi la manière dont on peut apprendre (Klotz, 2003). Nous suggérons ainsi que ces ressources devraient davantage faire partie intégrante du processus d'apprentissage des futurs scientifiques et des futurs enseignants. Un objectif de notre projet pilote était de mettre en place des outils et une méthodologie pour combiner différentes approches pédagogiques, y compris une approche d'enseignement et d'apprentissage qui semble être peu utilisée dans les cours de physique au niveau universitaire, soit la démarche d'enquête et d'investigation (DEI) (Aulls et Shore, 2008).

Malheureusement, l'enseignement de la physique au niveau universitaire demeure généralement traditionnel, ou « direct », encore centré sur le professeur. Le professeur s'occupe de transmettre la matière aux étudiants et les étudiants vont appliquer ces connaissances transmises au moyen d'exercices souvent faits à la maison. Nous suggérons que ce style d'enseignement nuit à la formation des futurs scientifiques et des futurs enseignants de sciences, et ce, pour plusieurs raisons. Premièrement, l'approche traditionnelle d'enseignement ne permet pas aux apprenants de développer de manière optimale les compétences nécessaires aux scientifiques. Ils ne voient que les connaissances associées aux contenus et appliquent les connaissances acquises en classe. Deuxièmement, l'approche d'enseignement direct ne permet pas aux futurs enseignants de sciences de devenir des modèles afin d'utiliser des pratiques enseignantes efficaces pour créer des conditions d'apprentissage riches et stimulantes dans leurs futures salles de classe. Nous avons mentionné que des approches d'enseignement et d'apprentissage centrées sur les apprenants sont plus favorisées en sciences afin de développer la culture scientifique chez les élèves. Cette même tendance est aussi suggérée depuis plusieurs décennies dans les orientations sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences au niveau scolaire (National Research Council, 1996, 2000, 2011). Comment les futurs enseignants peuvent-ils appliquer et développer ces modèles, alors que leurs propres modèles d'enseignants, leurs professeurs de sciences, ne les utilisent pas ?

Le besoin d'améliorer l'enseignement et l'apprentissage des sciences se fait sentir dans les contextes éducatifs partout dans le monde, y compris en contexte minoritaire francophone au Canada. C'est pourquoi le professeur du cours, Marc de Montigny, sentait aussi un besoin d'innover dans ses propres pratiques enseignantes. À cet effet, il a utilisé le système *iClickers* depuis 2009, au début avec beaucoup de succès, mais l'enthousiasme des étudiants s'est quelque peu estompé au cours des dernières années, même avec *ePoll*, le successeur du système *iClickers* à l'Université de l'Alberta. L'outil demeure cependant supérieur sur le plan de la participation, comparativement à la méthode à main levée, et il permet à l'enseignant de relever rapidement (et régulièrement !) plusieurs manques de compréhension des concepts de base. Toutefois, des outils plus avancés en mode interactif, tels que la réalité amplifiée (*augmented reality*), la réalité virtuelle (*virtual reality*) et les classes infonuagiques (*cloud-classroom*), pourraient possiblement maintenir l'engagement des étudiants. En effet, les étudiants contemporains sont de plus en plus adeptes du mode interactif multitâche, ce qui suggère qu'ils seront optimalement stimulés par la coordination simultanée et efficace de l'enseignement magistral, du système de réponses en classe (*clickers*, *ePoll*), du clavardage, des expériences de laboratoire, des lectures préalables,

des examens pratiques (*quiz* et *pre-quiz*), des applications sur téléphone intelligent, etc. (Prensky, 2014).

Notre recherche visait donc à apporter des solutions à cette problématique et à répondre à l'un des grands objectifs de l'ACUFC, qui est d'améliorer la formation des apprenants au niveau post-secondaire en milieu francophones minoritaires. Nous avons proposé de combiner deux approches pédagogiques dans un cours de physique, PHYSQ 124 – *Particules et ondes*, donné à la Faculté Saint-Jean de l'Université de l'Alberta. La première approche est la démarche d'enquête et d'investigation (DEI), qui se veut une approche socioconstructiviste d'enseignement et d'apprentissage selon laquelle les apprenants prennent une plus grande part de responsabilité dans leur apprentissage en travaillant de façon semblable à des scientifiques. La deuxième approche est la pédagogie inversée, qui vise à intégrer les vidéos et autres technologies de l'information pour soutenir l'apprentissage des contenus et réguler les responsabilités des apprenants dans le travail effectué durant le cours et à la maison. Ces approches sont reconnues parce qu'elles sont susceptibles de développer les compétences nécessaires des étudiants pour que ces derniers puissent s'adapter et contribuer davantage, dans leur future carrière ainsi que dans la société (Bruder et Prescott, 2013 ; Lebrun et Lecoq, 2016).

Quelques mots sur la FSJ

Anciennement nommé Juniorat Saint-Jean (1908-1943), puis Collège universitaire Saint-Jean (1943-1977), la Faculté Saint-Jean, qui est la branche universitaire du Campus Saint-Jean de l'Université de l'Alberta, offre depuis 45 ans des programmes de premier cycle en éducation, en sciences, en arts, en sciences sociales et en langues et, depuis plus récemment, des programmes de deuxième cycle en éducation et en sciences sociales. La FSJ compte environ 750 étudiants au niveau universitaire, dont environ 400 sont inscrits à des programmes d'éducation et 220 à des programmes de sciences (y compris les programmes combinés de sciences et d'éducation), de sorte qu'environ les deux tiers de la population étudiante sont inscrits à un programme d'éducation. De plus, la FSJ offre conjointement des programmes avec d'autres facultés de l'Université de l'Alberta, par exemple une cohorte de première année en génie pour des étudiants inscrits à la Faculty of Engineering. Il est à noter que la FSJ est le seul établissement dans l'Ouest canadien qui offre une formation postsecondaire en français. La population étudiante provient principalement de milieux francophones ou de l'immersion française.

Les cours de physique de première année de la FSJ sont offerts en deux voies : les cours PHYSQ 124 et PHYSQ 126 s'adressent aux étudiants en sciences ou en éducation, alors que les cours PHYSQ 130 et PHYSQ 131 sont destinés aux étudiants de la Faculty of Engineering. Notre étude pilote a porté sur le cours PHYSQ 124 offert à l'automne 2021. La population étudiante de ce cours provient soit du programme de baccalauréat en sciences, soit du baccalauréat en sciences de l'éducation au secondaire avec des concentrations en sciences. Les étudiants inscrits au programme d'éducation ne suivent qu'un seul cours de didactique des sciences, soit le cours

EDU M 456 – *Enseignement des sciences au secondaire*. Toutefois, les étudiants suivent ce cours durant les dernières années de leur formation. Cela dit, un autre aspect motivait notre étude : nous pensons que le fait d'utiliser des approches pédagogiques centrées sur les étudiants, telles que la DEI et la pédagogie inversée, permettra de contribuer davantage à la formation des futurs enseignants en offrant à ces derniers l'occasion de vivre ces approches en tant qu'apprenants. Nous suggérons qu'un cours de contenu comme la physique peut servir de « laboratoire de didactique des sciences », ce qui peut permettre aux futurs enseignants de créer des liens entre l'enseignement et l'apprentissage des sciences au secondaire et les approches centrées sur les élèves, en expérimentant de telles approches dans un cours de contenu. Notre recherche permet ainsi d'initier nos futurs enseignants à des approches pédagogiques recommandées et innovantes en sciences, et ce, dès le début de leur formation.

Objectif précis de l'étude et question de recherche

Le but de ce partenariat entre des chercheurs en didactique des mathématiques, des sciences et des technologies et un enseignant de physique est d'étudier l'incidence de l'utilisation de la DEI et de la pédagogie inversée comme approches pédagogiques sur l'enseignement des cours de physique de première année à la Faculté Saint-Jean. Ces approches pédagogiques seront mises en place à plus long terme et feront l'objet de futures demandes, alors que la présente subvention de l'ACUFC servait à financer la réalisation d'un projet pilote d'une période de 5 mois. Pour ce projet pilote, notre question principale de recherche était donc la suivante : Comment les étudiants du cours PHYSQ 124 de la FSJ perçoivent-ils leurs expériences d'apprentissage de la physique lorsque la DEI et la pédagogie inversée sont utilisées dans le cours ?

Notre étude s'inscrit dans l'axe 2 de l'ACUFC, la formation initiale en enseignement du français et en français, et plus particulièrement dans l'activité 2.2, soit l'amélioration de l'offre de programmes de sciences, de technologie, d'ingénierie et de mathématiques (STIM) en français. En effet, l'étude de nouvelles approches pédagogiques dans nos cours de physique sera utile non seulement pour les étudiants de sciences, mais aussi pour les futurs enseignants. Ainsi, à long terme, notre étude cherche à développer des stratégies visant à améliorer l'offre de cours de sciences dans des programmes d'immersion et des programmes en français en contexte minoritaire, et ce, aux niveaux scolaire et postsecondaire, facilitant ainsi la rétention d'un plus grand nombre d'étudiants dans des établissements de langue française. La dissémination des résultats suivra deux voies : présentations et publications dans des revues universitaires spécialisées et partage de pratiques efficaces en matière de STIM en français avec des enseignants.

CADRE THÉORIQUE

Dans cette section du rapport, nous présentons les balises théoriques des deux approches pédagogiques que nous avons utilisées dans le cadre de notre étude, soit la DEI et la pédagogie inversée.

Première approche : la démarche d'enquête et d'investigation (DEI)

Les fondements

La DEI est une approche d'enseignement et d'apprentissage selon laquelle les élèves jouent un rôle plus actif dans l'apprentissage des contenus (Aulls et Shore, 2008). La DEI se veut une transition d'une approche d'apprentissage passive vers une approche d'apprentissage active. En fait, au lieu de transmettre les connaissances aux élèves, l'enseignant guide ces derniers dans un processus de construction des apprentissages et les élèves jouent le rôle de chercheur en entreprenant une démarche dans la construction des apprentissages au lieu d'être un receveur de connaissances (Bruder et Prescott, 2013; Maaß et Artigue, 2013; Marshall, 2013).

La DEI s'est d'abord fait connaître comme étant la démarche scientifique pour appuyer l'enseignement des sciences. Cette démarche scientifique comprend les étapes suivantes : l'observation; la formulation d'hypothèse; l'expérimentation; la collecte de données; l'interprétation de données; la conclusion. Cette démarche scientifique proposée dans les programmes de sciences dans les années 1960 a cependant été fort critiquée, car son utilisation à l'école était considérée comme étant trop structurée, dans le sens que les élèves n'avaient qu'à suivre les étapes données (Aulls et Shore, 2008). Le concept de la DEI a évolué en donnant l'occasion aux élèves de mettre en place leurs propres stratégies et méthodes pour répondre aux questions posées (Aulls et Shore, 2008). Depuis quelques décennies, la DEI est suggérée comme approche d'enseignement et d'apprentissage dans les documents officiels traitant de la réforme sur l'enseignement des mathématiques en Amérique et ailleurs (Alberta Learning, 2004; National Council of Teachers of Mathematics, 2000; National Research Council, 2000, 2011; Rocard et al., 2007).

La DEI plonge ses racines dans plusieurs théories d'apprentissage telles que la notion de l'expérimentation réflexive de Dewey (1933, 1938, 1963), la théorie du développement de Piaget (1951, 1967), la théorie socioconstructiviste de Vygotsky (1978) et la théorie d'apprentissage de Bruner (1960, 1966). Toutes ces théories respectent une vision socioconstructiviste de l'apprentissage.

Parmi les nombreuses définitions de la DEI (Aulls et Shore, 2009), nous utilisons celle utilisée le plus fréquemment par les chercheurs en didactique des sciences et proposée par la National Research Council dans son document traitant des orientations de l'enseignement des sciences :

A multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations and predictions; and communicating the results. Inquiry requires identification of assumptions, use of critical and logical thinking, and consideration of alternative explanations and scientific inquiry refers to the diverse ways in which scientists study the natural world and propose explanations based on the evidence derived from their work (National Research Council, 1996, p. 23).

(Une activité à facettes multiples qui consiste à formuler des observations, à poser des questions, à examiner des livres et d'autres sources d'information pour voir ce qui est déjà connu, à planifier des enquêtes, à examiner ce qui est déjà connu à la lumière de preuves expérimentales, à utiliser des outils pour recueillir, analyser et interpréter des données, à proposer des réponses, des explications et des prévisions ainsi qu'à communiquer les résultats. La recherche exige la détermination des hypothèses, l'utilisation de la pensée critique et du raisonnement logique ainsi que la prise en compte d'autres explications, et la recherche scientifique renvoie aux diverses façons dont les scientifiques étudient le monde naturel et proposent des explications fondées sur les preuves tirées de leurs travaux [traduction libre].)

Le modèle 4E x 2

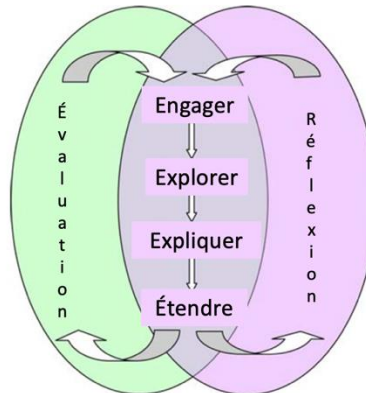
Marshall et al. (2009) ont développé un modèle, nommé le 4E x 2 (quatre E par 2), dont chacun des quatre E représente une phase du processus d'enseignement par une DEI. Selon ces auteurs, les buts visés par la création de ce modèle étaient les suivants : (1) proposer un modèle cohérent fondé sur la recherche qui aide les enseignants à mettre en place des conditions d'apprentissage efficaces afin d'assurer un apprentissage approfondi chez les élèves, lorsque ceux-ci utilisent la DEI en mathématiques et en sciences; (2) encourager les pratiques évaluatives formatives plutôt que sommatives; (3) fournir un soutien aux enseignants afin que ces derniers évaluent leurs pratiques enseignantes pendant l'utilisation d'une DEI; (4) fournir une méthode pour renforcer des pratiques enseignantes plus faibles.

Le modèle 4E x 2 comprend trois grandes composantes : la réflexion métacognitive, l'évaluation formative et l'enseignement par la DEI. Comme la figure 1 le montre, l'évaluation formative et la réflexion métacognitive se font tout au long de l'enseignement par la DEI.

Des études menées auprès d'enseignants du primaire et du secondaire montrent que la qualité de l'enseignement et des apprentissages des élèves s'améliore quand les enseignants réfléchissent à leurs pratiques enseignantes (Goldhaber et Anthony, 2007; Shulman, 1986, 1987). La composante de la réflexion métacognitive comprend à la fois la compréhension et le contrôle du processus réflexif de l'enseignement et de l'apprentissage avec la DEI chez les enseignants (Sternberg, 1998; White et Frederiksen, 1998, 2005). Marshall et al. (2009) estiment qu'une meilleure compréhension de ce qui se passe dans la salle de classe survient quand les

enseignants sont confiants de ce qu'ils savent, quand ils reconnaissent comment ils déterminent ce qu'ils savent et quand ils sont en mesure d'examiner leurs propres connaissances et pratiques enseignantes.

Figure 1. Le modèle 4E x 2 de Marshall et al. (2009)



Note : les termes du modèle ont été traduits en français.

La composante de l'évaluation formative va à l'encontre du fait que trop d'accent est mis sur l'évaluation sommative à la fin de l'enseignement. Les auteurs estiment que les enseignants doivent être en mesure d'évaluer la progression des apprentissages des élèves tout au long de la démarche d'enseignement et d'apprentissage. Cette évaluation permet aux enseignants de voir si les élèves sont prêts à entreprendre les prochaines étapes ou s'ils ont besoin de ressources supplémentaires. Les résultats d'études et de méta-analyses indiquent que lorsque l'évaluation formative devient une partie intégrante du processus d'enseignement et d'apprentissage, elle a une incidence positive sur la réussite des élèves (Marzano, 2006).

Pour ce qui est de la composante de l'enseignement par une DEI, Marshall et al. (2009) proposent une structure comprenant quatre phases : Engager, Explorer, Expliquer et Étendre. Dans la phase « Engager », les enseignants devraient considérer les quatre actions suivantes : (a) solliciter les connaissances antérieures des élèves; (b) cerner les conceptions différentes des élèves par rapport à une situation; (c) motiver et intéresser les élèves par rapport à une situation; (d) développer le questionnement scientifique chez les élèves.

Une fois que l'enseignant a engagé les élèves dans une situation, durant la phase Explorer, l'enseignant amène les élèves à investiguer, individuellement ou en petits groupes, une interrogation en établissant des prédictions, en créant une démarche, en tentant des expérimentations, en collectant des données et aussi en raisonnant par rapport à la situation. Dans la phase Expliquer, les élèves ont la chance de se donner un sens en comparant leurs connaissances antérieures ainsi que leurs conceptions différentes de la phase Engager avec leurs résultats de la phase Explorer. Ce sens s'établit quand les élèves commencent à communiquer entre eux leurs résultats

à l'aide de preuves. Selon Marshall et al. (2009), les compétences que les élèves développent durant la phase Explorer se renforcent lors de la phase Expliquer, puisque les élèves doivent interpréter, justifier et analyser. En fait, selon les composantes centrales de la phase Expliquer, les élèves doivent : (a) interpréter les données; (b) fournir des preuves de leurs affirmations; (c) communiquer leurs résultats à l'oral, par écrit ou à l'aide de technologies; (d) fournir des explications différentes de leurs résultats. Dans la phase Étendre, on demande aux élèves d'appliquer, d'élaborer, de transférer et de généraliser les connaissances dans de nouvelles situations. Selon les auteurs, cette étape est essentielle pour que les élèves puissent approfondir les connaissances conceptuelles apprises lors de l'activité. Les auteurs estiment que si l'activité s'arrête à la phase Expliquer, les élèves risquent de retourner vers leurs connaissances antérieures et leurs conceptions différentes.

Selon Marshall et al., (2009), le modèle 4E x 2 est un modèle générique pour l'enseignement des mathématiques et des sciences. Ces auteurs mentionnent que les quatre phases de la DEI ne sont pas toujours linéaires. Par exemple, durant la phase Expliquer, les apprenants et le professeur peuvent poser une interrogation qui déclenchera une autre exploration, donc un retour vers la phase Explorer. Toutefois, les auteurs insistent sur le fait que pour que l'activité respecte une DEI, il faut toujours que la phase Explorer soit faite avant la phase Expliquer. Le cas contraire consiste en une approche traditionnelle ou directe. Nous nous sommes inspirés de ce modèle pour concevoir nos activités dans le cours de physique.

Deuxième approche : la pédagogie inversée

Les fondements

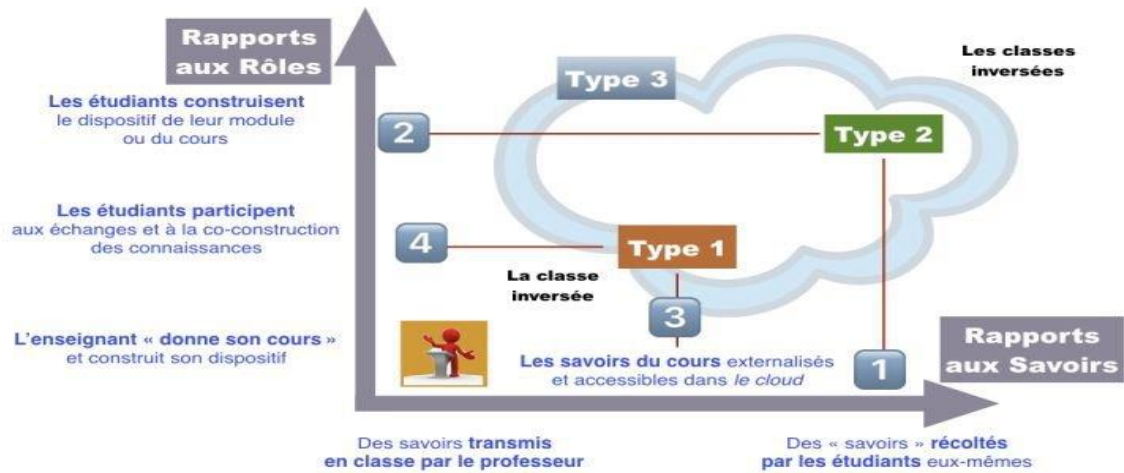
La pédagogie inversée est reconnue comme une approche pédagogique selon laquelle les étudiants apprennent les contenus en dehors des heures de cours, habituellement en visionnant des vidéos, puis font des exercices durant le cours. La pédagogie inversée (ou classe inversée) fait référence à un modèle pédagogique où les éléments typiques d'un cours sont inversés (Bergmann et Sams, 2008; Chen et Hwang, 2019; Lecoq et Lebrun, 2017; Torio, 2019). Le concept de *Flipped Classroom* a vu le jour il y a une dizaine d'années, développé par Jonathan Bergmann et Aaron Sams, deux enseignants de chimie de l'école secondaire Woodland Park High School, au Colorado (Bergmann et Sams, 2008). Bergmann et Sams ont publié le livre intitulé *Flip your classroom* (adapté en français sous le titre *La classe inversée*), qui allait provoquer l'émergence de ce concept en francophonie et plus particulièrement en Europe. L'idée initiale de la classe inversée était d'agencer différemment les espaces-temps de l'enseignement et de l'apprentissage en proposant les leçons, sous la forme de vidéos, en dehors de l'espace-temps de la classe, de sorte qu'une première exposition à la matière puisse s'effectuer de manière autonome, dans une phase préalable à une phase en présentiel animée par un enseignant, pour mieux accompagner les élèves dans leurs apprentissages.

Dans une classe inversée, l'enseignant et l'étudiant se partagent les rôles, tout comme dans la DEI. L'étudiant agit comme un partenaire actif dans l'élaboration du savoir. On attend de lui qu'il développe de nouvelles compétences et que, de simple auditeur-récepteur, il devienne gestionnaire de projet, discutant lors d'un débat, chercheur d'informations, présentateur d'une étude de cas, enquêteur sur le terrain. De son côté, l'enseignant agit comme un créateur innovant de ressources et un accompagnateur qui anime la partie d'ancrage et l'approfondissement des connaissances.

Les types de pédagogie inversée

Dans notre projet, nous nous sommes basés sur le concept de classe inversée selon Lebrun et Lecoq (2016, 2017). Selon l'interprétation de ces derniers, la classe inversée n'est pas seulement « le cours en vidéo avant la séance et des exercices et applications pendant la séance ». Elle est aussi un bouleversement dans les rapports aux savoirs et aux rôles tenus par les étudiants et les enseignants. L'idée essentielle de la classe inversée n'est pas l'action de médiatiser numériquement les contenus des cours, mais plutôt de créer une dynamique de classe qui comprend le partage des rôles entre les élèves et le professeur (Lebrun et Lecoq, 2016; Lecoq et Lebrun, 2017). Cette version initiale est ce que Lebrun a appelé le type 1 de la classe inversée, qui conduit le plus souvent de la théorie (transmise, par exemple, via des vidéos) à l'application (au moyen d'exercices d'application en classe). Dans l'extension que Lebrun a proposée, les étudiants, seuls ou en groupe, en dehors de l'établissement ou dans des espaces spécialement aménagés dans l'établissement, explorent les contextes, se documentent et ensuite, en classe, communiquent leurs trouvailles sous la supervision de l'enseignant. Devenu accompagnateur d'apprentissage ou chef d'orchestre de son dispositif, l'enseignant va aider les étudiants à mettre de l'ordre dans le désordre, à modéliser et à faire émerger des savoirs transférables au départ de leurs apports. Lebrun a appelé cette façon de faire, toujours construite sur l'hybridation entre présence et distance, le type 2 de la classe inversée, qui mène des contextes à la modélisation, voire à la théorisation, un chemin finalement « inverse » à celui du type 1. Dans ses recherches, Lebrun a aussi mis en évidence un mélange de ces deux premiers types, qu'il a nommé le type 3 de la classe inversée, cyclique, qui conduit à un vaste panorama de pratiques donnant un caractère pluriel aux classes inversées. La figure 2 présente une synthèse des trois types de pédagogie inversée.

Figure 2. Les 3 types de classe inversée de Lebrun



La combinaison de la DEI et de la pédagogie inversée nous a permis de conclure que nous allions au-delà des trois types de classe inversée de Lebrun. Effectivement, en concevant les activités, nous n'étions pas en mesure de toujours classer celles-ci selon un type particulier. En réalité, dans certains cas, le va-et-vient entre les investigations de la DEI et de diverses ressources technologiques utilisées de même que l'équilibre que nous essayions d'établir entre le travail en salle de classe et à la maison ont fait en sorte que les activités proposées dans le cours ne respectaient pas nécessairement un type particulier de pédagogie inversée.

MÉTHODOLOGIE

Nous avons utilisé un cadre qualitatif interprétatif (Karrsenti et Savoiei-Zajc, 2018) pour cette étude. Nous jugeons que cette approche nous permettra de dresser un portrait général des perceptions des participants à l'égard de leurs expériences d'apprentissage de la physique.

Pour effectuer cette étude, nous avons embauché une adjointe de recherche, Mme Lamyae Fahim, qui détient une maîtrise en génie électrique ainsi qu'un baccalauréat en éducation. Elle était donc un choix idéal pour collaborer à cette étude, puisqu'elle possédait à la fois des connaissances approfondies sur les contenus de physique ainsi qu'en didactique. Mme Fahim nous a aidés dans toutes les étapes de la recherche ainsi qu'avec la rédaction du présent rapport. Nous voulions lui offrir toutes les occasions d'apprentissage possibles alors qu'elle songe sérieusement à entreprendre des études doctorales en éducation.

Lieu de la recherche et participants

Notre étude a eu lieu dans le cadre du cours PHYSQ 124 – *Particules et ondes*, offert par Marc de Montigny, un des membres de l'équipe de recherche, durant la session d'automne 2021, soit de septembre à décembre 2021. Il s'agit du premier cours de physique que les étudiants de sciences générales de la FSJ doivent suivre. Comme nous l'avons mentionné auparavant, cette étude a été fondée sur le désir du professeur d'innover dans ses approches pédagogiques dans ses cours de physique, particulièrement en incorporant la pédagogie inversée. Lorsque Marc de Montigny a consulté Dominic Manuel, ce dernier lui a suggéré d'utiliser aussi la DEI. Les deux chercheurs et Martine Pellerin ont décidé de travailler en équipe afin de déterminer les stratégies pour aller au-delà de la pédagogie inversée traditionnellement reconnue (qui consiste à regarder des vidéos à la maison et à faire des exercices en classe), car Martine et Dominic voyaient cette approche comme de l'enseignement traditionnel magistral fait en sens inverse. C'est grâce à nos échanges qu'est née cette étude.

Le cours PHYSQ 124 est basé sur l'algèbre, sans faire appel au calcul différentiel ou intégral, et s'adresse principalement aux étudiants en sciences de la vie, de la santé et de l'environnement ainsi qu'aux étudiants en éducation. Ce cours décrit les deux principaux types de mouvements classiques : la matière (particules) et les ondes. Il passe en revue les concepts de vecteurs, de forces, la cinématique et la dynamique, la conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie ainsi que le mouvement circulaire. Il introduit la cinématique circulaire, les moments de force, d'inertie et angulaire, et il les applique, entre autres, aux corps en équilibre. Il présente aussi les vibrations, les ondes élastiques dans la matière, le son et l'optique ondulatoire. Le cours se termine par la radiation du corps noir, le concept de photons et les ondes de Broglie. Autant que possible, l'accent est mis sur des applications dans les sciences de la vie, de la santé et de l'environnement. Le cours était offert en deux séances de 80 minutes par semaine pendant 13 semaines.

Nos participants de recherche étaient donc les 12 des 15 étudiants qui ont accepté de participer à l'étude. Parmi les 15 étudiants inscrits au cours, neuf d'entre eux étaient inscrits au programme d'éducation secondaire avec une concentration en sciences, tandis que les autres étaient inscrits au programme de sciences.

À l'automne 2021, le cours PHYSQ 124 a été l'un des rares cours de la FSJ à être offert en présentiel, en cette période de pandémie. Seul le cours du 16 septembre a été offert uniquement via Zoom en raison de l'augmentation des cas de COVID-19, à la suite d'une décision de l'Université de retourner en ligne pour une période de deux jours. Par contre, le 25 novembre, où de la pluie verglaçante a rendu le transport très difficile, Marc de Montigny a commencé à donner ces cours en mode hybride, ce qu'il a souvent continué à faire par la suite pour accommoder les différents besoins des étudiants. Nous avons acheté une caméra Owl (type de caméra de vidéoconférence offrant une vue à 360 degrés) pour effectuer cette recherche. Le professeur branchait cette caméra avec Zoom et les étudiants qui ne se sentaient pas bien pouvaient assister au cours par Zoom et participer avec leurs collègues. (Marc a aussi adopté ce mode hybride dans ses cours ultérieurs, lors du retour en personne en mars 2022.). L'Annexe A : Contenu couvert dans le cours PHYSQ 124 et approches utilisées contient les détails des contenus du cours ainsi que les approches que nous avons utilisées pour chaque contenu.

Démarche et outils de collecte de données

La demande d'éthique

Durant l'été 2021, nous avons rédigé et soumis une demande d'éthique pour la présente étude. Étant donné que Marc de Montigny était le professeur du cours, nous devions nous assurer que le recrutement des participants se faisait de façon confidentielle et qu'à aucun moment, le professeur ne pouvait identifier les participants, tout au long du semestre ou ultérieurement. Notre demande d'éthique a été approuvée le 2 août 2021 (certificat numéro Pro00112517). La lettre et le formulaire de consentement figurent à l'**Annexe B** : Lettre et formulaire de consentement pour la recherche

Le recrutement des participants

À la fin du premier cours de PHYSQ 124, Dominic Manuel (alors à l'extérieur d'Edmonton) s'est joint au groupe via Zoom afin de parler aux étudiants de l'étude que nous voulions entreprendre. Cette étape, qui s'est déroulée en présence du professeur, consistait simplement à expliquer la recherche, ce que les participants devraient faire s'ils acceptaient de participer et la manière dont nous allions garantir la confidentialité de leur participation, particulièrement auprès de leur professeur actuel. Dominic a assuré aux étudiants que leur participation était volontaire et qu'ils ne devaient pas sentir forcés de faire partie de l'étude pour plaire à leur professeur, puisque ce dernier

ne saurait jamais qui parmi eux accepteraient d'y participer. Il a aussi précisé qu'au début du deuxième cours, Lamyae Fahim, notre assistante de recherche, serait dans la classe afin de distribuer aux étudiants les lettres et les formulaires de consentement à remplir.

Lamyae Fahim s'est présentée en classe au début du deuxième cours, alors que le professeur était absent. Elle a résumé les grandes idées de la recherche et a révisé attentivement la lettre et le formulaire de consentement avec les étudiants. Elle a laissé quelques minutes aux étudiants pour remplir le formulaire. Afin de nous assurer que les étudiants puissent donner librement leur consentement, sans être influencés par leurs camarades, tous les étudiants devaient remplir et signer le formulaire. Ceux qui désiraient participer devaient cocher OUI dans le formulaire, tandis que ceux qui ne voulaient pas participer cochaient la case NON avant de signer le formulaire. Lorsque les formulaires ont été remplis par tous les étudiants, Lamyae les a ramassés. Seulement elle et Dominic (au besoin) pouvaient connaître le nom des étudiants ayant accepté de participer à l'étude. Le protocole de recrutement que nous avons utilisé se situe à l'Annexe C : Protocole utilisé pour le recrutement des participants pour notre étude.

Les rencontres régulières de l'équipe et de l'assistante de recherche

Tous les lundis, l'équipe de recherche et l'assistante de recherche se rencontraient pendant une à deux heures. Le but de ces rencontres était de planifier les activités qui seraient animées durant les cours de la semaine et aussi de passer en revue les expériences de la semaine précédente. Nous suivions régulièrement la même routine. Tout d'abord, Marc de Montigny nous présentait les expériences qu'il avait vécues en donnant le cours de la semaine précédente. Il pouvait profiter de ce moment pour nous communiquer les réussites et les défis (s'il y en avait) qu'il avait rencontrés et recevoir des rétroactions de la part des autres membres, tout en cadrant les activités dans la ou les approches pédagogiques appropriées. Lamyae Fahim profitait aussi de ce moment pour nous donner des commentaires généraux par rapport aux informations qu'elle recevait des participants grâce aux formulaires (décrits dans la section des outils de collecte de données). Ceci nous permettait de modifier notre planification au besoin.

Durant la seconde partie de la rencontre, Marc nous présentait sa planification pour les deux cours de la semaine. Pour quelques concepts, il préférait procéder de façon plus traditionnelle, mais pour la plupart des concepts, il a tenté d'appliquer à la fois une DEI et la pédagogie inversée dans ses activités. Lors de cette présentation, les autres membres de l'équipe, des pédagogues, lui donnaient de la rétroaction. Ceux-ci confirmaient les bonnes idées auxquelles il avait pensé ou lui offraient des suggestions, que ce soit pour améliorer certaines parties de son activité, pour approfondir ses connaissances par rapport à la pédagogie et à la didactique ou pour lui proposer d'autres manières afin de soutenir l'apprentissage des concepts. À la fin de la rencontre, toute l'équipe s'entendait sur un plan de leçon. Il est à noter que nous avons enregistré quelques-unes de ces rencontres sur Zoom. Un exemple d'activité est présenté à l'Annexe D : Exemple d'une activité réalisée dans le cours.

La collecte de données

Durant tout le semestre, nous avons collecté des données auprès de nos participants. Nous avons utilisé deux outils de données : (1) un questionnaire de réflexion hebdomadaire via Google Form; (2) des entrevues semi-dirigées individuelles menées à la fin du semestre. Nous décrivons ces outils ci-dessous.

Chaque vendredi, lorsqu'une DEI et la pédagogie inversée étaient utilisées durant la semaine, Lamyae Fahim envoyait aux participants un lien menant à un questionnaire de réflexion afin que ces derniers puissent réfléchir à leur expérience de la semaine. Ce formulaire était assez court à remplir. Il contenait une introduction présentant les concepts pour lesquels le professeur avait utilisé les deux approches pédagogiques. Les participants étaient invités à répondre aux questions du formulaire dans les cinq prochains jours. Le formulaire contenait cinq questions. Dans la première question, de type « oui », « non » ou « un peu », nous demandions aux étudiants s'ils connaissaient déjà les concepts vus lors de l'activité en question. Dans la deuxième question, nous demandions aux étudiants de nous donner leur appréciation générale des activités; il s'agissait d'une question de type Likert, avec les choix de réponses suivants : « pas du tout apprécié », « pas apprécié », « neutre », « apprécié » et « très apprécié ». Les trois autres questions étaient des questions à réponse élaborée. Nous avons demandé aux participants : (1) Comment les activités vous ont-elles permis de soutenir votre apprentissage? (2) Quels obstacles ou difficultés avez-vous rencontrés durant les activités ? (3) Quelles suggestions ou recommandations avez-vous par rapport aux activités ?

Notre autre outil de collecte de données était les entrevues. Lamyae Fahim a réalisé des entrevues semi-dirigées individuelles avec quatre des participants à la recherche afin d'en connaître davantage sur leurs expériences d'apprentissage de la physique. Ces entrevues, d'une durée de 45 à 60 minutes, ont été menées sur Zoom et chaque rencontre a été enregistrée. Les participants pouvaient fermer leur caméra durant la rencontre. Les questions générales qui ont été posées durant l'entrevue sont présentées à l'Annexe E : Protocole des entrevues semi-dirigées individuelles. Toutes les données ont été sauvegardées dans un dossier sur Google Drive. Toutefois, Dominic Manuel et Lamyae Fahim étaient les seuls à avoir accès à ces données brutes. Il est à noter que nous avons aussi enregistré la plupart des cours. Toutefois, nous n'avons pas utilisé ces enregistrements des leçons parmi nos données de recherche. Le but ultime de ces enregistrements était de permettre aux membres de l'équipe de recherche de réfléchir davantage aux pratiques enseignantes utilisées dans le cours et d'améliorer ces pratiques au besoin. De plus, ces enregistrements nous ont permis de réfléchir à de futures pistes de recherche.

Traitement et analyse des données

En ce qui a trait aux formulaires, notre assistante de recherche a remis à l'équipe un rapport contenant les réponses à chaque question de réflexion. Ce rapport contenait les statistiques pour

les deux premières questions et pour l'ensemble des réponses (sans les noms des participants) à chacune des trois autres questions. Notre assistante a aussi transcrit toutes les entrevues et a remis les verbatims à l'équipe. Chaque participant était identifié par un numéro.

Nous avons utilisé une analyse thématique (Braun et Clarke, 2006) pour nos données. À cette fin, nous avons déterminé les thèmes qui ressortaient des réflexions ainsi que des entrevues des participants. Par la suite, nous avons tenté de regrouper ces thèmes en grandes catégories. Les résultats préliminaires de nos analyses sont présentés dans la prochaine section.

RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Nos analyses préliminaires révèlent que les participants semblent avoir reconnu le potentiel des approches pour leurs apprentissages. De plus, ces approches semblent avoir permis aux étudiants d'avoir des ressources variées pour concrétiser les contenus, elles ont poussé les participants à s'engager davantage et à interagir avec les autres. Toutefois, il semblerait que les attentes à l'égard des vidéos dans le cours (pédagogie inversée de type 1) n'étaient pas toujours claires. Nous précisons davantage ces thèmes.

Potentiel des approches pour les apprentissages

Dans l'ensemble, les déclarations des étudiants montrent qu'ils ont apprécié les deux approches utilisées dans le cours de physique. Premièrement, la classe inversée a permis aux étudiants d'avoir des séances de cours plus dynamiques. « J'ai trouvé que les deux approches ont rendu le cours moins lourd parce que je comprenais d'avance le cours avant de venir » (participant 1). Deuxièmement, ces approches ont permis aux étudiants de développer une certaine autonomie en plus de contrôler leurs propres apprentissages. Le participant 2 a souligné ceci : « J'ai aimé les deux pédagogies... je pense que c'est toujours bon d'essayer de faire nous-même les choses avant de nous donner la méthode : comment faire des calculs et la théorie. »

Parmi les deux approches utilisées, il semblerait que la DEI a été plus appréciée par les participants. Ces derniers mentionnent qu'elle permet de guider l'apprentissage des étudiants d'une façon graduelle et logique. « J'ai aimé la DEI, car il y avait un modèle à suivre et des questions qui guident l'apprentissage » (participant 3). Les étudiantes en éducation pensent que cette pédagogie présente un grand potentiel pour l'enseignement.

Toutefois, étant donné que le contenu du cours de physique est essentiellement semblable au contenu que les participants ont vu lors de leurs études secondaires, il est question de la nature des apprentissages que les participants ont faits durant cette étude, puisque ces derniers étaient capables de cerner facilement les idées et les théories. « Ma vision de la physique est restée la même. Sachant que la physique de cette année ressemble vachement au [cours] Physique 20 du secondaire. J'étais déjà capable de faire le lien avec la matière et la vie de tous les jours. » (Participant 2)

Ressources didactiques

Les ressources utilisées dans cette étude variaient selon le type de pédagogie proposée par le professeur et pouvaient consister par exemple de simulations, de questionnaires ou de vidéos.

Selon les déclarations des étudiants, la variation des stratégies et des outils d'apprentissage ont permis de rendre le cours de physique plus intéressant et engageant. « Elles [les ressources] m'ont permis d'explorer la matière sous différents angles (autre que simplement écouter une présentation ou écouter des vidéos) » (participant 1). Les ressources semblent aussi avoir permis aux apprenants de concrétiser davantage les contenus abordés. Selon le participant 1, « les questions dans le document séparé ont vraiment concrétisé la matière, puisqu'il y avait beaucoup d'exemples. J'ai beaucoup apprécié l'animation avec les ressorts. »

De plus, dans le cas de la pédagogie inversée de type 1, les apprenants ont souligné l'efficacité des vidéos pour comprendre la matière d'une façon autonome et à leur propre rythme. En fait, dans son questionnaire de réflexion, le participant 5 a souligné ce qui suit : « J'ai pu écouter les vidéos à mon propre rythme et prendre autant de notes que je voulais. » De plus, ceci permettait aussi de favoriser une meilleure compréhension des contenus, car les étudiants pouvaient revenir en arrière s'ils n'avaient pas compris, ou encore ils pouvaient ralentir et ou accélérer la vidéo selon leurs besoins. Par exemple, dans leurs questionnaires de réflexion, le participant 6 a souligné que « si tu ne comprends pas quelque chose, tu dois le regarder à une autre fois pas quand tu l'apprends comme avec les vidéos », tandis que le participant 8 a indiqué ceci : « Je peux revoir les vidéos et je peux aussi ralentir ou accélérer la vidéo au besoin ».

L'engagement et les interactions

Les approches utilisées dans le cours semblent avoir joué un rôle sur l'engagement des étudiants. En fait, celles-ci ont poussé les étudiants à s'engager de façon plus autonome dans leur processus d'apprentissage et aussi à apprendre à travailler avec leurs pairs dans le cours. Cependant, il faut noter que ces composantes n'étaient pas présentes au début du semestre.

Au début, je n'ai vraiment pas aimé la pédagogie inversée, cela m'a mis énormément de stress. On devait écouter les vidéos après chaque lecture, comprendre le matériel pour les tests, les exercices et les mini quiz. Il [y] avait plein de choses à faire à la maison. Sachant que le cours est déjà chargé avec les laboratoires et le contenu qui est assez difficile. Au fur à mesure que le semestre a avancé, je me suis réchauffé un petit peu. Ce que j'ai bien aimé est que les vidéos ont été postées (*sic*) à l'avance. Écouter cela avant le cours permet d'avoir une idée sur le cours en avance et puis on peut écouter les vidéos quatre fois si on veut avant de rentrer en cours. Vers la fin de semestre, j'ai un peu apprécié le fait de nous forcer à voir le matériel avant de devenir puis je me sentais plus à l'aise. (Participant 2)

Les approches semblent aussi avoir favorisé les interactions avec les pairs et ainsi le développement de la confiance en soi chez les apprenants. « C'était bien de pouvoir travailler avec les camarades pour apprendre et comprendre les conceptions plutôt nouvelles » (participant 3). Le participant 1 a souligné ce qui suit : « J'ai ma confiance, ça augmente parce qu'on a plus de chance de maîtriser les conceptions au lieu de juste les apprendre pour passer un cours. » Comme

l'engagement, il a fallu du temps avant que les étudiants se sentent plus à l'aise de collaborer avec leurs pairs.

Les attentes à l'égard des vidéos

Bien que les étudiants semblent avoir apprécié l'utilisation de la DEI dans le cours de physique, il semblerait que les attentes à l'égard des approches, particulièrement à l'égard des vidéos dans le cas d'une pédagogie inversée de type 1, n'étaient pas toujours claires. Certains participants pensaient que les vidéos servaient d'introduction avant de voir le contenu en salle de classe, tandis que d'autres pensaient que les vidéos n'étaient pas obligatoires. Par exemple, le participant 1 a mentionné que les vidéos étaient pour lui une introduction et que c'était plus l'enseignement ou les activités en classe qui lui permettait d'approfondir ces connaissances. « C'était une bonne introduction pour connaître les idées générales et quelques formules. C'est vraiment l'enseignement direct que nous avons eu qui a permis de comprendre et renforcer les idées pour moi. » De plus, certains participants ont mentionné que les informations dans les vidéos n'étaient pas toujours suffisantes pour bien saisir les contenus. « Je ne pense pas que les vidéos soient assez pour comprendre la matière puis réussir un quiz » (participant 4).

CONCLUSION

Dans notre étude, qui s'inscrit dans l'axe 2 du projet « Objectif 2036 - L'enseignement du français et en français, une pièce maîtresse de la dualité linguistique au Canada » (ci-après «Projet Objectif 2036») de l'ACUFC, la formation initiale en enseignement du français et en français, et plus particulièrement dans l'activité 2.2, soit l'amélioration de l'offre de programmes de sciences, de technologie, d'ingénierie et de mathématiques (STIM) en français, nous avons exploré les perceptions des étudiants du cours de PHYSQ 124 – *Particules et ondes* à l'égard de leurs apprentissages de la physique lorsque la DEI et la pédagogie inversée étaient utilisées dans le cours. Tout au long de la session d'automne 2021, nous avons conçu des activités qui intégraient ces deux approches et qui impliquaient les 15 étudiants du cours. Nous avons utilisé des questionnaires de réflexion et des entrevues semi-dirigées afin de connaître les perceptions de nos participants à l'égard de leurs apprentissages de la physique.

Synthèse des résultats et analyse

Les résultats préliminaires de notre étude pilote semblent prometteurs pour l'amélioration de la qualité de l'apprentissage des apprenants. En général, les participants semblent particulièrement apprécier la DEI comme approche d'enseignement et voient le potentiel que cette dernière présente pour leurs apprentissages. Il semblerait que certains étudiants semblent déjà avoir fait des liens avec l'enseignement au secondaire. Effectivement, les étudiants ont vu que l'utilisation de ces approches entraîne une différente dynamique dans la salle de classe, une dynamique qui les pousse à s'engager de façon plus autonome et aussi à apprendre à interagir et à s'instruire avec leurs pairs. Toutefois, au début, ce changement de paradigme semblait poser un défi pour les participants. Cet aspect est lié au concept de contrat didactique (Brousseau, 1988, 1998, 2002). Le contrat didactique correspond à toutes les conditions et relations implicites et explicites qui s'établissent entre le professeur et les étudiants par rapport à l'apprentissage. Dans le cadre de la présente étude, Marc de Montigny a changé le contrat didactique en intégrant des approches qui étaient probablement inconnues des étudiants. Ce changement de contrat a donc occasionné une incertitude chez les étudiants quant à leurs apprentissages, car ils étaient possiblement habitués à recevoir directement le contenu du professeur.

De plus, les participants semblent avoir constaté que ces approches s'accompagnaient d'une multitude de ressources telles que des vidéos, des simulateurs, etc. Nous suggérons que cette découverte peut permettre aux étudiants de voir les bénéfices que peuvent apporter les technologies de l'information pour soutenir l'apprentissage. À la fin du semestre, un étudiant a envoyé un courriel au professeur, lui demandant la permission d'utiliser les ressources dans ses futures salles de classe.

Cette étude a toutefois révélé que pour que ces approches, en particulier la pédagogie inversée, soient couronnées de succès, les attentes à l'égard des étudiants doivent être claires. Ce résultat

nous permet de constater que les activités et les ressources ne sont pas suffisantes pour créer des conditions d'apprentissage riches et stimulantes à l'intérieur des salles de classe. Il faut que les professeurs sachent mettre en place des pratiques enseignantes de haute qualité afin de mieux soutenir les apprentissages des étudiants. Bien que cet aspect n'ait pas été étudié dans cette recherche, ces quatre mois ont permis à Marc de Montigny de réfléchir davantage à ses propres pratiques enseignantes, par exemple à la manière de poser des questions qui permettront d'aller chercher des questions auprès des étudiants, à la façon de ne pas trop en dire pour que les étudiants puissent utiliser leurs propres stratégies et leur créativité, etc. Au cours des prochaines années, il sera essentiel de mettre en place une pratique enseignante où les attentes sont plus claires et de veiller à ce que les vidéos soient un besoin d'apprentissage et non une introduction, une révision ou encore une ressource qui contient toutes les informations nécessaires et qui ne laisse aucune place aux étudiants pour apprendre par l'entremise de tâches.

Limites de la recherche

Il est à noter que la présente recherche comportait deux limites importantes. La première est que la recherche ne nous a pas nécessairement permis de déterminer si l'utilisation des deux approches a réellement amélioré l'apprentissage de la physique. Les entrevues et les questions de réflexion nous ont seulement permis de recueillir les perceptions de nos étudiants à l'égard de leurs apprentissages. D'autres recherches s'avèrent nécessaires afin de tirer des conclusions plus précises par rapport à l'apprentissage. Ces études devront mettre en perspective d'autres outils de mesure tels que des plans de leçons, des vidéos des activités réalisées, les travaux et les productions des étudiants (incluant les évaluations sommatives) ainsi que les résultats du cours. Nous envisageons d'explorer cet aspect dans une recherche future.

La deuxième limite importante est liée à la première et fait référence à l'un des faits qui est ressorti dans les résultats. Puisque les notions abordées dans le cours PHYSQ 124 sont principalement des contenus que les étudiants ont vus dans leurs cours de physique au secondaire, les expériences d'apprentissage doivent être remises en question. Les expériences étaient-elles plus positives parce que les étudiants avaient déjà vu la plupart des notions dans le passé ? Les expériences d'apprentissage seraient-elles les mêmes si les contenus étaient nouveaux ? Il s'agit certainement d'une autre piste à explorer davantage.

Futures pistes de recherche

Nous avons seulement brisé la glace avec cette étude. Bien qu'il s'agissait d'un projet pilote, cette étude nous a inspiré à poursuivre la recherche.

Une première étude que nous souhaitons entreprendre durant la prochaine année universitaire consiste à explorer plus en détail les apprentissages de la physique en prolongeant le déroulement de la présente étude sur deux sessions, soit avec les cours PHYSQ 124 et PHYSQ 126.

Les résultats de cette nouvelle étude nous permettront de comparer les expériences d'apprentissage d'un même groupe d'étudiants dans un contexte où les contenus sont assez bien connus, comme dans le cours PHYSQ 124, et aussi dans un contexte où tous les contenus du cours sont nouveaux pour les étudiants, comme dans le cours PHYSQ 126. De plus, nous voulons intégrer les parties de laboratoires à la recherche. La présente étude ne portait que sur la partie touchant à l'enseignement du cours. Nous pensons que nous pourrions intégrer davantage de DEI plus ouvertes durant les laboratoires et ensuite aborder les interactions des étudiants par rapport à leurs découvertes dans les cours théoriques. Nous émettons l'hypothèse que ces expériences, en utilisant un cadre méthodologique de *design experiment* (Cobb et al., 2003; Cresswell, 2007; Razzouk et Shute, 2012; The Design-Based Research Collective, 2003), permettront d'améliorer la qualité de l'enseignement et des apprentissages des futurs enseignants. Nous prévoyons aussi pousser notre étude pour inclure les cours de physique offerts en deuxième année.

À plus long terme, nous estimons que les résultats de ces études pourront inspirer des chercheurs à mener d'autres études avec différents cours de sciences, par exemple la biologie (qui d'ailleurs est la science que la plupart des étudiants choisissent comme majeure à la FSJ). Nous pourrions aussi poursuivre la recherche avec des matières autres que les sciences. Nous pensons sérieusement que ces études pourraient sans doute améliorer la formation des étudiants en contextes francophones minoritaires et d'immersion, y compris celle des futurs enseignants. Nous croyons que ces derniers seront plus aptes à innover dans leurs salles de classe si les professeurs de contenu qui leur ont enseigné au niveau universitaire sont des modèles qui intègrent des approches centrées davantage sur les apprenants.

DISSÉMINATION DES RÉSULTATS

Nous avons présenté les résultats de notre étude pilote et les approches pédagogiques suggérées lors de deux présentations virtuelles faites lors de conventions d'enseignants de l'Alberta. Bien que ces conférences se soient déroulées principalement en anglais, nos présentations étaient en français. Les références de nos deux présentations sont les suivantes :

- Manuel, D., de Montigny, M., Pellerin, M., et Fahim, L. (2022, 3-4 mars). *Démarche d'enquête et d'investigation (DEI) + pédagogie inversée = combinaison gagnante* [présentation de conférenciers invités]. Greater Edmonton Teachers Convention Association (GETCA), conférence virtuelle. <https://www.getca.com/for-teachers/>
- Manuel, D., de Montigny, M., Pellerin, M., et Fahim, L. (2022, 10-11 février). *Démarche d'enquête et d'investigation (DEI) + pédagogie inversée = combinaison gagnante* [présentation de conférenciers invités]. North Central Teachers Convention Association (NCTCA), conférence virtuelle. <https://nctca2022.sched.com>

Des images de la deuxième présentation PowerPoint figurent à l'Annexe F : PowerPoint de notre présentation au congrès des enseignants d'Edmonton.

De plus, nous préparons également quelques articles afin de communiquer nos résultats de recherche à la communauté scientifique. Nous songeons à soumettre un article en français dans la *Revue canadienne des sciences de l'éducation*. Nous prévoyons de soumettre un autre article dans une revue destinée à la formation au postsecondaire.

Bien que nous ayons obtenu des résultats intéressants, nous avons remarqué que le professeur du cours a aussi vécu des expériences lors de l'enseignement de ce cours. Nous suggérons aussi d'écrire un article dans lequel le professeur pourra présenter une analyse plutôt narrative de son vécu lors de la prestation du cours.

RÉFÉRENCES

- Alberta Learning. (2004). *Focus on inquiry: A teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Edmonton, AB, Canada: Learning Resources Center Retrieved from <https://education.alberta.ca/media/313361/focusoninquiry.pdf>.
- Aulls, M. W., & Shore, B. M. (2008). *Inquiry in education, Vol. 1. The conceptual foundations for research as a curricular imperative*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2008). Remixing chemistry class: Two Colorado teachers make vodcasts of their lectures to free up class time for hands-on activities. *Learning and Leading with Technology*, 36(4), 22-27. <https://eric.ed.gov/?id=EJ904290>.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>.
- Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique: le milieu. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 309-336. <https://revue-rdm.com/1988/le-contrat-didactique-le-milieu/>.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.
- Brousseau, G. (Ed.). (2002). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques, 1970-1990* (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, & V. Warfield, Trans.). Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/0-306-47211-2>.
- Bruder, R., & Prescott, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM - Mathematics Education*, 45(6), 811-822. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0542-2>.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Belknap Press of Harvard University.
- Chen, P.-Y., & Hwang, G.-J. (2019). An IRS-facilitated collective issue-quest approach to enhancing students' learning achievement, self-regulation and collective efficacy in flipped classrooms. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1996-2013. <https://doi.org/10.1111/bjet.12690>.
- Chichekian, T., Savard, A., & Shore, B. M. (2011). The languages of inquiry: An English-French lexicon of inquiry terminology in education. *Learning Landscapes*, 4(2), 91-110. <http://www.learninglandscapes.ca/images/documents/ll-no8/tchichekian.pdf>.

Chichekian, T., Savard, A., et Shore, B. M. (2012). Les troncs communs et les trajectoires divergentes dans les langues françaises et anglaises de l'approche par démarche d'investigation. *Grand N*, 90, 33-48.

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.

Cresswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage Publications.

Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Heath.

Dewey, J. (1938). *Logic: The theory of inquiry*. Holt.

Dewey, J. (1963). *Experience and education*. Collier Books. (Original work published 1938)

Goldhaber, D., & Anthony, E. (2007). Can teacher quality be effectively assessed? National board certification as a signal of effective teaching. *The review of Economics and Statistics*, 89(1), 134-150. <https://www.jstor.org/stable/40043080>.

Karrsenti, T., & Savoie-Zajc, L. (Eds.). (2018). *La recherche en éducation : étapes et approches* (4^e éd.). Les Presses de l'Université de Montréal.

Lappan, G. (2000). A vision of learning to teach for the 21st century. *School Science and Mathematics*, 100(6), 319-326. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17326.x>.

Lebrun, M., et Lecoq, J. (2016). *Classes inversées : Enseigner et apprendre à l'endroit!* Réseau Canopé.

Lecoq, J., et Lebrun, M. (2017). *La classe à l'envers pour apprendre à l'endroit : guide pratique pour débiter en classe inversée*. Louvain Learning Lab.

Lesh, R. A., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 763-804). Information Age Publishing.

Maaß, K., & Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: A synthesis. *ZDM - Mathematics Education*, 45(6), 779-795. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0528-0>.

Marshall, J. C. (2013). *Succeeding with inquiry in science and math classrooms*. ASCD, National Science Teachers Association.

Marshall, J. C., Horton, B., & Smart, J. (2009). 4E x 2 instructional model: Uniting three learning constructs to improve praxis in science and mathematics classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 501-516. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9114-7>.

Marzano, R. J. (2006). *Classroom assessment and grading that work*.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academy Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. The National Academies Press.

National Research Council. (2011). *A framework for k-12 science standards: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academy of the Sciences.

O'Connor, C., & Michaels, S. (1993). Aligning academic task and participation status through revoicing: Analysis of a classroom discourse strategy. *Anthropology & Education Quarterly*, 24(4), 318-335.

Piaget, J. (1951). *The psychology of intelligence*. Routledge & Kegan Paul.

Piaget, J. (1967). *La psychologie de l'intelligence*. Colin.

Prensky, M. (2014). The world needs a new curriculum: It's time to lose the "proxies," and go beyond "21st century skills" - and get all students in the world to the real core of education. *Educational Technology*, 54(4), 3-15. <https://www.jstor.org/stable/44430282>.

Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Communities.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X015002004>.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21. https://www.hepg.org/her-home/issues/harvard-educational-review-volume-57,-issue-1/herarticle/foundations-of-the-new-reform_461.

Sternberg, R. J. (1998). Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student? *Instructional Science*, 26(1), 127-140. <https://doi.org/10.1023/A:1003096215103>
The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.

Torio, H. (2019). Teaching as coaching: Experiences with a video-based flipped classroom combined with project-based approach in technology and physics higher education. *Journal of Technology and Science Education*, 9(3), 404-419. <https://doi.org/10.3926/jotse.554>.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. (Trans, M Cole). Harvard University Press.

White, B. Y., & Ferederiksen, J. R. (1998). Modeling and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3-118. <https://www.jstor.org/stable/3233668>

White, B. Y., & Ferederiksen, J. R. (2005). A theoretical framework and approach for fostering metacognitive development. *Educational Psychologist*, 40(4), 211-223. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4004_3.

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143.

Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M., & Stroupe, D. (2012). Proposing a core set of instructional practices and tools for teachers of science. *Science Education*, 95(5), 878-903. <https://doi.org/10.1002/sce.21027>.

ANNEXES

Annexe A : Contenu couvert dans le cours PHYSQ 124 et approches utilisées

PHYSQ 124 – Contenu, approches pédagogique et activités par cours, automne 2021

INTRODUCTION

Cours 1 (2 sept): Chapitres 1 et 2 **Approche traditionnelle**

- Présentation du cours, des approches pédagogiques utilisées, résumé du chap. 1 et projet de recherche.
- Chap. 1 (survol): intro à la physique, motivations, découvertes récentes, unités, analyse dimensionnelle, chif sigs, conversion d'unités, rappels maths.
- Présentation des laboratoires par Filsan Ahmed
- Présentation du projet de recherche par Dominic Manuel

MODULE - CINÉMATIQUE

Cours 2 (7 sept): Section 3.1-5 **Approche traditionnelle**

- Lamyae présente le formulaire de consentement 8h30-8h40.
- Chap. 2: Cinématique 1D: Position, déplacement vs. distance, vitesse, accélération, mouvement à $a = \text{constante}$
- Sec. 3.1: scalaires et vecteurs
- Sec. 3.2: composantes

Cours 3 (9 sept): Chap. 3 **Péd inversée type 1** (exercices en classe)

- Sec. 3.3: additions et soustractions (ex. similaire 3.28 à faire en classe)
- Sec. 3.4: vecteurs unitaires, bases de vecteurs (ex. exprimez les vecteurs de l'ex précédent avec les vecteurs unitaires)
- Sec. 3.5: vecteurs déplacement vitesse et accélération.
- Sec. 3.6: mouvement relatif **Péd inversée type 1**

DEVOIR 1 (à rendre le 10 sept.)

Cours 4 (14 sept): Section 3.6, Chap 4. cinématique 2D et balistique (projectiles) **Péd inversée type 2**

- Sec. 3.6: dernier exemple
- Sec. 4.1, 2 - Cinématique à 2D (il reste un exercice) **Péd inversée type 2 et DEI**

MODULE – LOIS DE NEWTON

Cours 5 (16 sept): Section 5.1-5 OFFERT VIA ZOOM

- Sec. 5.1: Concept de force, masse Péd inversée type 1
- Sec. 5.2: Loi 1 de Newton Péd inversée type 1 (discu/ex. forces dites fictives)
- Sec. 5.3: Loi 2 de Newton Péd inversée type 1 (ex guidés en classe)
- Sec. 5.4: Loi 3 de Newton Péd inversée type 1 (ex guidés pp. 19-20 et QCM en classe,)
- Sec. 5.5: Nature vectorielle de la loi 2
- QUIZ 1 sur les sections 5.1-3,5

DEVOIR 2 (17 sept.)

Cours 6 (21 sept): Sections 5.6-7: poids et normale Approche traditionnelle

- Sec. 5.5: Poids
- Sec. 5.6: Normale (pas tout à fait complétée)
- 10 QCMs avec epoll, exemples, concepts
- Cours enregistré avec Owl et Camera = fichier de 7GB sur Google Drive!

Cours 7 (23 sept): Sections 6.1-3 : autres exemples de forces

- Fin de la Sec. 5.6
- Sec. 6.1: Friction Péd inversée type 1 (exercices en classe)
- Sec. 6.2: Cordes (force de tension) et ressorts - début
- Cours enregistré avec Owl et Camera = fichier de 11GB sur Google Drive!

DEVOIR 3 (24 sept.)

Cours 8 (28 sept): Sections 6.4-5: objets liés et a centripète

- Sec. 6.2: Cordes (force de tension) Approche traditionnelle et
- ressorts Péd inversée type 3? et DEI

Cours du 30 sept remis à plus tard

DEVOIR 4 (1 oct.)

Cours 9 (5 oct): suite du chap 6, traditionnel

- Sec. 6.3: Équilibre
- Sec. 6.4: Objets liés (tension dans un corde)
- Sec. 6.5: Mouvement circulaire, accélération centripète

MODULE – TRAVAIL ET ÉNERGIE

Cours 10 (7 oct): fin du chap 6 Malheureusement la caméra n'a pris qu'une minute :-)

- Sec. 6.5: Mouvement circulaire, accélération centripète **traditionnel & clickers (Engager, Expliquer, Étendre)**
- Sec. 7.1: Travail par des forces constantes, produit scalaire de \mathbf{F} et $\otimes \mathbf{r}$ **Péd inversée type 1, avec Quiz 2 débuté en classe (Engager) et complété en ligne via Mastering Physics (jusqu'à minuit ce soir)**
- Sec. 7.2: Théorème de l'énergie cinétique

DEVOIR 5 (8 oct.)

Cours 11 (12 oct): Sections 7.2-3: travail et énergie cinétique **traditionnel**

- Sec. 7.2: Théorème de l'énergie cinétique
- Sec. 7.3: Travail par des forces variables
- Sec. 7.4: Puissance (bref) **Plusieurs QCM ajoutée pour engagement**

Cours 12 (14 oct): **TEST 1 de 60 min,**

- Sec. 8.1: Forces conservatives et non-conservatives (début et survol du chapitre)

DEVOIR 6 (15 oct.)

Cours 13 (19 oct): Sections 8.1-3: conservation de l'énergie mécanique totale **traditionnel**

- Sec. 8.1: Forces conservatives et non-conservatives
- Sec. 8.2: Énergie potentielle
- Sec. 8.3: Énergie mécanique totale et sa conservation **exercices en groupe**

Cours 14 (21 oct): Sections 8.4: énergie (fin) **Péd inversée type 1 (exercices en classe)**

- **vidéo de Walter Lewin**
- Sec. 8.4: Énergie et forces non-conservatives **QCM, Quiz en ligne**
- Sec. 8.5: Courbes d'énergie potentielle (bref)
- Quelques mots sur le chap 9

DEVOIR 7 (22 oct.)

MODULE – QUANTITÉ DE MOUVEMENT

Cours 15 (26 oct): Sections 9.1-4 – Quantité de mouvement, impulsion et collisions **Péd inversée type 1 (exercices en classe)**

- Sec. 9.1: Quantité de mouvement
- Sec. 9.2: Loi 2 de Newton et quantité de mouvement
- Sec. 9.3: Impulsion et théorème de l'impulsion
- Sec. 9.4: Conservation de quantité de mouvement
- cours enregistré, mais le vidéo a figé à 10 min

Cours 16 (28 oct): Section 9.5-7 **traditionnel**

- Sec. 9.4: Conservation de quantité de mouvement - 1 exemple

- Sec. 9.5: Collisions inélastiques - 1 exemple
- Sec. 9.6: Collisions élastique (bref, quelques mots)
- Sec. 9.7: Centre de masse (omise, quelques mots)
- Sec. 10.1: Variables cinématiques rotationnelles: position, vitesse et accélération
- Sec. 10.2: Équation de la cinématique rotationnelle
- Quiz 4 sur les sections 9.4-5 **Quiz via Mastering Physics**

DEVOIR 8 (29 oct.)

MODULE - GRAVITÉ

Cours 14 (19 oct): Sections 12.1,2,4,5 — Gravitation universelle

- ~~Sec. 12.1: Loi universelle de la gravitation de Newton pour des points~~
- ~~Sec. 12.2: Force de gravité entre des objets sphériques~~
- ~~Sec. 12.4: Énergie potentielle gravitationnelle~~
- ~~Sec. 12.5: Conservation de l'énergie dans un champ gravitationnel~~

MODULE - ROTATION

Cours 17 (2 nov): Sections 10.1-4 – Cinématique de rotation **traditionnel**

- Sec. 10.1: Variables cinématiques rotationnelles: position, vitesse et accélération
- Sec. 10.2: Équation de la cinématique rotationnelle
- Sec. 10.3: Variables linéaires et angulaires
- Sec. 10.4: Roulement
- pas de temps pour les QCM, remises à jeudi

Cours 18 (4 nov): Sections 10.5-6 : Moment d'inertie et énergie cinétique de rotation. **QCM sur les sections 10.1-4.**

- Sec. 10.5: Moment d'inertie et énergie cinétique de rotation **péd inv type 1 avec vidéos avant et discussion en classe**
- Sec. 10.6: Conservation de l'énergie avec rotation

DEVOIR 9 (5 nov.)

DEVOIR 10 (12 nov.)

Cours 19 (16 nov): Section 11.1 – Présentation du moment de force

- Sec. 11.1: définition du moment de force **dei en classe, aucune réponse aux questions de jamboard...**

Cours 20 (18 nov): **TEST 2 de 80 min**

DEVOIR 11 (19 nov.)

Cours 21 (23 nov): Sections 11.2-5 – Dynamique de rotation traditionnel -exemples en classe

- Sec. 11.2: Loi 2 de Newton pour la rotation
- Sec. 11.3: Équilibre statique

Cours 22 (25 nov): fin du chap 11 - traditionnel - exemples en classe et transmis hybride via Zoom

- Sec. 11.3: derniers exemples d'équilibre statique
- Sec. 11.4: omise (centre de masse et équilibre)
- Sec. 11. 5: exemple dynamique
- Sec. 11.6: Moment cinétique - analogue rotationnel de la quantité de mouvement
- Sec. 11.7: Conservation du moment cinétique
- Sec. 11.8: Travail et puissance de rotation - omise
- DEI type activités d'observation à compléter d'ici mardi prochain sur le chap 13.

DEVOIR 12 (26 nov.)

Cours 23 (30 nov): Sections 13.1-4 – Mouvement harmonique simple DEI PI type 2-série de questions pour découvrir les relations principales; offert hybride via Zoom [malheureusement, j'ai oublié de l'enregistrer....]

- Sec. 13.1: Mouvement harmonique
- Sec. 13.2: Oscillateur harmonique simple
- Sec. 13.3 OHS et mouvement circulaire
- Sec. 13.4: Période et fréquence d'oscillation

Cours 24 (2 déc): Sections 13.5-6 – Énergie dans un OHS PI type 1- vidéos de théorie à la maison et exemples en classe (dont plusieurs QCM - engage); offert hybride via Zoom [et enregistré!]

- Exemple sur les section 13.1-4 incluant des QCM
- Sec. 13.5: Énergie d'un ressort et énergie dans un système masse-ressort
- Sec. 13.6: Pendule simple (bref)

DEVOIR 13 (3 dec.)

Cours 25 (7 déc): Sections 14.1-5 Ondes PI type 1- vidéos de théorie à la maison et exemples en classe (dont plusieurs QCM - engage); offert hybride via Zoom et enregistré

- Sec. 14.1: Ondes transversales et longitudinales
- Sec. 14.2: Ondes sur une corde
- ~~Sec. 14.4: Ondes sonores~~
- ~~Sec. 14.5: Intensités d'une onde sonore~~
- Sec. 14.7: Superposition et interférence
- ~~Sec. 14.8: Ondes stationnaires~~

DEVOIR 14 (facultatif)

EXAMEN FINAL : jeudi 16 décembre 14 h – 17 h

Mis à jour ET FIN le 7 décembre 2021

CHAPITRES NON-COUVERTS: 12, 28, 30

Cours 25 (2 dec): Chap 28 — Interférence et diffraction

- ~~Chap. 25: résumé du chapitre sur les ondes électromagnétique~~
- ~~Sec. 28.1: Superposition et interférence~~
- ~~Sec. 28.2: Expérience de Young~~
- ~~Sec. 28.4: Diffraction~~

MODULE — PHYSIQUE QUANTIQUE

Cours 26 (7 dec): Chap 30

- ~~Résumé des concepts de physique quantique~~
- ~~Sec. 30.1: Corps noir et quantification de l'énergie~~
- ~~Sec. 30.2: Photons et effet photoélectrique~~
- ~~Sec. 30.5: Dualité onde-corpuscule~~
- ~~Sec. 30.6: Principe de Heisenberg~~

Annexe B : Lettre et formulaire de consentement pour la recherche



CAMPUS SAINT-JEAN

Titre du projet : Au-delà de la pédagogie inversée : expérience en apprentissage de la physique

Chercheur principal :

Dominic Manuel

Professeur adjoint en didactique des mathématiques, des sciences et des technologies

Faculté Saint-Jean

Bureau : 2-12, Pavillon Lacerte

Courriel : dmanuel@ualberta.ca

Chère étudiante, cher étudiant,

Le professeur de votre cours PHYSQ 124 — Particules et ondes, Dr Marc de Montigny, cherche toujours à innover ses cours de physique en explorant différentes approches pédagogiques. Ce semestre, il veut explorer deux approches dans ses cours, soit la démarche d'enquête et d'investigation (DEI) et la pédagogie inversée. Afin d'évaluer de façon plus scientifique l'impact de ces approches quant à vos apprentissages, Dr de Montigny a demandé à deux collègues du secteur d'éducation de mener une recherche avec lui dans son cours : Dre Martine Pellerin et moi-même. Ce projet de recherche a reçu l'appui financier du comité de la recherche de la Faculté Saint-Jean ainsi que l'Association des collègues et universités de la francophonie canadienne (ACUFC). Cette lettre a donc pour but de solliciter votre participation à notre étude.

But du projet

Le but du projet est de mesurer l'impact de l'utilisation de la DEI et la pédagogie inversée dans ce cours en évaluant la perception des étudiants quant à leurs expériences et leurs apprentissages des notions de physique.

Bénéfices de l'étude

Cette étude vous permettra tout d'abord d'envisager de nouvelles formes d'apprentissages. De plus, cette étude vous permettra de vous exposer davantage au travail d'un scientifique et à explorer le potentiel des technologies de l'information comme outils permettant de découvrir de nouveaux concepts. Pour les personnes inscrites dans le programme en sciences de l'éducation, cette étude sera une occasion de développement professionnel, car elle vous permettra de commencer des réflexions sur vos futures pratiques enseignantes en vivant différentes approches

d'enseignement et d'apprentissage. Notez que la DEI est l'approche favorisée dans la plupart des curricula de sciences au Canada et ailleurs dans le monde.

Votre participation dans l'étude

Votre participation est **volontaire**. Si vous acceptez de participer à cette étude, vous aurez **deux types de tâches** à accomplir, et ce, à certains moments durant le semestre quand le professeur fera des activités utilisant la DEI et la pédagogie inversée, et à la fin du semestre. Ces tâches seront réalisées en dehors des heures de cours.

Premièrement, à la fin de chaque activité durant laquelle la DEI et la pédagogie inversée seront utilisées, vous recevrez un courriel de notre assistante de recherche, Mme Lamyae Fahim. Ce courriel contiendra un lien vers un **questionnaire** Google Form ainsi qu'une date limite. Ce questionnaire comprendra 4 à 5 questions ouvertes pour lesquelles vous devrez réfléchir sur vos expériences durant l'activité avant la date limite mentionnée dans le courriel.

Deuxièmement, vous pourrez participer à une **entrevue individuelle** avec Mme Fahim durant la dernière semaine du cours ou pendant la session d'examens. Cette entrevue sera d'une durée de 45 à 60 minutes et aura lieu sur Zoom à un moment qui vous conviendra. L'entrevue sera enregistrée sous format audio, ceci ayant pour but de préserver vos idées.

Si vous acceptez de participer à l'étude jusqu'à la fin, vous recevrez un cadeau de 20 \$ en guise de remerciement d'avoir pris du temps supplémentaire pour notre étude.

Risques associés à l'étude

Il n'y a aucun risque associé à cette étude. Soyez rassurés que même si le professeur fait partie de l'équipe de recherche, votre choix de participer ou non à l'étude n'ait aucun effet sur votre note finale dans le cours. Nous entreprendrons les démarches nécessaires pour assurer votre anonymat durant la durée de l'étude. Veuillez noter que si un changement au niveau des risques de l'étude survient, nous vous informerons immédiatement et prendrons toutes les mesures nécessaires pour minimiser les risques avant de continuer la recherche. Nous mettrons fin à l'étude si nécessaire.

Anonymat et confidentialité

Toute l'information recueillie dans le cadre de cette recherche est strictement confidentielle, et à aucun moment votre nom ou autre information par rapport à vous seront dévoilés, particulièrement à votre professeur. Mme Fahim s'occupera de communiquer avec vous individuellement pour répondre au questionnaire de réflexion et remettra à l'équipe de recherche un résumé de l'ensemble des réponses pour chaque question sans identification. Il en sera de même pour les entrevues. Mme Fahim transcrira les entrevues et vous serez identifiés par un numéro. Nous analyserons ces transcriptions. Toutes les données par rapport à cette recherche seront détruites le 2 janvier 2026.

Droit de retrait à cette recherche

Vous pouvez vous retirer du projet de recherche à tout moment, sans contrainte. Cela inclut le retrait de votre participation à répondre aux questionnaires de réflexion, le retrait de votre

participation à l'entrevue, ou aux deux. Veuillez noter que vous ne recevrez pas le 20 \$ si vous vous retirez du projet avant la fin.

Votre consentement

Que vous acceptiez ou non de participer à cette étude, veuillez remplir et signer le formulaire de consentement à la prochaine page et déposer cette feuille face cachée sur le coin de votre pupitre. Mme Fahim les récupérera une fois que tous les formulaires auront été remplis et signés.

Autres questions ou informations

Si vous désirez obtenir de plus amples informations par rapport à cette étude, vous pouvez communiquer avec moi, Dominic Manuel, au dmanuel@ualberta.ca. Veuillez noter que cette recherche a été approuvée par la Research Ethics Board de la University of Alberta, et a reçu le certificat no **Pro00112517**. Si vous avez des questions concernant vos droits ou la façon dont la recherche doit être menée, vous pouvez les contacter directement au (780) 492-2615.

Je vous remercie de votre précieuse collaboration.

Dominic Manuel

Professeur adjoint en didactique des mathématiques, des sciences et des technologies.

Formulaire de consentement

Titre du projet : Au-delà de la pédagogie inversée : expérience en apprentissage de la physique

J'ai lu la lettre de consentement aux pages précédentes et je désire participer à la recherche indiquée ci-haut.

Oui

Non

Si vous avez répondu Oui, veuillez lire et cocher chaque case afin d'identifier que vous avez compris vos droits et vos responsabilités en tant que participant et signer le formulaire.

Si vous avez répondu Non, veuillez ignorer ce tableau et simplement signer le formulaire.

À lire	Cocher
Je reconnais que j'aurai comme première tâche de répondre à des questionnaires de réflexion dont le lien me sera envoyé individuellement par courriel par l'assistante de recherche en dehors des heures de cours.	
Je reconnais que j'aurai comme deuxième tâche de participer à une entrevue individuelle de 45 à 60 minutes sur Zoom à un moment qui me convient avec l'assistante de recherche à la fin du semestre et que cette entrevue sera enregistrée sous format audio.	
Je reconnais qu'il n'y a aucun risque associé à cette recherche, que je ne serai à aucun moment identifié comme ayant participé à l'étude.	
Je reconnais que je peux me retirer à tout moment du projet de recherche sans contrainte. Toutefois, je n'aurai pas accès au prix de 20\$.	

Votre nom : _____

Courriel : _____@ualberta.ca

Signature : _____

Date : _____

Dominic Manuel

Professeur adjoint en didactique des mathématiques, des sciences et des technologies

Faculté Saint-Jean

Bureau : 2-12, Pavillon Lacerte

Courriel : dmanuel@ualberta.ca

Annexe C : Protocole utilisé pour le recrutement des participants pour notre étude

Réalisé par l'assistante de recherche

Équipe de recherche :

- Dominic Manuel, chercheur principal;
- Marc de Montigny, cochercheur;
- Martine Pellerin, cochercheuse.

Assistante de recherche :

- Lamyae Fahim.

Le recrutement des participantes et des participants aura lieu durant le premier cours de PHYSQ 124. Les étapes suivantes seront suivies par les membres de l'équipe de recherche et l'assistante de recherche.

1. Se présenter, équipe de chercheurs et assistante de recherche.
2. Préciser que nous sommes ici, parce que votre professeur, Marc de Montigny, cherche toujours à innover dans ses cours de physique et veut tenter un projet pilote en combinant 2 approches dans son cours ce semestre :
 0. La pédagogie inversée, une approche selon laquelle les étudiants vont apprendre les concepts de physique du cours par l'entremise de vidéos qui seront visionnées dans leur propre temps et des problèmes qu'ils feront durant les cours;
 1. La démarche d'enquête et d'investigation, une approche selon laquelle les étudiants vont prendre une plus grande part de responsabilité dans leurs apprentissages en jouant davantage le rôle d'un scientifique et en explorant et en dialoguant sur des phénomènes en lien avec les notions vues en classe.
3. Le professeur aimerait essayer ces approches ce semestre et aimerait connaître l'impact de ces approches. C'est ici que nous, comme équipe de recherche, avons besoin de votre appui.
4. Présenter les tâches de ceux qui participeront à l'étude :
 0. Après qu'une activité sera réalisée avec les deux approches, vous recevrez un lien vers un Google Form qui contiendra quelques questions de réflexion sur votre expérience durant l'activité. Vous aurez une semaine pour répondre aux questions;
 1. À la fin du semestre, nous aimerions vous solliciter pour une entrevue avec vous, menée individuellement ou, si vous le préférez, en petits groupes, afin d'en connaître davantage sur vos expériences ainsi que sur vos perceptions à l'égard de l'utilisation de ces approches dans le cours. Cette entrevue sera d'une durée de 45 à 60 minutes et aura lieu sur Zoom avec l'assistante de recherche, à un moment qui vous conviendra. Ces entrevues seront enregistrées en format audio.

2. Nous souhaitons avoir le plus grand nombre possible de participants, autant des étudiants inscrits au programme d'éducation que des étudiants inscrits au programme de sciences.
5. Toutefois, ceci n'aura pas d'impact sur vos résultats dans ce cours. Même si le professeur fait partie de l'équipe de recherche, il ne saura pas « qui a dit quoi » ni qui vous êtes, car il ne pourra pas écouter les entrevues. Les entrevues seront transcrites par l'assistante de recherche et votre nom n'apparaîtra pas sur le corpus. Vous serez identifié par un numéro, par exemple participant 3. Les transcriptions des entrevues seront utilisées pour des fins d'analyse. Pour les réflexions, le professeur verra seulement l'ensemble des commentaires concernant chaque question. Vous ne serez pas identifiés du tout, car tous les commentaires concernant chaque question seront transférés sans vos noms dans un document Google doc.
6. Si le professeur et les autres membres de l'équipe de recherche sont présents, ils doivent quitter les lieux à ce moment et l'assistante de recherche reste avec les étudiants.
7. L'assistante de recherche distribue la lettre et le formulaire de consentement à chaque étudiant.
8. L'assistante de recherche lit à haute voix la lettre aux étudiants.
9. L'assistante de recherche demande aux étudiants s'ils ont des questions.
10. L'assistante laisse quelques minutes aux étudiants afin qu'ils puissent remplir formulaire de consentement. Elle demande aussi aux étudiants de conserver la lettre et de remettre seulement le formulaire de consentement. Afin d'éviter les pressions des autres, chaque étudiant doit remplir le formulaire. Ceux qui ne voudront pas participer devront cocher « non » dans le formulaire.
11. L'assistante demande aux étudiants de mettre le formulaire de consentement sur le coin de leur pupitre, « face cachée », afin qu'elle sache qu'ils ont fini de le remplir.
12. Une fois que les formulaires sont sur le coin du pupitre des étudiants, l'assistante de recherche circule dans la classe et ramasse les formulaires remplis et signés par chaque étudiant.
13. L'assistante numérise tous les formulaires de consentement et détruira les copies papier à l'aide d'un déchiqueteur. Elle s'assurera de communiquer individuellement avec chaque étudiant pour planifier un temps pour l'entrevue.
14. L'assistante peut communiquer à l'équipe de recherche seulement le nombre d'étudiants qui ont accepté de participer à la recherche.

Annexe D : Exemple d’une activité réalisée dans le cours

Faculté Saint-Jean
PHYSQ 124 LEC A1 - Particules et ondes

automne 2021

Chapitre 13: Mouvement harmonique simple

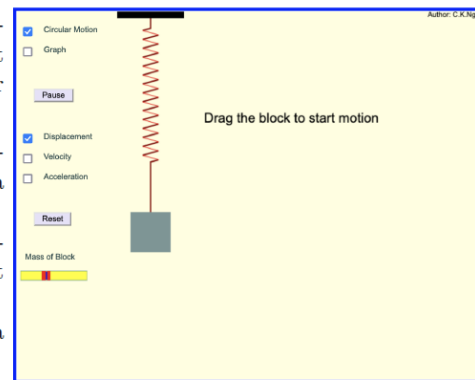
Nous utiliserons la simulation au site <http://ngsir.netfirms.com/j/Eng/springSHM/springSHM.js.htm> pour comprendre le mouvement harmonique simple, dont les systèmes masse-ressort oscillatoires sont l'exemple typique.

Nous comptons répondre à la question:

Quand on étire un ressort attaché à un bloc d’une certaine distance de sa position d’équilibre et qu’on le lâche, comment se comportent la position, la vitesse et l’accélération du bloc dans l’oscillation qui s’ensuit?

Site web: vous pourrez mettre le bloc en oscillation en cliquant sur le bloc avec votre curseur, vous déplacez le bloc tout en maintenant le curseur, puis vous lâchez le curseur pour laisser le système osciller.

- En cliquant “Circular Motion” ou “Graph”, vous pourrez visualiser soit un point en mouvement circulaire en phase avec la masse, ou un graphique (x , v ou a) en fonction du temps.
- En cliquant un ou plusieurs des boutons “Displacement”, “Velocity” ou “Acceleration”, vous pourrez observer le comportement de la variable (x , v ou a) instantanée correspondante.
- Avant de mettre le bloc en mouvement, vous pouvez ajustez sa masse avec la barre jaune horizontale au bas de l’encadré.



Question 1. Faites quelques tests en faisant osciller la masse. Si vous augmentez la masse m du bloc, est-ce que le système oscille

- (a) plus vite,
- (b) plus lentement, ou
- (c) au même taux, indépendamment de m .

Question 2. Si on vous demandait de quantifier plus précisément le “taux”, “rythme” ou “vitesse” de l’oscillation, que suggèreriez vous de mesurer?

Question 3. Si on appelle *période* T , le temps requis pour un tour complet, d’après votre observation à la question 1, observe-t-on que

- (a) T augmente si m augmente
- (b) T diminue si m augmente, ou si
- (c) T ne dépend pas de m ?

Question 4. À votre avis, si on augmente la constante du ressort, k , est-ce que la période T va

- (a) augmenter,
- (b) diminuer, ou si
- (c) T ne dépend pas de k ?

Question 5. Cliquez les boutons “Circular Motion” puis “Displacement”. Étirez le système bloc-ressort d’une certaine distance et lâchez-le. À quelle caractéristique du système bloc-ressort correspond le rayon de la trajectoire circulaire du point en rotation?

Question 6. Avec les boutons à “Circular Motion” puis “Displacement”, si on appelle θ l’angle entre le vecteur tournant rouge et une droite verticale passant par le centre du cercle (de rayon A), quelle fonction de θ donne la position instantanée du ressort? (Remarque: on écrira $\theta = \omega t$ pour montrer que l’angle change à un taux constant.)

Question 7. Cliquez les boutons “Graph”, “Displacement” et “Velocity”. Mettez le système en mouvement.

- 7.1. À quelle(s) position(s) du bloc sa vitesse instantanée est-elle nulle?
- 7.2. À quelle(s) position(s) du bloc sa vitesse instantanée est-elle maximale?

Question 8. Cliquez les boutons “Circular Motion”, “Displacement” et “Velocity”. Mettez le système en mouvement.

- 8.1. Si la vitesse angulaire du point autour du cercle vaut ω , combien vaut la vitesse linéaire (c.-à-d. tangentielle) v_t du point en rotation, en terme de ω et du rayon, A , du cercle?
- 8.2. Quelle est la relation entre la vitesse instantanée du bloc et la vitesse du point sur la circonférence du cercle, en utilisant l’angle θ défini à la question 6?

Question 9. Cliquez les boutons “Graph”, “Displacement” et “Acceleration”. Mettez le système en mouvement.

- 9.1. Est-ce que l’accélération a est constante? Donc, pourrait-on appliquer les équations de la cinématique vues au chapitre 2?
- 9.2. À quelle(s) position(s) du bloc son accélération instantanée est-elle nulle?
- 9.3. À quelle(s) position(s) du bloc son accélération instantanée est-elle maximale?

Question 10. Cliquez les boutons “Circular Motion”, “Displacement” et “Acceleration”. Mettez le système en mouvement.

- 10.1. Si la vitesse angulaire (constante!) du point autour du cercle vaut ω , quelle est l’accélération (centripète!) du point en rotation, en terme de ω et du rayon, A , du cercle?
- 10.2. Quelle est la relation entre l’accélération instantanée du bloc et l’accélération centripète a_c du point sur la circonférence du cercle, en utilisant l’angle θ défini à la question 6?

Annexe E : Protocole des entrevues semi-dirigées individuelles

L'entrevue est de type semi-dirigée. Des questions supplémentaires peuvent être ajoutées au protocole selon les réponses du participant afin d'en connaître davantage sur les expériences et les perceptions de ce dernier.

Avant de débiter

- Remercier la participante ou le participant d'avoir accepté de faire cette entrevue.
- Se présenter comme assistante de recherche.
- Mentionner à la participante ou au participant que l'entrevue traitera de ses expériences ainsi que de ses perceptions à l'égard de l'utilisation de la classe inversée et de la démarche d'enquête et d'investigation dans le cours PHYSQ 124.
- Mentionner que l'entrevue durera de 45 à 60 minutes.
- Mentionner que l'entrevue sera enregistrée afin de pouvoir conserver les idées. Les enregistrements seront détruits une fois que l'entrevue aura été transcrite.
- Mentionner qu'il n'y a aucun risque associé à la participation à cette entrevue. De plus, confirmer à la participante ou au participant que le professeur du cours ne saura pas qu'elle ou il a réalisé cette entrevue.
- Mentionner à la participante ou au participant qu'elle ou il peut arrêter l'entrevue à tout moment sans contrainte.
- Mentionner à la participante ou au participant qu'elle ou il peut refuser de répondre à une question si elle ou il ne se sent pas à l'aise d'y répondre.
- Mentionner que toutes les informations personnelles comme le nom de la participante ou du participant demeureront confidentielles. Les entrevues seront transcrites et un numéro sera associé à cette entrevue, par exemple participant 2. Le professeur et les chercheurs ne verront que les transcriptions.
- Demander s'il y a des questions.

DÉBUTER L'ENREGISTREMENT À PARTIR DE CE MOMENT

Partie A : quelques informations sur la participante ou le participant

1. À quel programme êtes-vous présentement inscrit à la FSJ ? En quelle année êtes-vous ?
1. Avez-vous obtenu un autre diplôme au niveau postsecondaire avant celui-ci ?
1. Où avez-vous fait vos études secondaires ? En français ? En immersion ?
2. Pourquoi avez-vous choisi d'entreprendre des études en XXXXX ?
3. Quel était votre niveau de physique avant le début du cours de physique ?
4. Comment jugiez-vous vos compétences au niveau de l'utilisation des technologies avant le début du cours ?

5. Avez-vous vécu des expériences dans le passé dans l'enseignement avec des technologies, y compris l'enseignement en ligne en tant qu'élève (apprenant)?

Partie B : expériences et perceptions de la pédagogie inversée et de la DEI dans le cours de physique

1. En général, comment avez-vous vécu les cours de physique pour lesquels la pédagogie inversée et la démarche d'enquête et d'investigation étaient utilisées par le professeur ?
2. Qu'avez-vous aimé de vos expériences ? Qu'avez-vous moins aimé ?
3. Avez-vous rencontré des défis, des obstacles ou des difficultés durant ces leçons ? Pouvez-vous en discuter davantage ?
4. Quel a été l'impact de l'utilisation de ces approches dans le cours de physique sur vous? Sur vos collègues de classe? Sur le professeur?
5. Comment avez-vous trouvé l'utilisation de la pédagogie inversée dans les cours de physique par rapport à vos apprentissages ? (Question optionnelle.)
6. Comment avez-vous trouvé l'utilisation de la démarche d'enquête et d'investigation dans le cours de physique par rapport à vos apprentissages ? (Question optionnelle.)
7. Comment percevez-vous l'utilisation des deux approches combinées dans le cours de physique par rapport à vos apprentissages ?
 0. Est-ce que ces expériences ont influencé votre niveau (votre confiance) en physique au début et à la fin?
 1. Comment l'utilisation de ces approches a-t-elle influencé vos perceptions à l'égard de ce que représente la physique?
8. Selon vous, parmi les différentes méthodes d'enseignement que le professeur a utilisées dans le cours PHYSQ 124, laquelle ou lesquelles avez-vous préférées? Pourquoi?
 0. Traditionnelle
 1. Pédagogie inversée
 2. DEI

Questions supplémentaires pour les étudiants inscrits au programme d'éducation

1. Comment percevez-vous l'utilisation de la pédagogie inversée et de la démarche d'enquête et d'investigation dans les salles de classe au niveau secondaire ?
2. Comment l'utilisation de la pédagogie inversée et de la démarche d'enquête et d'investigation vous a-t-elle fait réfléchir par rapport à vos pratiques enseignantes en tant que future enseignante ou futur enseignant ?

Partie C : conclusions

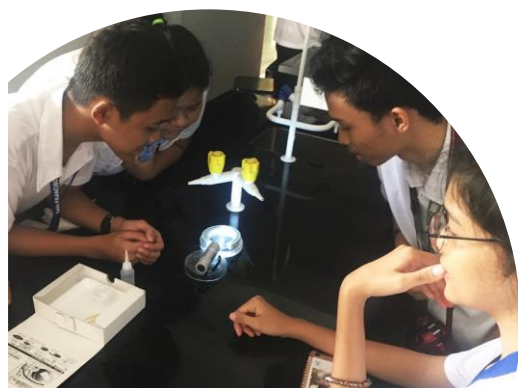
1. Recommandez-vous que la pédagogie inversée et/ou la démarche d'enquête et d'investigation soient utilisées dans les prochaines années dans le cours PHYSQ 124 ? Pourquoi ?
2. Quelles suggestions ou recommandations feriez-vous au professeur à la suite de vos expériences ?

3. Souhaiteriez-vous que ces approches d'enseignement et d'apprentissage soient utilisées dans les autres cours de physique ou encore dans les autres cours de sciences ? Pourquoi ?
4. Avez-vous d'autres commentaires ou choses que vous aimeriez ajouter ?

Fin de l'entrevue

- Remercier encore une fois la participante ou le participant de sa participation.
- Terminer l'enregistrement.

Annexe F : PowerPoint de notre présentation au congrès des enseignants d'Edmonton



Démarche d'enquête et d'investigation
+
Pédagogie inversée
=
Combinaison innovante

Dominic Manuel
Marc de Montigny
Martine Pellerin
Lamyae Fahim

Campus Saint-Jean, Université de l'Alberta



Plan de la présentation

Vivons une activité ensemble (20 minutes)

Approche 1: DEI (10 minutes)

Approche 2: Pédagogie inversée (20 minutes)

Conclusion (5 minutes)

Engager

- Comment fonctionne un levier?
- Quelles composantes sont nécessaires afin qu'un levier fonctionne?



<https://simpop.org/balance/balance.htm>

Explorez ces questions

Supposons que vous voulez faire tourner une porte (vue du dessus, à droite, Figure 1) en exerçant une force F . Pour faire tourner cette porte efficacement, ou encore, si elle est difficile à faire bouger, faudrait-il que la grandeur de la force soit: (a) plus grande, (b) plus petite, ou (c) la force n'a aucune influence? Expliquez votre raisonnement

Supposons que vous voulez faire tourner un écrou rouillé avec une force F . Pour quel arrangement cet écrou tournera-t-elle plus efficacement? (Figure 2) (a) tirer au bout de la clé, (b) tirer au bout d'une tige autour de la clé, (c) au bout de la clé avec un angle, (d) au bout d'une tige perpendiculaire à la clé, ou (e) Tous les cas auront le même effet

Quelle variable entre en jeu ici? Expliquez vos raisonnements

Vous voulez faire tourner une porte (Figure 3) en exerçant une des 3 forces représentées. Pour quelle configuration la porte-tournera-elle plus efficacement? (a) F_1 , parallèle à la porte, (b) F_2 , à un angle avec la porte, ou (c) F_3 , perpendiculaire à la porte

Quelle variable est impliqué ici? Expliquez vos raisonnements

<https://jamboard.google.com/d/12DvdcGO0cLSAsVfiS1VYYT6czaCAFbA5xfFNVWkblAY/viewer?ts=6201c262>

Figure 1

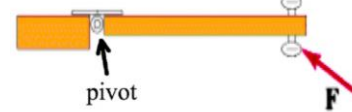


Figure 2

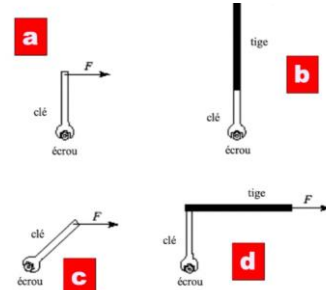
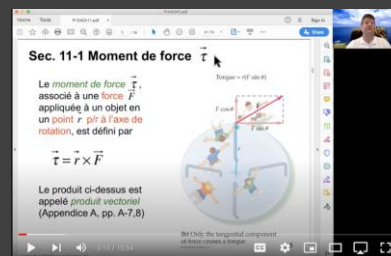


Figure 3



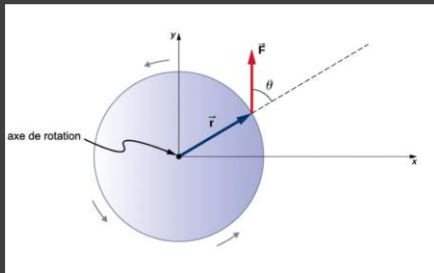
Expliquer

- Qu'avez-vous conclu pour les 3 questions?
- Quelles variables pensez-vous sont importantes si on veut faire tourner une porte le plus efficacement possible?
- Regardez cette vidéo



<https://www.youtube.com/watch?v=lxctS-w9cCA>

Étendre



- C'est quoi le moment de force?
- Quelles variables sont importantes dans le moment de force et quelle relation existe-t-il entre ces variables?
- Comment peut-on expliquer le fonctionnement d'un levier?

Exemple 2.1: Walker, ex. 11.3. Une personne abaisse lentement un piège à crabe de 3.6 kg au bout d'un quai.

Ici, l'objet en rotation est le bras. Le poids du piège à crabe cause la force, et le pivot est l'épaule de la personne.

Question: quel est le moment de force du piège à crabe (en réalité, le moment de la tension T dans la chaîne) par rapport à l'épaule de la personne?



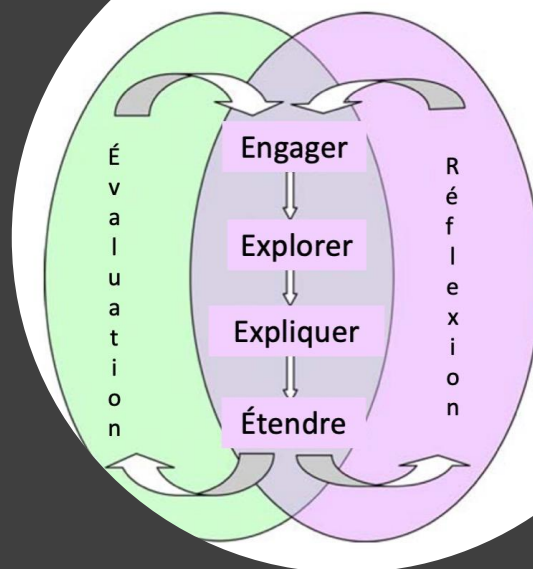
Question: quelles autres forces agissent sur ce bras?

Approche 1: DEI

- Approche d'enseignement et d'apprentissage centrée sur les élèves durant laquelle les élèves prennent une plus grande responsabilité dans leurs apprentissages en travaillant de façon similaire à des scientifiques
- Enseignant et les élèves partagent les rôles dans la co-construction des apprentissages par l'entremise d'interactions
- Approche socioconstructiviste d'apprentissage

Modèle 4E x 2

- 3 composantes:
 - Évaluation
 - Réflexion métacognitive
 - Démarche d'apprentissage comprenant 4 phases
 - Engager
 - Explorer
 - Expliquer
 - Étendre



Les phases

Engager

- Proposer un contexte
- Proposer une interrogation (enseignant ou l'élève)

Explorer

- Élèves réfléchissent, explorent/résolvent la tâche individuellement ou en petits groupes

Expliquer

- Dialoguer et comparer des solutions possibles

Étendre

- Conclure les idées scientifiques
- Proposer d'autres contextes afin de voir le transfert des connaissances

Moyens de déployer la DEI

- Structurée
 - L'enseignant propose une interrogation
 - L'enseignant propose une stratégie/méthode
- Guidée
 - L'enseignant propose une interrogation
 - L'élève invente/développe/crée sa propre stratégie
- Ouverte
 - L'élève propose une interrogation
 - L'élève invente/développe/crée sa propre stratégie

À noter

- Les phases ne sont pas toujours linéaires – il peut y avoir des va-et-vient entre les phases
- Le temps passé dans certaines phases peut être court ou plus long dépendamment de l'activité
 - Exemple, la phase explorer peut être de réfléchir sur une question pour quelques minutes
- ATTENTION
 - Si la phase Expliquer se fait avant la phase Explorer, c'est de l'enseignement magistral
 - Le modèle 4E X 2 s'applique aussi dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématique

Approche 2: la pédagogie inversée: Engager et Explorer

- C'est quoi la pédagogie inversée?
- Pour en apprendre sur la pédagogie inversée, écoutez cette vidéo accessible au lien suivant:



<https://www.youtube.com/watch?v=6ymOLTzgEaY>

- Dans le Jamboard suivant, répondez à la question suivante:
 - Pourquoi utiliser la pédagogie inversée dans nos salles de classe?

<https://jamboard.google.com/d/1OCAaQI5TLn3SCLSmad-XbqqGxUSEeaAr2kZeRds760/viewer?ts=6201c0d9>

Expliquer

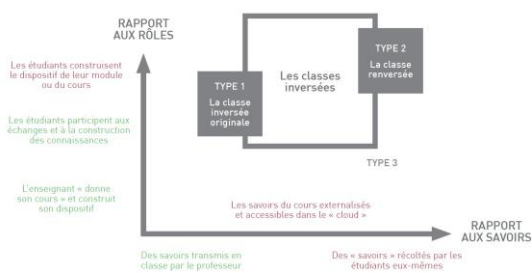
- C'est quoi la pédagogie inversée?
- Avant d'écouter la vidéo, que pensiez-vous était la pédagogie inversée? Comment vos connaissances par rapport à l'approche a-t-elle changée?
- Pourquoi utiliser la pédagogie inversée en salle de classe?

<https://jamboard.google.com/d/1OCAaQI5TLn3SCLSmad-XbqqGxUSEeaAr2kZeRds760/viewer?ts=6201c0d9>

Étendre: la pédagogie inversée

- Approche dans laquelle une 1^{re} exposition à la matière s'effectue de manière autonome, dans une phase préalable à une phase présentielle animée par un enseignant
- L'ancrage et l'approfondissement des connaissances sont travaillés pendant la séance par des interactions entre enseignant et élèves
- La partie autonome peut s'effectuer avec différentes ressources

Types de pédagogie inversée



- Type 1
 - Schéma « classique »
 - Le « savoir » est externalisé par le numérique de façon autonome et des activités d'accompagnement des apprentissages en présentiel
 - L'externalisation des savoirs
- Type 2
 - Élèves vont chercher les savoirs en explorant une thématique autonome (ou en groupes) et présentent/discutent/débattent leurs conclusions en présentiel
 - Partage/changement de rôles entre l'enseignant et les élèves
- Type 3
 - Réunit les 2 configurations précédentes (types 1 et 2) en alternant des activités de contextualisation, de décontextualisation et de recontextualisation.
 - Ce sont LES classes inversées

La pédagogie inversée

C'est



- Moyen d'amplifier les interactions
- Environnement dans lequel les acteurs partagent leurs rôles
- Un mélange fertile
- Une classe où le contenu est toujours accessible et les élèves ne sont jamais laissés en arrière
- Les élèves peuvent recevoir un accompagnement individuel

Ce n'est pas



- Un synonyme de vidéos en ligne
- Un remplacement d'un enseignement par des vidéos
- Un cours en ligne (MOOC)
- Des élèves seuls devant un écran

Conclusions

- Le savoir scientifique est de plus en plus important de nos jours et toujours « en construction »
- Il devient de plus en plus important à développer chez nos élèves les compétences nécessaires afin qu'ils deviennent des citoyens capables de s'adapter et d'innover dans une société qui évolue
- L'accroissement exponentielle des TIC change non seulement ce qu'on apprend dans une salle de classe, mais aussi comment on apprend
- Nous suggérons que la combinaison de la DEI et de la pédagogie inversée, en allant au-delà, peut créer des conditions riches et stimulantes d'apprentissages pour tous les élèves
- Il devient essentiel de mettre en place des pratiques enseignantes qui donneront accès à des compréhensions conceptuelles des sciences et autres disciplines.

Conclusion 2: quelques pratiques enseignantes importantes

- Quelques pratiques enseignantes efficaces
 - Choisir des contextes motivants pour des élèves contenant des interrogations ouvertes
 - Anticiper le potentiel de ces contextes, les interrogations et des idées possibles d'élèves
 - Écouter, questionner et guider les élèves durant l'exploration de l'interrogation
 - Solliciter les raisonnements et les réflexions des élèves
 - Notez leurs hypothèses de départ
 - Creuser les idées scientifiques en encourageant les élèves à élaborer sur leurs réflexions
 - Provoquez les élèves avec des contre-exemples
 - Orienter les idées des élèves vers les autres de la classe
 - Demander aux élèves de se positionner par rapport à une idée
 - Demander aux élèves de résumer dans leurs propres mots les idées d'un élève
 - Demander aux élèves de contribuer, d'appliquer, ou de débattre les idées
 - Représenter les idées des élèves
 - Utiliser divers modèles scientifiques (modèles concrets, imagés et symbolique)



L'AVENIR DU FRANÇAIS EN ÉDUCATION

STRATÉGIES ET SOLUTIONS



ACUFC

ASSOCIATION DES COLLÈGES ET UNIVERSITÉS
DE LA FRANCOPHONIE CANADIENNE



**UNIVERSITY
OF ALBERTA**

Financé par le
gouvernement
du Canada

Canada