



HAL
open science

Peut-on dynamiser le travail des étudiants en Licence ?

François Agnès, Diane Leduc, Mogane Locker

► To cite this version:

François Agnès, Diane Leduc, Mogane Locker. Peut-on dynamiser le travail des étudiants en Licence ? : Déploiement d'un dispositif de pédagogie active en biologie. 2023. hal-04212469v2

HAL Id: hal-04212469

<https://hal.science/hal-04212469v2>

Preprint submitted on 25 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Peut-on dynamiser le travail des étudiants en Licence ?

Déploiement d'un dispositif de pédagogie active en biologie

FRANÇOIS AGNÈS

Institut des Neurosciences Paris-Saclay, Université Paris-Saclay, CNRS UMR9197, 91400 Saclay, France

francois.agnes@universite-paris-saclay.fr

DIANE LEDUC

Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada

leduc.diane@uqam.ca

MORGANE LOCKER

Institut des Neurosciences Paris-Saclay, Université Paris-Saclay, CNRS UMR9197, 91400 Saclay, France

morgane.locker@universite-paris-saclay.fr

Résumé

Nous présentons dans cet article un retour d'expérience de classe inversée menée auprès d'étudiants de premier cycle universitaire en Sciences de la Vie (deuxième année de Licence ; Université Paris-Saclay, France). Dans un contexte d'enseignement où les programmes de biologie sont très chargés, les étudiants sont soumis à une surcharge cognitive importante, associée à des difficultés à trier et à mobiliser les informations, ainsi qu'à un manque de formation à la démarche scientifique. Comment allier la nécessaire assimilation de connaissances, de vocabulaire et de concepts de base et l'acquisition d'habiletés cognitives de niveau supérieur (décrire, analyser, interpréter, représenter, modéliser, relier des faits entre eux...) ? Comment, plus généralement, motiver les étudiants, les autonomiser dans leurs apprentissages et dynamiser leur travail ? Face à ces questions, notre équipe enseignante expérimente depuis plusieurs années des méthodes de pédagogie active à niveau Master. Nous avons souhaité tester leur applicabilité en Licence où la réussite du plus grand nombre d'étudiants est un enjeu majeur pour l'université, tout en constituant un de ses principaux défis (Annot, 2012). Dans le but de renforcer motivation, volition et cognition (Houart, 2017), nous avons conçu et déployé pendant deux années consécutives un dispositif pédagogique hybride reposant sur l'alternance de phases d'assimilation à distance et de mises en application en présentiel (Charlier et al., 2006). L'analyse des bénéfices de ce dispositif, menée par le biais de questionnaires soumis aux étudiants, indique une adhésion très forte de leur part à la démarche, une motivation accrue à travailler et un sentiment de progression méthodologique.

Abstract

In this paper, we present a feedback of active pedagogy with flipped teaching, carried out with undergraduate students in Life Sciences (second year of bachelor's degree; University Paris-Saclay, France). In a teaching context where biology programs are very busy, our students are subjected to significant cognitive overload, associated with difficulties to sort out and mobilise information, and a global lack of scientific methodological training. How combining the necessary assimilation of knowledge, vocabulary and basic concepts and the acquisition of higher-level cognitive skills (to describe, analyse, interpret, represent, model, link facts together ...)? More generally, how can we motivate students, empower them in their learning and boost their work? Facing these questions, our educational team has been experimenting for several years with active and reverse learning at Master level. We wanted to assay its applicability in a bachelor's degree, where the success of the greatest number of students is a major issue for the university, while constituting one of its main challenges (Annoot, 2012). With the aim of reinforcing motivation, volition and cognition (Houart, 2017), we designed and deployed for two consecutive years, a hybrid pedagogical device based on the alternation of distant assimilation phases and face-to-face applications (Charlier et al., 2006). Analysis of its benefits, carried out through questionnaires submitted to students, indicates a very strong support on their part to the process, increased motivation to work and a feeling of methodological progress.

Mots-clés

Pédagogies actives, classe inversée, enseignement hybride, premier cycle universitaire, biologie

1. Introduction

Les pratiques pédagogiques dans l'enseignement supérieur francophone se modifient sous l'influence de nombreux facteurs sociaux et sociétaux tels que la massification, l'arrivée de nouvelles technologies, l'évolution du rapport au savoir ou l'exigence de pédagogies diversifiées pour faire face à l'hétérogénéité des étudiants, notamment en premier cycle (Lalle et Bonnafois, 2019; Lameul et Loisy, 2014; Rege Colet et Romainville, 2006).

Des établissements universitaires francophones en Europe et au Canada ont engagé depuis plusieurs années des transformations pédagogiques profondes de certains de leurs curriculums, proposant des pédagogies actives comme l'apprentissage par problème (Galand et al., 2008) ou la pédagogie expérientielle (Guillemette, 2020). Bien qu'ayant également opéré un tournant sur les questions pédagogiques, l'enseignement universitaire français reste encore très ancré dans un modèle transmissif (Bertrand, 2014) et le système peine encore à sortir du traditionnel trio cours magistral/travaux dirigés/travaux pratiques (CM/TD/TP). Plusieurs facteurs non exclusifs et probablement non spécifiques au système français expliquent cela : le manque de formation des universitaires à la pédagogie, la crainte pour certains du changement de posture, une tradition d'évolution très lente des pratiques et l'incontournable manque de temps des enseignants-chercheurs confrontés à leurs casquettes multiples (enseignement, recherche, administration) (Guillemette, 2020; Lameul et Loisy 2014; Langevin, 2007; Ménard et St-Pierre, 2014; Pourcelot, 2020).

Notre équipe enseignante de biologie du développement expérimente depuis près de dix ans, à niveau Master, des méthodes de pédagogie active incluant la classe inversée. L'enthousiasme des étudiants face à ces changements, exprimé dans les questionnaires de satisfaction, nous a vivement motivés à transformer notre format d'enseignement en Licence. En premier cycle, le défi d'une telle expérimentation est accru en raison du grand nombre d'étudiants, de leur plus grande hétérogénéité et du fait qu'ils sont en phase de construction de leurs savoirs. Bénéficiant de divers dispositifs proposés au sein de l'Université Paris-Saclay (appels à projets, décharges d'enseignement, formation continue, colloques...), nous nous sommes engagés dans le déploiement et le test à grande échelle d'un dispositif de pédagogie active en deuxième année de Licence de Sciences de la Vie. Nous proposons ici un retour sur cette expérience.

Après avoir explicité le contexte, la problématique et le cadre théorique, nous décrirons les étapes de la mise en place du dispositif hybride actif et inversé puis la méthodologie de collecte et d'analyse des données. Nous présenterons et discuterons enfin les principaux résultats.

2. Contexte et problématique

2.1 Contexte

La biologie est une science jeune dans laquelle les savoirs se multiplient de façon exponentielle depuis les années 1980. À la différence des mathématiques et de la physique, la biologie balbutie encore dans la définition d'objectifs d'apprentissage et la hiérarchisation des savoirs (Cary et Branchaw, 2017). En France, l'absence de cadre national sur les contenus en premier cycle universitaire laisse les équipes pédagogiques maîtresses de la définition de leurs programmes. En outre, le manque de cadre de réflexion collective sur l'enseignement en Sciences de la Vie dans l'enseignement supérieur laisse ouverte la question de la définition des bases méthodologiques requises pour rendre autonome l'étudiant de premier cycle dans ses apprentissages (mobiliser les informations fournies, relier les connaissances entre elles, les appliquer dans des cas pratiques...).

Comme dans d'autres disciplines, l'accumulation rapide des savoirs produits par la recherche en Sciences de la Vie nous conduit trop souvent à incrémenter nos contenus de cours au-delà du raisonnable. Cette tendance à l'exhaustivité, notamment en cours magistral, est en partie motivée par notre velléité de rester au plus proche des avancées scientifiques récentes, gage d'une approche sérieuse et actualisée de la discipline enseignée. De plus, l'utilisation systématique de logiciels de présentation (par exemple Powerpoint) décuple souvent la somme d'informations transmises, sous couvert d'illustrer le propos au moyen de graphiques, d'images et d'animations, pouvant faire oublier à l'enseignant le temps nécessaire à l'étudiant pour tout intégrer (Cooper, 2009). Dans ces conditions, les étudiants en biologie éprouvent fréquemment de sérieuses difficultés à trier, hiérarchiser et mobiliser les contenus. S'ils arrivent néanmoins pour la plupart à les absorber temporairement avant un examen, le trop-plein fourni ne favorise pas l'ancrage à long terme des connaissances. Cette situation biaise également leurs stratégies d'apprentissage, les persuadant à tort qu'ils doivent tout apprendre par cœur plutôt que savoir exploiter les connaissances acquises. Il en résulte un cercle vicieux où l'apprenant, prenant l'habitude d'être receveur plutôt qu'acteur, ne développe pas suffisamment ses capacités à raisonner, se questionner ou analyser (Crowe et al., 2008; Momsen et al., 2010).

Conçus pour accompagner l'étudiant dans la compréhension et la manipulation des concepts/notions développés en cours, les TD en biologie, en partie centrés sur la réalisation d'exercices ou l'analyse d'expériences, se révèlent souvent aussi le terrain d'une transmission, plus que celui d'une construction des savoirs. Nos TD sont généralement conçus pour des

étudiants idéalisés qui travailleraient régulièrement et prépareraient leurs exercices, ce qui dans les faits ne concerne qu'une minorité d'entre eux (Garcia, 2010). En conséquence, ils sont trop souvent passifs en séance, n'osent que peu prendre la parole et attendent la correction plutôt que se confronter à la difficulté ou à l'erreur. Le bénéfice méthodologique de ces séances s'en trouve donc réduit.

2.2 Problématique et objectifs

Les éléments contextuels présentés ci-avant posent la question de la stratégie pédagogique à adopter pour concilier efficacement au sein d'une unité d'enseignement (UE) donnée (i) la nécessaire assimilation de connaissances, vocabulaire et concepts de base, et (ii) l'acquisition de savoir-faire indispensables à tout étudiant en Sciences de la Vie (décrire, analyser, interpréter, conclure, représenter, modéliser, choisir des méthodes appropriées pour aborder des questions scientifiques simples, relier des faits entre eux à différentes échelles...). Atteindre ce double objectif dans notre discipline, la biologie du développement, est particulièrement ardu car les étudiants doivent construire des réseaux de connaissances fortement interconnectés (Southard et al., 2016), être en mesure de décrire et interpréter des processus développementaux dynamiques dans l'embryon, faire le lien entre différents niveaux d'analyse (organisme, tissu, cellule, molécules), et raisonner dans les quatre dimensions de l'espace et du temps.

Dans le but de générer un contexte favorable à l'acquisition conjointe de savoirs et de savoir-faire par nos étudiants de premier cycle en biologie du développement, nous avons testé les effets d'un changement radical de format pédagogique. Notre premier objectif était de concevoir, déployer et évaluer un dispositif hybride, reposant sur des modalités pédagogiques actives et inversées. Ce dispositif devait répondre aux propriétés suivantes :

- Favoriser un travail plus soutenu de la part des étudiants ;
- Les responsabiliser sur leurs apprentissages ;
- Les rendre plus actifs/interactifs en séance ;
- Développer leurs savoir-faire analytiques (décrire, interpréter, schématiser, questionner...);
- Renforcer leur motivation (et la nôtre).

Notre deuxième objectif visait à comparer satisfaction globale, investissement dans le travail et résultats académiques des étudiants ayant bénéficié de ce dispositif (cohorte d'intérêt), à ceux des étudiants ayant suivi le même enseignement dans un format pédagogique traditionnel (cohorte contrôle).

3. Cadre théorique

3.1 Apprentissage actif et pédagogie active

L'apprentissage des étudiants selon Romano (1991) rentre dans deux catégories, l'approche en surface et l'approche en profondeur, qui opposent mémorisation et reproduction *versus* intention de comprendre de façon personnelle ce qui est appris. Sans être nécessairement mutuellement exclusives, ces deux approches peuvent dépendre de l'objet (ce qui doit être appris). Elles semblent toutefois reposer sur des motivations différentes de la part de l'étudiant et sont fonction des méthodes d'enseignement, du curriculum et des systèmes d'évaluation (Larue et Hrimech, 2009; Romano, 1991).

L'apprentissage actif tel que défini par Bonwell et Eison (1991) repose sur l'idée de l'engagement de l'étudiant dans son propre apprentissage. Pour ce faire, il doit se voir confier des tâches cognitives d'ordre supérieur telles que l'analyse, la synthèse et l'évaluation (par exemple auto-évaluation ou évaluation par les pairs). La pédagogie active désigne quant à elle l'ensemble des méthodes qui visent, côté enseignant, à susciter l'apprentissage actif des étudiants pour générer des savoirs et savoir-faire durables et plus profonds (Normand, 2017). Elle a pour corrélat un changement de posture de l'étudiant comme de l'enseignant, le premier devenant acteur de son propre apprentissage et le second un guide essentiel à sa progression, plus qu'un passeur de savoir (Guillemette, 2020; Normand, 2017).

Une littérature riche témoigne des bénéfices variés de différentes formes d'apprentissage actif sur des paramètres tels que la motivation des étudiants, l'acquisition de nouveaux concepts, la rétention d'informations (Michael, 2006; Prince, 2004). Une méta-analyse portant sur plus de 200 publications montre en outre que l'apprentissage actif en sciences, en ingénierie et en mathématiques augmente légèrement mais significativement les performances académiques des étudiants, et réduit la probabilité d'échec aux examens comparativement à l'enseignement traditionnel (Freeman et al., 2014). Un impact positif similaire est aussi observé dans des études portant sur des étudiants en biologie (Burrowes, 2003; Freeman et al., 2011; Haak et al., 2011; Knight et Wood, 2005).

3.2 La classe inversée, stratégie pédagogique visant l'apprentissage actif

La classe inversée constitue une stratégie pédagogique visant l'apprentissage actif. Le concept de classe inversée est historiquement né de la volonté de repenser l'espace-temps de l'apprentissage dans le secondaire, en proposant le cours à la maison et les devoirs en classe. À

la suite de nombreuses expérimentations (Bergmann et Sams, 2012; Crouch et Mazur, 2001; Lage et al., 2000), une typologie a été proposée par Lebrun et al. (2016), distinguant deux types de classes inversées en fonction de la nature des activités proposées à distance et en classe et le niveau des compétences visées. Le type I consiste en l'acquisition autonome de connaissances à partir de supports fournis, suivie par leur renforcement, leur questionnement ou leur mise en application en classe. Le type II vise quant à lui des compétences de niveau plus élevé dans la taxonomie de Bloom (Krathwohl, 2002), en proposant notamment, dès la phase distancielle, des activités préparatoires au travail présentiel. Dans les deux cas, l'enjeu est de mettre l'étudiant dans une posture active, tant à distance qu'en classe, de favoriser les interactions et de repenser les rythmes d'apprentissage.

Les bénéfices souvent rapportés de la classe inversée incluent un sentiment de satisfaction accru des étudiants, un engagement renforcé ou encore une meilleure adaptation au rythme de travail (Guilbault et Viau-Guay, 2017). Si l'impact sur la réussite scolaire n'est pas toujours formellement démontré, plusieurs études suggèrent que la classe inversée a tendance à avoir un effet positif sur les performances des étudiants. Une méta-analyse, réalisée sur plus d'une vingtaine d'études (restreintes à l'enseignement des mathématiques en primaire et secondaire – *K-12 education* aux États-Unis), montre que la classe inversée favorise entre autres l'intégration de nouvelles connaissances et le feedback en temps réel par l'enseignant (Lo et Hew, 2017). Une autre, traitant cette fois 174 études menées dans l'enseignement supérieur et portant sur plus de 25000 étudiants, révèle un effet positif modéré sur les performances des étudiants, quelle que soit la discipline considérée, et suggère que le principal facteur contribuant à l'effet mesuré réside dans l'apprentissage actif (Strelan et al., 2020). Enfin Rodríguez et al. (2019) montrent que la classe inversée est associée à de meilleurs résultats d'apprentissage relativement aux cours magistraux et qu'elle favorise le développement de la pensée critique et des compétences créatives.

3.3 Classe inversée et dispositifs hybrides

Alternant présentiel et distanciel, la classe inversée devient un dispositif hybride dès lors qu'elle propose des outils numériques pour la phase de travail à distance. Selon Garrison et Kanuka (2004), une formation hybride se caractérise par la combinaison et l'intégration d'enseignements synchrones (en face à face) et asynchrones (*via* des outils en ligne). Avec l'évolution rapide des technologies multimédia, cette définition s'est élargie aux enseignements incluant du distanciel synchrone (vidéoconférences, conférences Web) (Basque et Baillargeon, 2013). Les chercheurs du projet de recherche européen Hy-Sup (Deschryver et Charlier, 2012) qualifient quant à eux d'hybride tout dispositif de formation qui s'appuie sur un environnement numérique (plateforme d'apprentissage en ligne). Les approches typiques mêlant classe inversée et dispositif hybride reposent principalement sur l'accès à des vidéos de cours, devant être visionnées par les étudiants avant la classe. Cette dernière est quant à elle recentrée sur des activités plus interactives et de plus haut niveau (projets d'équipe, échanges avec l'enseignant et entre pairs, exercices pratiques et autres activités de collaboration) (Université de Sherbrooke, 2011, 2015). L'utilisation de technologies multimédia pour l'apprentissage fournit donc de nouvelles opportunités pour enrichir les pratiques de pédagogie active et en particulier la classe inversée (Lage et al., 2000).

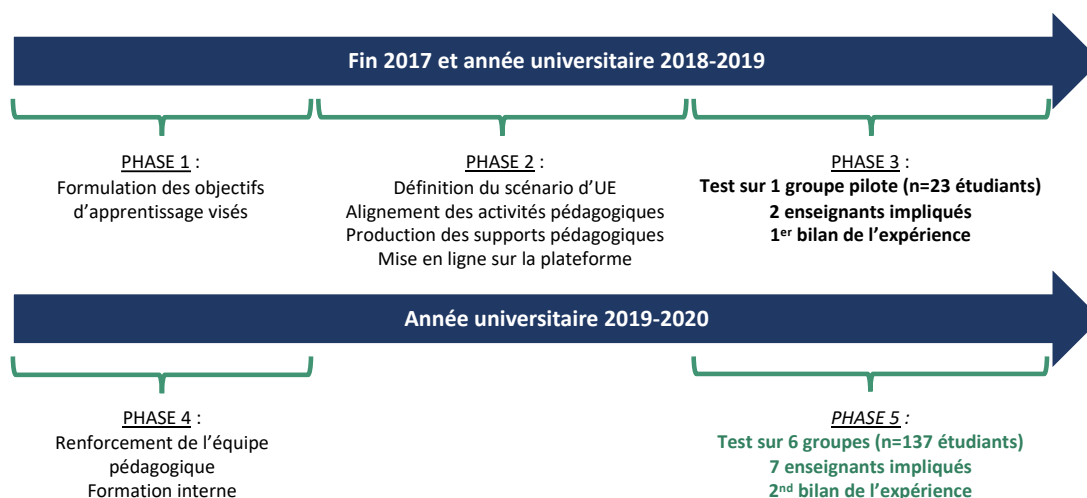
4. Méthodologie

4.1 Étapes de mise en place et description du dispositif pédagogique testé

Notre choix de cadre d'expérimentation s'est porté sur une UE destinée à des étudiants de deuxième année de Licence (L2 *Sciences de la Vie*) et réputée difficile (UE *Biologie Cellulaire et Développement*). Cette UE, de format traditionnel, comportait 50 heures de présentiel et se décomposait en 26 heures de cours magistraux, alternant avec des séances de travaux dirigés (12 heures) et des travaux pratiques (12 heures). L'équipe pédagogique, composée d'une quinzaine d'enseignants-chercheurs, a donné son aval à notre expérimentation au sein de l'UE.

La mise en place du dispositif hybride a nécessité une restructuration majeure de l'UE originelle en plusieurs étapes (figure 1). La première phase a consisté à formuler les objectifs d'apprentissage visés de l'UE, qui n'avaient jusqu'ici pas été explicités, afin d'aligner au mieux activités, supports pédagogiques et modalités d'évaluation.

Figure 1 : Représentation schématique des étapes de montage et de mise en œuvre du projet.



Nous avons ensuite créé un scénario pédagogique comprenant dix séquences d'apprentissage couvrant le programme de l'UE (même programme que dans le format classique et même examen terminal ; figure 2). Conscients que la classe inversée n'a de sens que si un temps substantiel d'apprentissage en autonomie est laissé aux étudiants, nous avons prévu un total de 20 heures de travail distanciel amont (durée théorique) et 30 heures de présentiel. Tous les cours magistraux ont été supprimés. Notre objectif ici était de séparer temporellement phases distancielles d'acquisition de connaissances et d'observation, et phases présentielles recentrées sur le questionnement, la méthodologie, la mise en situation concrète et le travail de groupe (figure 2). L'organisation des séances présentielles visait également à permettre un soutien individuel aux étudiants en temps réel, aspect que les TD traditionnels frontaux ne favorisent pas.

Chacune des dix séquences d'apprentissage reposait sur (i) des activités amont en distanciel (environ deux heures de travail en autonomie *via* des cours et des exercices en ligne), (ii) une séance présentielle (trois heures, incluant du travail en petits groupes disposés en îlots, de l'encouragement à la prise de parole et des passages au tableau), et (iii) du travail aval (environ 20-30 minutes, auto-évaluation formative sur la plateforme *via* des quizz en ligne incluant un feedback sur chacune des questions) (tableau 1). Afin d'être en capacité de traiter l'intégralité du programme avec seulement 30 heures de présentiel, les travaux pratiques n'ont pas été inclus dans le dispositif. Dans la mesure où ces derniers visaient essentiellement l'acquisition de connaissances sur des techniques et le renforcement des compétences d'observation et d'analyse de résultats (activités manipulatoires associées non évaluées dans l'UE originale), nous les avons remplacés par des exercices ciblant les mêmes objectifs.

Figure 2 : Représentation schématique du montage expérimental.

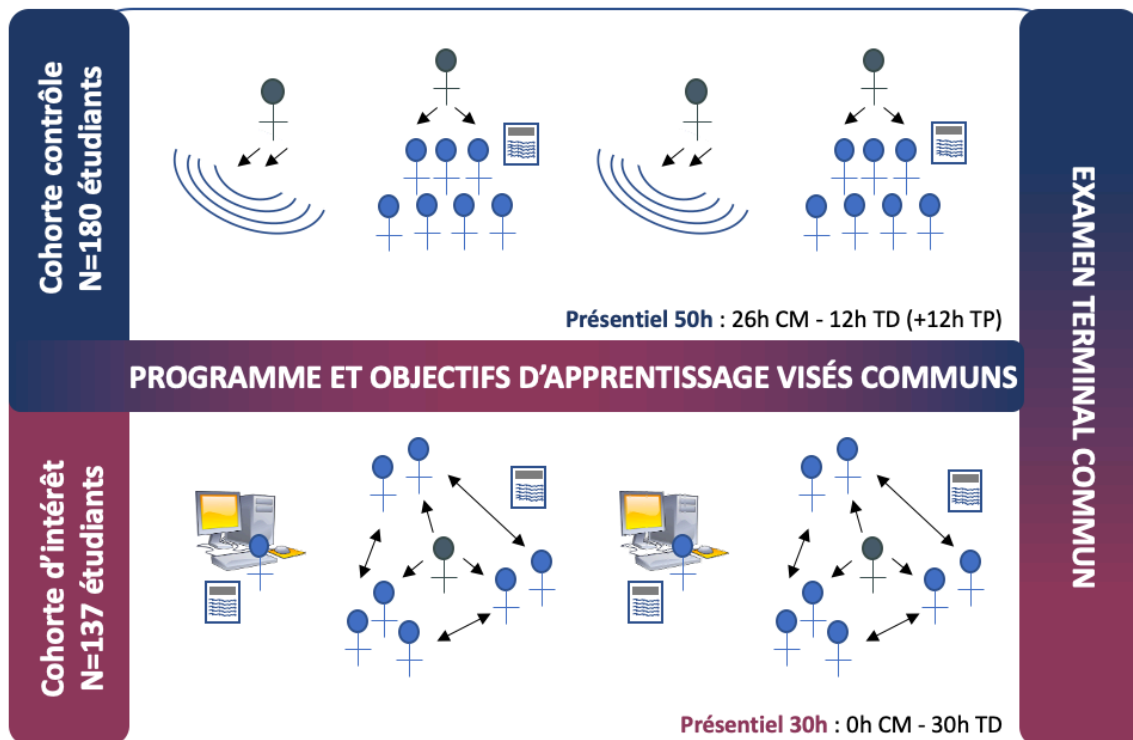


Tableau 1 : Structuration typique d'une séquence d'apprentissage dans le format pédagogique actif et inversé.

<p>TRAVAIL AMONT</p> <p>Se mettre au travail</p> <p>Découvrir</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cours en ligne incluant la présentation synthétique des principales notions (format texte), des figures variées (schémas, images, expériences illustratives) et des vidéos ▪ Exercices obligatoires mais non notés (observer, se questionner) <p style="text-align: center;">Travail autonome préparatoire</p>
<p>PRÉSENTIEL</p> <p>Être actif en séance</p> <p>(Activités diversifiées)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correction des exercices rendus ▪ Exercices d'analyse et de schématisation ▪ Interactions soutenues avec l'enseignant ▪ Prise de parole, passage au tableau, exposés oraux <p style="text-align: center;">Travail en groupe (par îlots de 4 ou 5 étudiants)</p>
<p>TRAVAIL AVANT</p> <p>Consolider ses acquis</p> <p>Vérifier qu'on a compris</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Éventuels exercice(s) d'application ▪ Quizz connaissances et méthodes (non obligatoire mais fortement recommandé) ▪ Correction automatique fournie sur la plateforme une fois le quizz complété <p style="text-align: center;">Travail autonome d'auto-évaluation</p>

Enfin, nous avons créé les activités pédagogiques et leurs supports associés pour chacune des séquences d'enseignement. Nous avons ensuite mis en ligne les cours, exercices et quizz sur l'environnement numérique d'apprentissage de l'Université Paris-Saclay, eCampus (plateforme Moodle). La structuration du cours sur la plateforme a été conçue pour une prise en main aisée par les étudiants et pour favoriser un travail régulier de leur part. L'espace eCampus était divisé en 10 sections correspondant aux différentes séquences d'enseignement. Chacune des sections précisait les objectifs d'apprentissage de la séquence concernée et regroupait les différentes activités à réaliser en autonomie, ainsi qu'une présentation des activités présentielles (figure 3).

Figure 3 : Illustration de la structuration de l'environnement numérique d'apprentissage utilisé dans le montage pédagogique (exemple de la séquence d'apprentissage 4).

The screenshot displays the eCampus interface for 'SÉQUENCE 4 : DYNAMIQUE ET COMPORTEMENTS CELLULAIRES'. On the left, a 'CONTENU' sidebar lists 10 learning sequences with their respective progressions. The main content area is divided into three sections: 'LIÇON', 'TEST', and 'DOSSIER'. The 'LIÇON' section includes 'Étape N°1 : Travail autonome amont - séquence 4' with a 3-hour estimated duration and a list of course and activity descriptions. The 'TEST' section features 'Étape N°3 : POUR RÉVISER/S'ENTRAÎNER - QUIZZ séquence 4', which allows users to test their understanding of the sequence. The 'DOSSIER' section at the bottom left shows 'RESSOURCES SÉQUENCE 4' with a network diagram of icons.

eCampus

CONTENU

Généralités
Progression : 0 / 1

SÉQUENCE 1 : INTRODUCTION GÉNÉRALE DE L'UE
Progression : 0 / 5

SÉQUENCE 2 : STRUCTURES ET COMPOSANTS CELLULAIRES
Progression : 0 / 6

SÉQUENCE 3 : INTERACTIONS CELLULAIRES
Progression : 0 / 5

SÉQUENCE 4 : DYNAMIQUE ET COMPORTEMENTS CELLULAIRES
Progression : 1 / 5

SÉQUENCE 5 : CONTRÔLE DU CYCLE CELLULAIRE
Progression : 0 / 6

SÉQUENCE 6 : GRANDES ÉTAPES DU DÉVELOPPEMENT ANIMAL ET VÉGÉTAL
Progression : 0 / 6

SÉQUENCE 7 : COMPORTEMENTS CELLULAIRES ET CONSTRUCTION DU VÉGÉTAL
Progression : 0 / 6

SÉQUENCE 8 : INDUCTIONS EMBRYONNAIRES CHEZ LES ANIMAUX ET LES VÉGÉTAUX
Progression : 0 / 5

SÉQUENCE 9 : MIGRATIONS CELLULAIRES DANS L'ORGANISME ANIMAL EN DÉVELOPPEMENT
Progression : 0 / 5

SÉQUENCE 10 : CELLULES SOUCHES ET DIFFÉRENCIATION CHEZ LES ANIMAUX ET LES VÉGÉTAUX
Progression : 0 / 6

Évaluation de l'expérience BCD inversé
Progression : 1 / 2

LIÇON

Étape N°1 : Travail autonome amont - séquence 4
Durée estimée : 3h

- Cours : Description des principaux comportements cellulaires au programme (division, différenciation, migration).
- Activité amont : Observer et se questionner sur la division, la différenciation et la migration des cellules.

Étape N°2 : Activités présentielles - séquence 4

EN SÉANCE :

- Travail sur la comparaison des mitoses animale/végétale.
- Travail sur la polyploïdisation et ses conséquences chez les végétaux.

TEST

Étape N°3 : POUR RÉVISER/S'ENTRAÎNER - QUIZZ séquence 4

Ce quizz vous permet de tester votre compréhension des notions travaillées dans la séquence 4.
À vous de jouer!

SÉQUENCE 3 : INTERACTIONS CELLULAIRES

SÉQUENCE 5 : CONTRÔLE DU CYCLE CELLULAIRE

DOSSIER

RESSOURCES SÉQUENCE 4

4.2 Participants

4.2.1 Étudiants

Dans notre formation, les étudiants de deuxième année de Licence sont répartis en deux sections aux emplois du temps distincts, avec 6 à 7 groupes de TD par section. On notera qu'au sein de la promotion coexistent des étudiants de statuts différents : étudiants du cursus général (cursus non sélectif) et étudiants des cursus sélectifs. Ces derniers sont sélectionnés sur dossier et leur niveau académique est en moyenne beaucoup plus élevé.

Une première expérience pilote a été effectuée au cours de l'année universitaire 2018-2019 sur un unique groupe du cursus général choisi au hasard (n = 23 étudiants assidus tout au long du semestre). Nous avons rencontré les étudiants concernés avant que ne débute l'UE afin de leur expliquer la nature de l'expérimentation et les modalités de travail que nous allions leur proposer. L'enjeu majeur était qu'ils ne se sentent pas pris de court, mais qu'à l'inverse nous les rendions acteurs à part entière de cette expérience pédagogique. Leurs réactions exprimées à chaud et oralement ont été très contrastées (enthousiasme, inquiétude, perplexité, neutralité...), mais aucun n'a traduit d'opposition manifeste à participer.

L'année suivante (2019-2020), l'expérience a été étendue à l'intégralité d'une section, soit six groupes (n = 137 étudiants assidus ; cohorte d'intérêt), contre sept groupes dans l'autre section (n = 180 étudiants assidus ; cohorte contrôle). L'annonce de l'expérimentation ainsi qu'une présentation des retours de l'année précédente ont été effectuées en amphithéâtre, deux mois avant le démarrage de l'UE. La possibilité a été laissée aux étudiants de changer de section s'ils avaient le sentiment que la modalité proposée ne leur conviendrait pas. Seule une poignée d'étudiants a effectué ce changement (dans un sens ou dans l'autre).

4.2.2 Enseignants

Notre projet a bénéficié d'un contexte institutionnel local favorable puisque la direction de l'Innovation Pédagogique de l'Université Paris-Saclay venait de mettre en place des congés pour innovation pédagogique. À ce titre, il nous a été accordé une décharge de 60 heures d'enseignement (30 heures chacun), destinée à lancer le projet. Lors du test pilote, nous avons été les deux seuls enseignants à intervenir dans le dispositif. L'extension de la cohorte d'intérêt à 137 étudiants en 2019-2020 a nécessité d'enrôler cinq enseignants supplémentaires, tous volontaires pour expérimenter le dispositif pédagogique proposé. Afin de les aider à sa prise en main, deux demi-journées de formation ont été organisées pour présenter les enjeux du format pédagogique actif et inversé, l'organisation temporelle des séquences d'enseignement et les

contenus des activités proposées. Une formation à l'utilisation de la plateforme Moodle a également été dispensée. Mentionnons que très peu d'enseignants la maîtrisaient à cette période pré-COVID et pré-confinement. À l'issue de cette phase d'expérimentation à grande plus échelle, nous avons recueilli le ressenti des collègues impliqués par le biais d'un questionnaire anonyme (annexe 2). Certains de leurs commentaires sont mentionnés dans la conclusion.

4.3 Collecte et analyse des données

4.3.1 Questionnaires soumis aux étudiants

En 2018-2019 comme en 2019-2020, une enquête spécifique a été soumise à la cohorte d'intérêt en fin de semestre *via* la plateforme Moodle. Les étudiants étaient invités, s'ils le souhaitaient, à y répondre de façon strictement anonyme afin de s'exprimer librement. Ils devaient simplement préciser leur groupe d'appartenance. Le paramétrage du questionnaire empêchait toute levée d'anonymat a posteriori.

Cette enquête comportait quelques questions à choix multiples, des questions fermées avec réponses sur une échelle de Likert de cinq niveaux et des champs optionnels destinés aux critiques positives ou négatives sur différents aspects. Au total, il y avait 45 questions et 6 champs libres. Le questionnaire était divisé en deux parties : 1) opinion sur les séquences d'enseignement (avis sur différentes questions touchant à leur vécu/ressenti vis-à-vis des activités autonomes amont/aval ou des activités présentielles) et 2) évaluation de la démarche pédagogique de l'UE (question touchant à la quantité totale de travail fourni, la motivation à travailler, ou visant à recueillir leur avis sur l'adéquation entre objectifs d'apprentissage, activités proposées et évaluations). Nous ne présentons pas ici l'intégralité des réponses aux différentes questions, notamment celles qui rentrent dans le détail des activités pédagogiques proposées. Nous n'analyserons ci-après que les résultats relatifs aux propriétés du dispositif décrites dans la section *Problématique et objectifs*. Le questionnaire complet est accessible en annexe 1. Les commentaires libres n'ont pas fait l'objet d'une analyse qualitative. Nous ne citons dans la section *Résultats* que ceux qui revenaient fréquemment.

En 2019-2020, un deuxième questionnaire strictement anonyme, inspiré des enquêtes de satisfaction classiquement réalisées pour tous les enseignements de Licence dans notre université, a également été soumis *via* Moodle, mais cette fois-ci aux deux sections (11 propositions à évaluer sur une échelle de Likert de 1 à 5 et un champ destiné aux commentaires libres). Comme pour le premier questionnaire, les étudiants étaient libres d'y répondre ou pas.

Les taux de réponse à ces questionnaires sont détaillés dans le tableau 2. Les effectifs totaux indiqués correspondent aux étudiants dits *assidus*, c'est à dire régulièrement présents en travaux dirigés et ayant passé l'examen. Ces taux sont élevés en regard de ceux généralement atteints lors de l'évaluation annuelle de l'ensemble des UE de la formation. Plusieurs facteurs peuvent l'expliquer sans qu'il nous soit possible de discriminer leur importance respective : envoi du questionnaire par un enseignant au lieu d'un envoi automatisé depuis nos logiciels d'enquête, relances successives, intérêt des étudiants pour l'expérience mise en place.

Tableau 2 : Taux de réponses aux enquêtes effectuées auprès des étudiants.

	Questionnaire sur le dispositif fourni exclusivement à la cohorte d'intérêt	Questionnaire de satisfaction fourni à la cohorte d'intérêt et à la cohorte contrôle
2018-2019	95,6 % (n = 22/23)	/
2019-2020	47,4 % (n = 65/137)	Cohorte d'intérêt : 35,8 % (n = 49/137) Cohorte contrôle : 39,4 % (n = 71/180)

4.3.2 Analyse des données et tests statistiques

Les résultats des questions évaluées par une échelle de Likert ou les distributions de notes sont présentés à l'aide de graphiques de type « boîtes à moustache ». Chaque rectangle va du premier au troisième quartile et inclut la médiane (ligne verticale) et la moyenne (croix). Les points représentent les valeurs inférieures au 10^{ème} percentile ou supérieures au 90^{ème} percentile. Le niveau d'accord avec les propositions va de (1) « non, pas du tout », à (5) « oui, beaucoup ». Les numéros des questions, telles qu'ordonnées dans les questionnaires correspondants, sont précisés. Sur les graphiques à points, les rectangles indiquent la moyenne des valeurs mesurées et les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard (écart-type/racine (n)). Les graphiques et les analyses statistiques ont été réalisés avec le logiciel Prism9. Les tests utilisés sont des tests non paramétriques de Mann-Whitney (NS : non significatif, * p<0,05, **p<0,01, *** p<0,001, **** p<0,0001).

4.4 Contexte particulier de déroulement de l'expérimentation à plus large échelle en 2019-2020

Avant de rentrer plus avant dans l'analyse des questionnaires, il est important de noter que notre expérimentation 2019-2020 s'est achevée en contexte de confinement lié à la pandémie COVID-19. L'ensemble des enseignements des trois à quatre dernières semaines de l'UE a dû être basculé à distance et des adaptations ont été mises en place pour assurer la continuité pédagogique.

Pour les étudiants de la cohorte d'intérêt, l'environnement numérique d'apprentissage Moodle a facilité la poursuite du travail et limité le nombre d'adaptations nécessaires. En remplacement des trois dernières séances présentielles annulées, les étudiants ont rendu leurs travaux par écrit, puis une correction individualisée leur a été fournie.

Pour la cohorte contrôle, plusieurs ressources nouvelles ont dû être produites par les membres de l'équipe pédagogique :

- Les diaporamas PowerPoint des cours magistraux ont été transmis aux étudiants accompagnés d'un enregistrement audio ou de notes de cours rédigées (selon l'enseignant concerné).
- Une analyse guidée de documents à rendre par écrit a remplacé une séance de travaux pratiques annulée.
- Une séance de travaux dirigés jugée non essentielle (contenu en grande partie hors programme) a été supprimée.
- Afin d'aider les étudiants à poursuivre leurs efforts avant la fin du semestre et l'examen terminal, plusieurs quizz de révisions (dont deux initialement destinés à la cohorte d'intérêt), leurs ont été fournis *via* le logiciel Wooclap.

5. Résultats

5.1 Résultats du questionnaire soumis spécifiquement à la cohorte d'intérêt

Dans l'ensemble, les réponses au questionnaire d'évaluation soumis aux étudiants du groupe pilote en 2018-2019 ont révélé une adhésion très forte de leur part à la démarche. Si leurs retours nous ont paru dithyrambiques (données non montrées), ils se sont avérés plus mesurés l'année suivante, tout en montrant la même tendance, soit un ressenti très positif. Nous avons anticipé cette différence en émettant l'hypothèse de deux biais majeurs de ce test préliminaire :

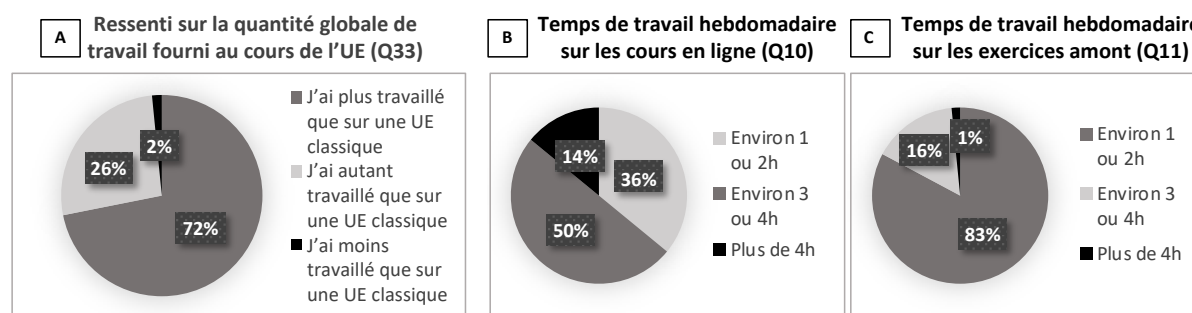
- Un effet groupe élu : bien que le groupe pilote ait été choisi au hasard, il peut s'être senti privilégié, ce qui est une source potentielle d'accroissement du niveau de contentement.
- Un effet enseignant : le groupe pilote était pris en charge par les porteurs du projet, évidemment très motivés et donc probablement surinvestis.

Compte-tenu de ces biais potentiels et du faible nombre d'étudiants concernés en 2018-2019, seuls les résultats du test à plus grande échelle seront montrés et commentés ci-après.

5.1.1 Effets du dispositif sur la quantité de travail fourni par les étudiants

Les résultats de l'enquête soulignent un sentiment des étudiants d'avoir plus travaillé que dans une UE classique (figure 4A). Une majorité d'entre eux témoigne d'un temps hebdomadaire conséquent passé sur les activités amont (figure 4B, C) : entre trois et quatre heures sur le cours en ligne pour 50 % d'entre eux, et une à deux heures sur les exercices associés pour 83 %. Ces durées annoncées sont non seulement importantes, mais également supérieures à celles que nous avons estimées.

Figure 4 : Ressenti des étudiants de la cohorte d'intérêt sur la quantité de travail fournie.



5.1.2 Effets du dispositif sur la responsabilisation des étudiants vis-à-vis de leurs apprentissages

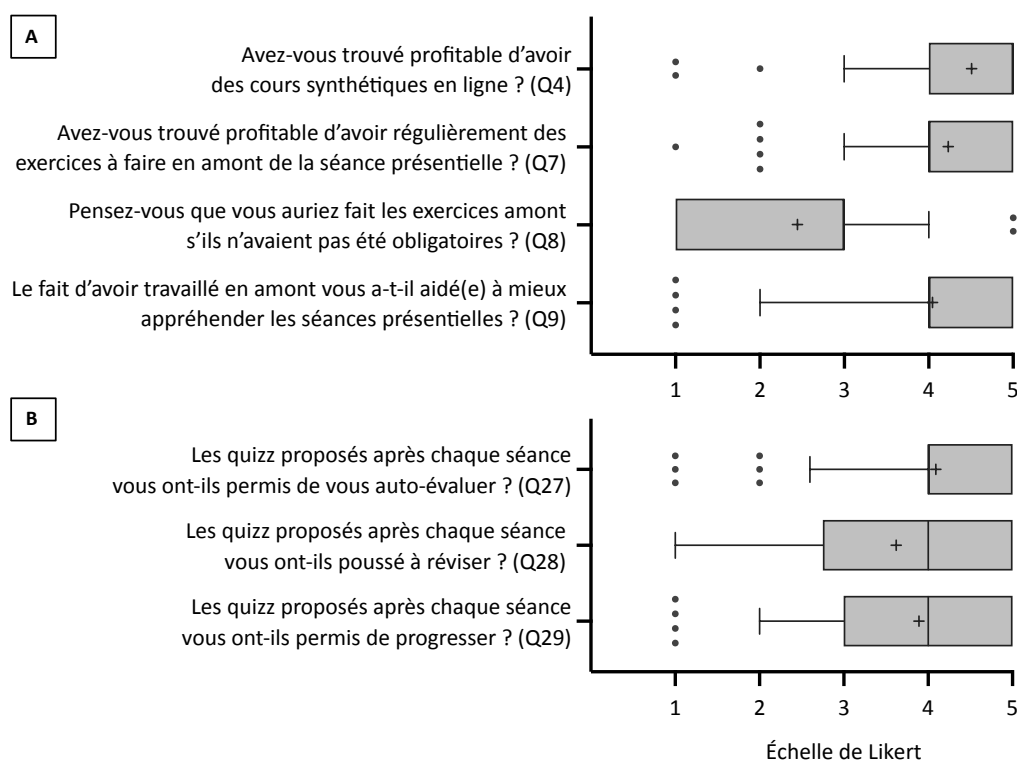
La majorité des étudiants a trouvé profitable d'avoir des cours en ligne et des exercices sur lesquels travailler de façon régulière en amont des séances présentielles (figure 5A). Nous avons effectivement constaté un fort taux de connexion hebdomadaire sur la plateforme et nous avons eu quasiment 100 % de rendu sur les exercices obligatoires. La qualité de ces derniers était cependant variable, tous n'étant pas préparés avec la même application et certains étant systématiquement rendus au dernier moment. En outre, les étudiants ont souligné un paradoxe intéressant dans leurs réponses au questionnaire : malgré le bénéfice qu'ils accordent au fait de se préparer à la séance présentielle, ils doutent qu'ils auraient fait les exercices amont si ces derniers avaient été facultatifs.

Les quizz et leur caractère facultatif ont été dans l'ensemble très appréciés (figure 5B). Les remarques des étudiants soulignent leur utilisation à des fins variées : pour « s'entraîner », « réviser » ou pour « savoir ce qui est important dans le cours ». Ils ont été faits plutôt régulièrement par une proportion importante d'étudiants, souvent plusieurs fois - le nombre de tentatives autorisées étant illimité - mais surtout en première moitié de semestre. La régularité

a baissé par la suite. Enfin, nous avons noté un gros pic d'activité sur les quizz avant la première épreuve de contrôle continu et pendant la semaine blanche précédant l'examen terminal.

Le dispositif pédagogique n'a donc que partiellement responsabilisé les étudiants vis-à-vis de leurs apprentissages. Ils accordent un bénéfice à la régularité dans le travail et au fait de se préparer aux séances présentiels, mais ont besoin du caractère obligatoire pour s'y astreindre dans la durée.

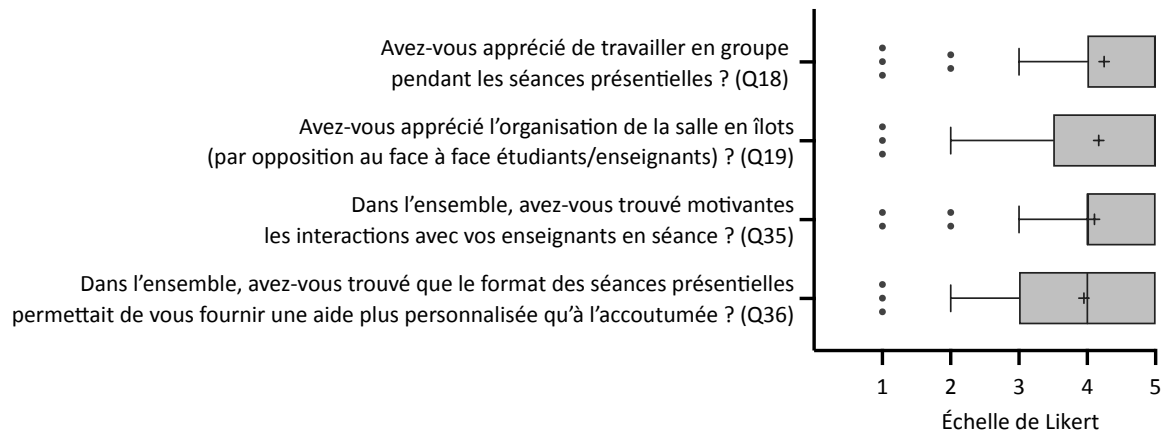
Figure 5 : Ressenti des étudiants sur le travail à distance en autonomie.



5.1.3 Effets du dispositif sur l'interactivité en séance

Notre dispositif hybride incluait non seulement de la classe inversée mais également de la pédagogie active en présentiel. Cette dernière reposait pour beaucoup sur des travaux de groupe suivis d'une mise en commun des résultats, dans le but d'encourager le questionnement et la confrontation des idées. Afin d'adapter l'espace pour favoriser les interactions entre pairs et avec l'enseignant, la salle était organisée en îlots (tables de 4-5 étudiants). Ces modalités présentiels ont reçu des appréciations élevées (figure 6). En outre, l'enquête met en lumière que les étudiants se sont sentis encadrés de façon plus personnalisée qu'au cours de TD classiques et qu'ils appréciaient l'interactivité avec leur enseignant pendant les séances. Dans les remarques libres, plusieurs étudiants ont souligné la « relation de confiance » établie avec ce dernier ou « la bonne ambiance de classe ».

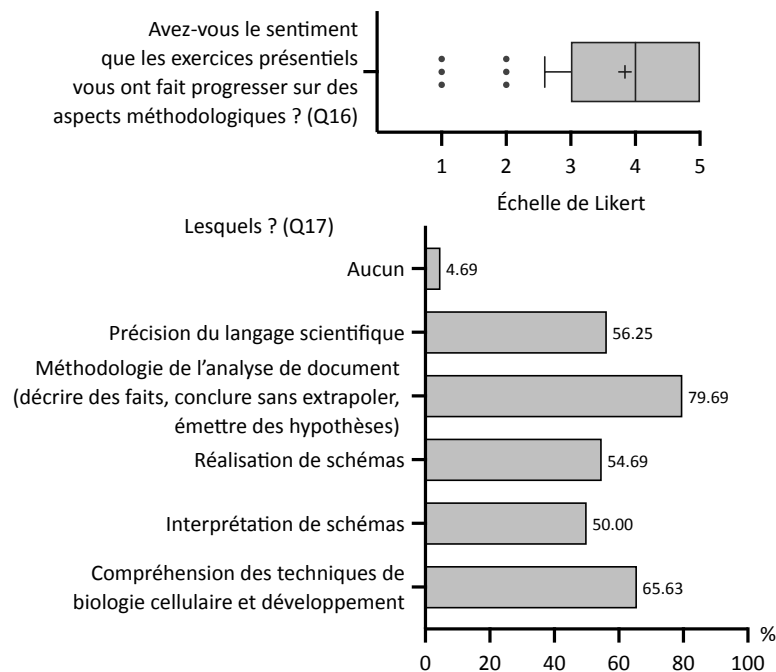
Figure 6 : Ressenti des étudiants sur les modalités de travail en présentiel.



5.1.4 Effets du dispositif sur le sentiment de progrès méthodologique des étudiants

Un enjeu important de notre expérimentation était de renforcer les savoir-faire analytiques des étudiants et un travail important a été fait dans ce sens sur les contenus des séances présentielles notamment. Nous avons en particulier proposé des exercices de difficulté croissante, visant l'entraînement à la description, à la schématisation et à l'interprétation de données. Si l'enquête réalisée ne permet pas en soi de conclure sur une progression effective des étudiants sur les différents aspects méthodologiques questionnés, elle montre cependant un sentiment de progrès de leur part (figure 7). Près de 80 % des répondants soulignent en particulier des bénéfices sur l'analyse de documents.

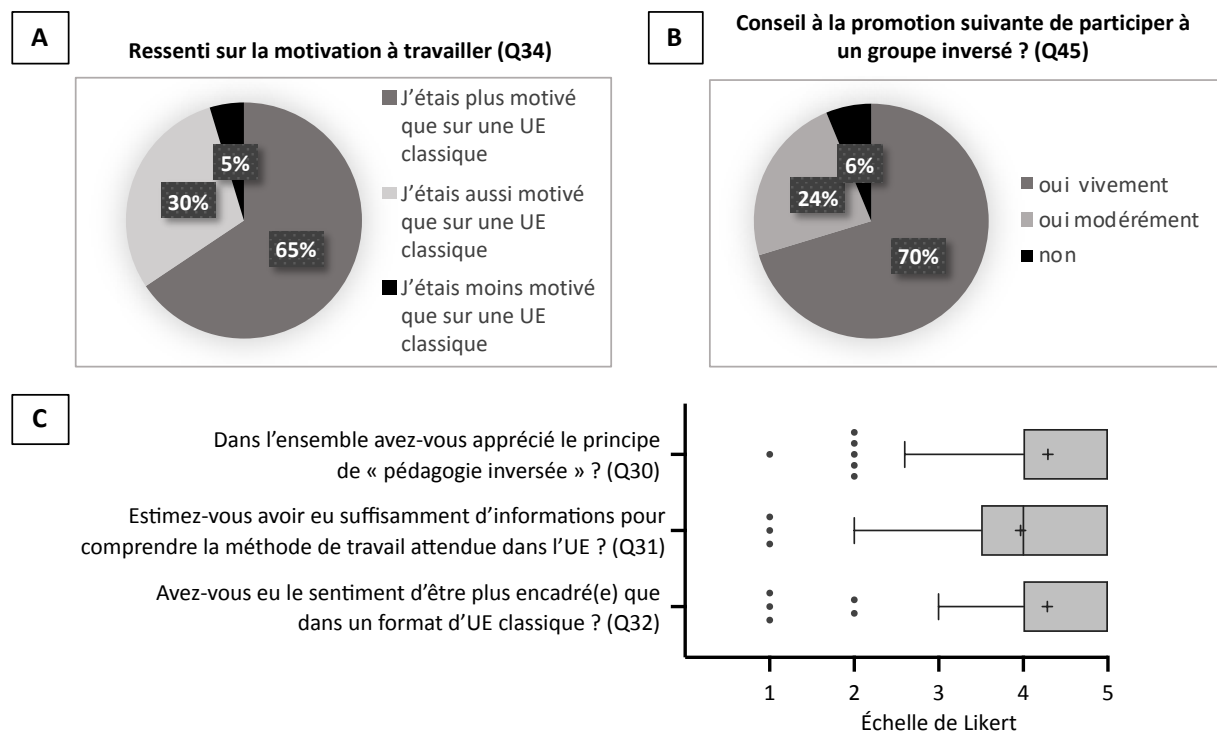
Figure 7 : Ressenti des étudiants sur leurs progrès méthodologiques.



5.1.5 Effets du dispositif sur la motivation des étudiants

Pour finir, en accord avec diverses données de la littérature sur le sujet, près des deux-tiers des étudiants affirment avoir été plus motivés à travailler que dans une UE classique (figure 8A). Ils conseilleraient très majoritairement à la promotion suivante de suivre l'UE dans ce format pédagogique (figure 8B) et adhèrent à la méthode de travail proposée, qu'ils semblent avoir bien comprise (figure 8C).

Figure 8 : Ressenti des étudiants sur leur motivation à travailler et appréciation globale du format pédagogique proposé.



5.2 Comparaison de la satisfaction, de l'investissement et des résultats académiques des cohortes contrôle et d'intérêt

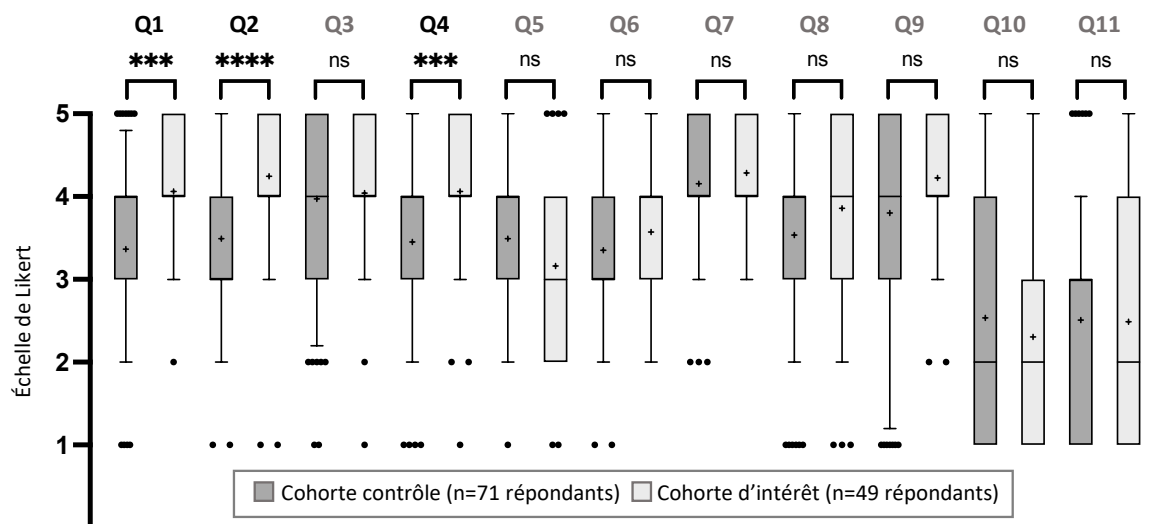
5.2.1 Résultats de l'enquête de satisfaction menée auprès des étudiants des deux cohortes

Nous avons comparé la satisfaction globale des deux cohortes sur quelques paramètres classiquement évalués pour tout enseignement de Licence dans notre formation. Si dans l'ensemble les étudiants évaluent positivement l'UE, les résultats de l'enquête indiquent des différences significatives marquées sur les points suivants : satisfaction globale de l'enseignement, appréciation des interactions avec les enseignants et cohérence entre contenus des cours et applications (figure 9). Systématiquement, nous constatons un plus fort degré d'accord pour la cohorte d'intérêt relativement à la cohorte contrôle.

Un résultat surprenant a attiré notre attention. Les étudiants de la cohorte d'intérêt trouvent la charge de travail dans l'UE adéquate (même degré d'accord que la cohorte contrôle ; figure 9, Q6), alors qu'ils déclarent travailler plus que sur une UE traditionnelle (figure 4).

Nous noterons que quelques étudiants au sein des deux cohortes ont émis des critiques. Parmi les points négatifs soulevés, on trouve le sentiment de ne pas avoir eu le choix de la modalité pédagogique, et ce, malgré la possibilité qui leur avait été laissée de changer de section ; la déception, au sein de la cohorte d'intérêt, de ne pas avoir eu de travaux pratiques (frustration légitime puisque ceux-ci ont été supprimés faute de temps disponible) ; l'impression que les cours en ligne, plus synthétiques, étaient moins complets que les cours magistraux.

Figure 9 : Résultats d'une enquête de satisfaction générale, soumise aux cohortes contrôle et d'intérêt en fin d'année 2019-2020.



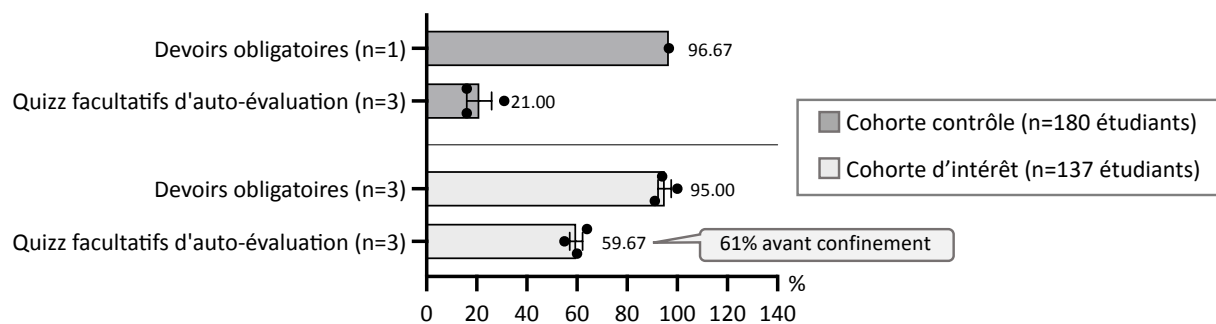
- Q1: Je suis globalement satisfait(e) de cet enseignement.**
Q2: J'ai apprécié les interactions avec les enseignants au cours de cette UE.
 Q3: J'ai trouvé que le programme de l'UE était intéressant.
Q4: J'ai trouvé qu'il y avait une bonne cohérence entre les contenus des cours et leurs applications.
 Q5: J'ai trouvé cet enseignement difficile.
 Q6: La charge de travail personnel nécessaire pour cet enseignement m'a paru adéquate.
 Q7: J'ai acquis de nouvelles connaissances ou savoir-faire grâce cet enseignement.
 Q8: Les modalités de contrôle des connaissances pour cet enseignement étaient bien adaptées.
 Q9: J'ai apprécié les modalités mises en place pour la continuité pédagogique pendant la période de confinement.
 Q10: Je ne me suis pas senti(e) suffisamment encadré(e) pendant la période de confinement.
 Q11: J'ai décroché pendant la période de confinement.

5.2.2 Comparaison de l'investissement des étudiants des deux cohortes sur les travaux réalisés pendant le confinement

Le confinement nous a amenés à proposer plus de quizz facultatifs d'auto-évaluation aux étudiants de la cohorte contrôle. Par ailleurs, divers travaux obligatoires devant être rendus se sont substitués, dans les deux groupes, aux séances présentielles annulées. Nous avons donc souhaité comparer l'investissement des étudiants de chacune des cohortes sur ces différents

exercices. Si les devoirs obligatoires ont été faits par quasiment 100% des étudiants, les résultats se sont avérés très asymétriques pour les quizz facultatifs. En moyenne, près de 60 % d'étudiants ont fait ces quizz au sein de la cohorte d'intérêt (proportion inchangée relativement à la phase pré-confinement), contre 21 % au sein de la cohorte contrôle (figure 10).

Figure 10 : Proportion d'étudiants ayant réalisé les travaux obligatoires ou facultatifs, proposés pendant le confinement.



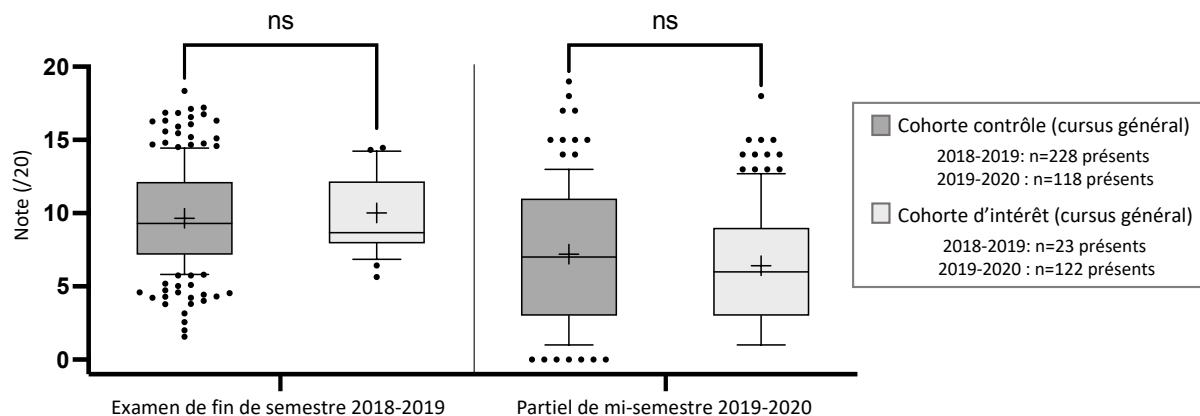
5.2.3 Comparaison des résultats académiques des étudiants des deux cohortes

Nous souhaitons également pouvoir concrètement comparer les résultats académiques des deux cohortes sur la base de l'examen terminal commun. Compte tenu de la disparité de niveau connue entre étudiants du cursus général et étudiants des cursus sélectifs, il était nécessaire de distinguer ces deux populations. Les étudiants des cursus sélectifs ont été exclus de l'analyse en raison de leur différence numérique importante au sein des deux cohortes (huit étudiants dans la cohorte d'intérêt contre une soixantaine dans la cohorte contrôle). Notre comparaison s'est donc limitée aux résultats des étudiants du cursus général.

En 2018-2019, les notes du groupe pilote se sont avérées être situées dans la moyenne de la promotion, avec une différence non significative d'un point de vue statistique (figure 11).

En 2019-2020, nous n'avons pas été en mesure de tester à nouveau le paramètre « réussite à l'examen » car les modalités de contrôle des connaissances ont dû être changées en raison du confinement. L'examen terminal a été supprimé et seules les notes de contrôle continu ont été prises en compte pour le calcul de la moyenne de l'UE. En revanche, nous avons pu comparer les notes du partiel effectué en milieu de semestre avant le confinement. On notera que ce partiel, seule épreuve commune aux deux cohortes, consiste en une restitution de connaissances et génère traditionnellement des notes très basses car il porte sur une partie ardue du programme. De nouveau, nous avons observé une absence de différence significative entre la cohorte d'intérêt et la cohorte contrôle (figure 11).

Figure 11 : Résultats des étudiants des deux cohortes à l'examen terminal (2018-2019) ou au partiel de milieu de semestre (2019-2020).



6. Discussion

6.1 Un travail plus soutenu et plus régulier permis par les phases de travail en autonomie

La classe inversée est généralement perçue comme plus accaparante et plus exigeante (Guibault et Viau-Guay, 2017). Une majorité des étudiants de la cohorte d'intérêt témoigne effectivement d'une charge de travail plus importante qu'à l'accoutumée, mais la juge pourtant adéquate. Il est possible que le fait d'avoir libéré du temps pour les apprentissages en autonomie ait évité l'écueil d'une surcharge de travail, élément négatif souvent cité par les étudiants expérimentant la classe inversée (Gérard, 2018).

Au-delà du ressenti global, le temps effectif qu'une majorité des étudiants déclare avoir consacré chaque semaine à l'étude en autonomie des cours en ligne (trois ou quatre heures et plus) s'est effectivement avéré élevé et même supérieur au temps alloué théoriquement à cette activité (deux heures). Cette différence suggère que les étudiants ne se sont pas contentés de lire passivement le cours comme ils auraient pu passivement écouter un cours magistral. Dans une étude portant sur des étudiantes en soins infirmiers, Larue et Hrimech (2009) rapportent que ces dernières favorisent un apprentissage en surface malgré le contexte favorable d'apprentissage par problème. Qu'en est-il de nos étudiants ? Se contentent-ils de mémoriser les éléments clefs du cours, de comprendre les données présentées, ou bien essayent-ils de les relier entre-elles, de les synthétiser, de les enrichir d'autres sources ? Un éventuel changement dans leur stratégie d'apprentissage (Dunlosky et al., 2013; Wolfs, 2007) mériterait sans doute d'être questionné. Quoi qu'il en soit, cette phase de travail en autonomie semble avoir permis aux étudiants de se sentir mieux préparés aux séances présentiels, et avoir ainsi rendu leur

place aux travaux dirigés en tant que lieu d’approfondissement et d’entraînement (Guilbault et Viau-Guay, 2017).

Les quizz facultatifs et feedbacks associés, proposés aux étudiants en aval des séances présentiels, visaient à favoriser la rétention du cours et, dans une moindre mesure, à renforcer l’entraînement à l’analyse de documents. Dans sa dimension métacognitive, ce type d’auto-évaluation formative aide également les élèves à comprendre le sens de ce qui est demandé et à adopter une démarche réflexive sur leurs apprentissages, *via* la prise de conscience de leurs erreurs et réussites (Jost et Vieille-Grosjean, 2019). Selon Dunlosky et al. (2013), la pratique des tests d’auto-évaluation profite aux différentes catégories d’apprenants et améliore leurs performances. Si ces quizz semblent avoir aidé les étudiants à accroître leur régularité dans le travail, il serait désormais intéressant d’analyser leurs effets sur la rétention à long terme des connaissances et sur la capacité des étudiants à mobiliser ces dernières en situation de résolution de problèmes.

6.2 Une interactivité accrue et un sentiment de progrès des étudiants

Au-delà de faire travailler les étudiants en amont et en aval du présentiel, un de nos enjeux centraux était de les rendre plus actifs en séance en vue de développer des habiletés de niveaux cognitifs supérieurs (Biggs, 1987). Les activités proposées visaient en particulier à travailler l’analyse scientifique, par le biais d’un apprentissage coopératif (Gillies, 2016) incluant travail de groupe et interactions entre pairs. On peut donc supposer que ces modalités pédagogiques aient stimulé l’élaboration interrogative (Dunlosky et al., 2013) pendant la résolution des problèmes. Si les étudiants pensent avoir progressé sur les différents savoir-faire interrogés, notre étude n’en apporte pas la preuve effective. Leurs retours témoignent cependant d’une prise de conscience et d’un investissement de leur part plus importants qu’à l’ordinaire sur ces aspects, et soulèvent la nécessité de plus amples investigations au moyen par exemple d’une évaluation de type pré-test/post-test des acquis méthodologiques (Michael, 2006; Prince, 2004).

6.3 Une motivation plus élevée

Deux-tiers des étudiants testés témoignent d’un renforcement de leur motivation relativement à celle éprouvée dans un dispositif d’enseignement classique. Le modèle de Viau (2009) propose trois sources à la dynamique motivationnelle des élèves : la perception de la valeur de la tâche (importance dans le cursus ou pour la vie professionnelle future), la perception du sentiment de compétence (sentiment d’être capable d’effectuer les tâches demandées) et la perception du sentiment de contrôlabilité (niveau de contrôle exercé sur son propre

apprentissage). Nous émettons l'hypothèse que le dispositif ait pu jouer sur l'ensemble de ces sources de motivation. Le fait d'avoir formulé les objectifs d'apprentissage visés et travaillé l'alignement pédagogique rend plus claire la valeur des différentes tâches à réaliser ; la progressivité dans la difficulté des exercices, le travail collaboratif et les quizz d'auto-évaluation permettent d'accentuer le sentiment de compétence ; et enfin le travail distanciel en autonomie, même comportant une part obligatoire, offre un certain niveau de contrôle dans l'organisation.

La motivation qui représente un des mécanismes favorisant l'apprentissage doit être analysée au regard de la volition. Ce phénomène, encore peu étudié dans le supérieur, désigne selon Houart (2017, p. 5) « un état dynamique en lien avec la volonté et permettant de maintenir une activité choisie dans laquelle un individu s'engage ». Deux études de la même équipe décrivent la volition comme un frein potentiel à l'apprentissage autonome pour une majorité d'étudiants du supérieur en Belgique francophone (Houart, 2017). Notre enquête n'a pas directement interrogé la volition des étudiants de la cohorte d'intérêt. Cependant, l'hypothèse d'une persévérance accrue dans leur travail est renforcée par le temps substantiel consacré aux activités amont et l'investissement, beaucoup plus marqué que celui des étudiants de la cohorte contrôle, dans le rendu des devoirs facultatifs lors du confinement de 2020.

6.4 Apprentissage actif et résultats académiques

Aucune différence significative de moyenne n'a été observée entre les deux cohortes sur l'examen terminal de 2018-2019, comme sur le partiel de mi-semestre 2019-2020 (seule épreuve commune ayant eu lieu en raison du confinement). Ces résultats suggèrent que la transformation pédagogique opérée, et notamment la suppression des cours magistraux, ne pénalise pas les étudiants. Elle ne semble en revanche pas générer de bénéfices (du moins immédiats) en termes de résultats académiques. Cependant toute conclusion définitive serait prématurée du fait (i) du très faible effectif de la cohorte d'intérêt 2018-2019 et (ii) de la nature de l'épreuve 2019-2020, qui consistait en une restitution de connaissances limitées à une petite partie du programme. Par ailleurs, l'observation de la seule moyenne peut masquer des effets distincts sur la performance de différentes sous-populations d'étudiants. Il serait donc intéressant de corrélérer la note d'examen avec le parcours scolaire des étudiants, leurs résultats antérieurs en Licence ou leur profil sociodémographique. À titre d'exemple, une méta-analyse portant sur le système éducatif universitaire étatsunien, indique qu'en contexte pédagogique traditionnel, les étudiants issus de minorités ethniques sous-représentées ou de milieux sociaux défavorisés ont une probabilité plus faible de réussite aux examens relativement aux autres

étudiants. L'écart de réussite se réduit cependant lorsqu'est proposée une pédagogie active (Theobald et al., 2020).

Enfin, une autre question ouverte est celle du lien entre le gain de motivation des étudiants de la cohorte d'intérêt et leurs résultats académiques. Morlaix et Lambert-Le Mener (2015) ont montré que parmi les nombreux facteurs susceptibles d'influencer la réussite scolaire, la motivation intrinsèque exerce un effet positif important. Cependant, ses bénéfices varient selon le niveau des étudiants, avec un effet nul pour les plus en difficultés (premier décile) et maximal pour ceux du quartile supérieur. Être motivé ne suffit donc pas à prédire les résultats et n'influe pas de la même manière sur toutes les catégories d'apprenants.

7. Conclusion

Au regard de notre premier objectif, l'expérimentation présentée illustre la faisabilité à large échelle de la mise en place d'un système d'enseignement hybride utilisant pédagogie active et classe inversée en Licence. Notre étude confirme en outre plusieurs hypothèses initiales : (i) que l'on favorise un travail plus soutenu et régulier de la part des étudiants en proposant une structure pédagogique incluant du temps pour l'apprentissage en autonomie et de l'auto-évaluation formative, (ii) que l'on peut les rendre plus actifs et interactifs en séance, par le biais d'un travail collaboratif facilité par la disposition de la salle en îlots, et (iii) que ce format pédagogique renforce leur motivation, voire même leur volition.

Dans une optique comparative des deux modalités pédagogiques, nous avons également interrogé la perception des étudiants sur le déroulement global de l'UE. Nos données indiquent une satisfaction significativement accrue de la cohorte d'intérêt relativement à la cohorte contrôle sur l'UE dans son ensemble. Comme décrit dans d'autres études (Guilbault et Viau-Guay, 2017), leur perception des interactions avec les enseignants est également plus positive. Enfin, nous aurions souhaité comparer plus avant les résultats académiques des deux cohortes, mais cet objectif a été mis à mal par le confinement et la suppression conséquente des examens terminaux de l'année 2020. L'hypothèse d'un effet positif du dispositif testé sur le niveau des étudiants en fin de semestre n'a donc pas pu être confirmée. Au-delà, notre étude soulève également la question des éventuels bénéfices à long terme pour les étudiants, en termes d'acquis comme de relations à l'apprentissage ou à l'enseignant.

Nos résultats se heurtent à certaines limites et notamment au fait qu'ils s'appuient sur des données auto-rapportées. En outre, la pandémie de Covid-19 a impacté les deux à trois dernières semaines de l'UE et nos questionnaires ont été soumis aux étudiants alors qu'ils étaient confinés

depuis déjà plusieurs semaines. Nous n'excluons donc pas que ce contexte très particulier ait pu biaiser leur perception sur les enseignements et modifier à posteriori leur ressenti. Enfin, notre étude n'adresse pas les caractéristiques sociodémographiques des étudiants, ni leurs profils académiques. Nous n'avons pas non plus à disposition d'enquête sur les profils des étudiants décrocheurs, ou de ceux, minoritaires, qui n'ont pas adhéré au dispositif innovant. Étant donné la diversité des profils des apprenants, il serait intéressant de questionner notre dispositif au regard de ces hétérogénéités pour déterminer à quelles populations d'étudiants bénéficie la pédagogie active que nous avons proposée.

En termes de transférabilité, la robustesse de ce dispositif pédagogique restera à mettre à l'épreuve d'autres enseignements et d'autres contextes. Il est important, pour qui voudrait s'y atteler, de considérer certaines difficultés potentielles ou défis à relever (Bonwell et Sutherland, 1996). Le premier dans notre cas a été celle de la charge de travail pour monter le dispositif et créer les contenus pédagogiques. L'engagement pédagogique n'étant pas fortement valorisé dans les carrières universitaires (Bertrand, 2014), cela peut constituer une limite importante aux velléités d'expérimentation. Le problème du coût se pose également car nous sommes bien souvent limités à innover à coût constant.

Le temps nécessaire pour acculturer les étudiants à de nouvelles modalités d'apprentissage est également souvent décrit comme un frein (Normand, 2017). Ce n'est pas un point que nous avons ressenti, la vaste majorité des étudiants de la cohorte d'intérêt ayant adhéré au dispositif. Seule une poignée d'étudiants a manifesté un mécontentement. Leurs remarques, même si elles ne reflètent pas l'avis majoritaire de la promotion, montrent la nécessité d'un dialogue rapproché avec les étudiants en amont de telles expérimentations, dialogue que nous avons mené, mais que nous aurions certainement pu renforcer.

Côté enseignants, le changement peut aussi brusquer. Si notre équipe pédagogique a accepté de bonne grâce le principe d'une expérimentation au sein de l'UE, peu d'enseignants ont pris une part active à l'élaboration des séquences d'enseignement. La plupart n'a donc pas suivi la phase de conception et a pour ainsi dire découvert le dispositif au moment du bilan de la première année de test. L'année suivante, des efforts importants ont dû être déployés pour former les collègues volontaires aux enjeux du dispositif et à sa prise en main. Tous n'arrivaient pas avec le même niveau d'expérience en termes de pédagogies actives et certains sont passés par des phases de doute et de crainte face au changement de posture que cela impliquait. En outre, bien que les cinq collègues enrôlés aient été globalement satisfaits d'avoir participé à l'expérience, plusieurs ont souligné que la charge de travail requise et l'investissement personnel étaient plus

élevés que d'habitude, malgré l'aspect clef en main appréciée du dispositif. Cependant, tous ont témoigné positivement des avantages de ce dernier en termes d'interactions avec les étudiants, de repérage de leurs difficultés ou de possibilités d'aides personnalisées.

Malgré ses bénéfices démontrés, notre dispositif n'a pas été reconduit dans son entièreté l'année suivante, qui a vu la réapparition des cours magistraux au détriment de la classe inversée. Seuls ont été conservés les supports créés (mise à disposition des cours en ligne et quizz d'auto-évaluation associés), les activités présentielles, et, pour une partie des enseignants, une pédagogie active en séance. Bien que décevant pour les porteurs du projet, ce résultat n'est en réalité pas surprenant. Sur la base de nombreuses études, Goigoux et al. (2021, p. 67) expliquent que « les innovations échouent à franchir le moment critique où l'expérience réussie dans des conditions expérimentales extraordinaires par un petit nombre d'enseignants est étendue à une population plus importante dans des conditions ordinaires ». Dans notre cas, l'éventualité d'une suppression totale des cours magistraux n'a pas trouvé d'écho favorable au sein de l'équipe enseignante. Leur meilleure adaptation que des cours en ligne à certains profils d'apprenants fait partie des raisons invoquées. Cette assertion mérite toutefois d'être modulée car certaines études montrent que les enseignements magistraux profitent essentiellement aux étudiants les plus performants, laissant de côté ceux qui éprouvent des difficultés à organiser eux-mêmes leurs apprentissages (Ménard et St-Pierre, 2014). L'argument du nécessaire maintien du cours magistral masque aussi le fait que ces enseignements sont considérés dans l'inconscient collectif comme la marque de fabrique universitaire, plus prestigieuse que les travaux dirigés ou pratiques, d'ailleurs mieux rémunérés en heures, et contribuant en partie à distinguer professeurs et maîtres de conférences. Il est peut-être trop tôt dans le mouvement de transformation de la pédagogie universitaire française pour s'atteler à bouleverser ce symbole.

8. Références bibliographiques

- Annot, E. (2012). *La réussite à l'université : Du tutorat au plan licence*. De Boeck Supérieur.
<https://doi.org/10.3917/dbu.annoo.2012.01>
- Basque, J. et Baillargeon, M. (2013). *La conception de cours à distance*.
<https://pedagogie.quebec.ca/sites/default/files/documents/numeros-tableau/letableau-v2-n1-2013.pdf>
- Bergmann, J., et Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education (ISTE).

- Bertrand, C. (2014, 7 Mars). *Soutenir la transformation pédagogique dans l'enseignement supérieur*. Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche <https://www.vie-publique.fr/rapport/34320-soutenir-la-transformation-pedagogique-dans-lenseignement-superieur>
- Biggs, J.B. (1987). *Student approaches to Learning and Studying*. Australian Council for Educational Research. <https://eric.ed.gov/?id=ED308201>
- Bonwell, C.C. et Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Reports. <https://eric.ed.gov/?id=ED340272>
- Bonwell, C.C. et Sutherland, T. (1996). The active learning continuum: Choosing activities to engage students in the classroom. *New Directions for Teaching and Learning*, 67(3), 3–16. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966704>
- Burrowes, P. (2003). Lord's Constructivist Model Put to a Test. *The American Biology Teacher*, 65(7), 491–502. <https://doi.org/10.2307/4451548>
- Cary, T. et Branchaw, J. (2017). Conceptual elements: A detailed framework to support and assess student learning of biology core concepts. *CBE-Life Sciences Education*, 16(2), 1–10. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-10-0300>
- Charlier, B., Deschryver, N. et Pereya, D. (2006). Apprendre en présence et à distance. Une définition des dispositifs hybrides. *Distances et savoirs*, 4, 469–496. <https://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2006-4-page-469.htm>
- Cooper, E. (2009). Overloading on slides: Cognitive load theory and Microsoft's slide program PowerPoint. *AACE review (formerly AACE Journal)*, 17(2), 127–135. <https://www.learntechlib.org/primary/p/28143/>
- Crouch, C.H. et Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69, 970–977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- Crowe, A., Dirks, C. et Wenderoth, M.P. (2008). Biology in bloom: Implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology. *CBE-Life Sciences Education*, 7(4), 368–381. <https://doi.org/10.1187/cbe.08-05-0024>
- Deschryver, N. et Charlier, B. (2012). *Dispositifs hybrides, nouvelle perspective pour une pédagogie renouvelée de l'enseignement supérieur. Rapport Final*. Archive ouverte UNIGE. <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:23102>

- Dunlosky, J., Rawson, K.A., Marsh, E.J., Nathan, M.J. et Willingham, D.T. (2013). Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4–58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>.
- Freeman, S., Haak, D. et Wenderoth, M.P. (2011). Increased course structure improves performance in introductory biology. *CBE-Life Sciences Education*, 10(2), 175–86. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-08-0105>.
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H. et Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Galand, B., Bourgeois, E., Frenay, M. et Bentein, K. (2008). Apprentissage par problème et apprentissage coopératif : vers une intégration fructueuse? Dans Y. Rouiller & K. Lehraus (Eds). *Vers des apprentissages en coopération : rencontres et perspectives* (p. 139-164). Peter Lang.
- Garcia, S. (2010). Déscolarisation universitaire et rationalités étudiantes. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 183, 48–57. <https://doi.org/10.3917/arss.183.0048>
- Garrison, D.R. et Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet and Higher Education*, 7(2), 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.02.001>
- Gérard, L. (2018, 30 avril). *L'engagement des étudiants dans la pédagogie inversée (rapport synthétique)*, IDEA. Université Paris-Est. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20752.87041>
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative Learning: Review of Research and Practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3). <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2016v41n3.3>
- Goigoux, R., Renaud, J. et Roux-Baron, I. (2021). Comment influencer positivement les pratiques pédagogiques des professeurs expérimentés ? In B.Galand & M.Janosz (Coord.), *Améliorer les pratiques en éducation : Qu'en dit la recherche ?* (p. 67-76). Presses universitaires de Louvain. <https://hal.science/hal-03153950/document>
- Guilbault, M. et Viau-Guay, A. (2017). La classe inversée comme approche pédagogique en enseignement supérieur : état des connaissances scientifiques et recommandations. *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur*, 33(1).

<https://doi.org/10.4000/ripes.1193>

- Guillemette, F. (2020). Passer du modèle transmissif à un modèle de l'apprentissage guidé. *Enjeux et société*, 7(2), 42–73. <https://doi.org/10.7202/1073360ar>
- Haak, D.C., HilleRisLambers, J., Pitre, E. et Freeman, S. (2011). Increased structure and active learning reduce the achievement gap in introductory biology. *Science*, 332(6034), 1213–6. <https://doi.org/10.1126/science.1204820>
- Houart, M. (2017). L'apprentissage autorégulé : quand la métacognition orchestre motivation, volition et cognition. *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur*, 33(2). <https://doi.org/10.4000/ripes.1246>
- Jost, S.G. et Vieille-Grosjean, H. (2019). De l'évaluation à l'autoévaluation : d'un apprentissage défensif à un apprentissage expansif. *Contextes et didactiques*, 13. <https://doi.org/10.4000/ced.870>
- Knight, J.K. et Wood, W.B. (2005). Teaching More by Lecturing Less. *Cell Biology Education*, 4(4), 298–310. <https://doi.org/10.1187/05-06-0082>
- Krathwohl, D.R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy, An Overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Lage, M.J., Platt, G.J. et Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43. <https://doi.org/10.2307/1183338>
- Lalle, P. et Bonnafous, S. (2019). La révolution pédagogique de l'enseignement supérieur, une universalité géographique et paradigmatique. Introduction. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 80, 49–60. <https://doi.org/10.4000/ries.8142>
- Lameul, G. et Loisy, C. (2014). *La pédagogie universitaire à l'heure du numérique : Questionnement et éclairage de la recherche*. De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.lameul.2014.01>
- Langevin, L. (2007). *Formation et soutien à l'enseignement universitaire : Des constats et des exemples pour inspirer l'action*. Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv18pgjxv>
- Larue, C. et Hrimech, M. (2009). Analyse des stratégies d'apprentissage dans une méthode d'apprentissage par problèmes : le cas d'étudiantes en soins infirmiers. *Revue*

Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur, 25(2).
<https://doi.org/10.4000/ripes.221>

Lebrun, M., Gilson, C. et Goffinet, C. (2016). Vers une typologie des classes inversées. Contribution à une typologie des classes inversées : éléments descriptifs de différents types, configurations pédagogiques et effets. *Éducation & Formation*, e-306(2), 125–146.
<http://hdl.handle.net/2078.1/183211>

Lo, C.K. et Hew, K.F. (2017). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: possible solutions and recommendations for future research. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(4). <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0044-2>

Ménard, L. et St-Pierre, L. (2014). *Se former à la pédagogie de l'enseignement supérieur*. Chenelière éducation.

Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30, 159–167. <https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006>

Momsen, J.L., Long, T.M., Wyse, S.A. et Ebert-May, D. (2010). Just the facts? introductory undergraduate biology courses focus on low-level cognitive skills. *CBE-Life Sciences Education*, 9(4), 435–440. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-01-0001>

Morlaix, S. et Lambert-Le Mener, M. (2015). La motivation des étudiants à l'entrée à l'université : quels effets directs ou indirects sur la réussite ? *Recherches en éducation*, 22. <https://doi.org/10.4000/rec.7204>

Normand, L. (2017). L'apprentissage actif : Une question de risques... Calculés. *Pédagogie collégiale*, 31(1), 5–12. <http://aqpc.qc.ca/sites/default/files/revue/normand-vol.31-1.pdf>

Pourcelot, C. (2020). À l'épreuve d'enseigner à l'Université. Enquête en France, par Saeed Paivandi et Nathalie Younès. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur* 36(2). <https://doi.org/10.4000/ripes.2806>

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *The Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

Rege Colet, N. et Romainville, M. (2006). *La pratique enseignante en mutation à l'université*. De Boeck Supérieur. <https://www.cairn.info/la-pratique-enseignante-en-mutation--9782804152468.htm>

- Rodríguez, G., Díez, J., Pérez, N., Baños, J.E. et Carrió, M. (2019). Flipped classroom: Fostering creative skills in undergraduate students of health sciences. *Thinking Skills and Creativity*, 33(100575). <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100575>
- Romano, G. (1991). Étudier... En Surface Ou En Profondeur ? *Pédagogie collégiale*, 5(2), 6–11. http://www.cdc.qc.ca/actes_aqpc/1991/romano_110_actes_aqpc_1991.pdf
- Southard, K., Wince, T., Meddleton, S. et Bolger, M.S. (2016). Features of knowledge building in biology: Understanding undergraduate students' ideas about molecular mechanisms. *CBE-Life Sciences Education*, 15(1), 1–16. <https://doi.org/10.1187/cbe.15-05-0114>
- Strelan, P., Osborn, A. et Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30(100314). <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314>
- Theobald, E.J., Hill, M.J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E.N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D.L., Cooper, J.D., Dunster, G., Grummer, J.A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L. 2nd, Jordt, H., Keller, M., Lacey, M.E., Littlefield, C.E.,...Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Université de Sherbrooke. (2011). *Faire la classe mais à l'envers : la « flipped classroom »*. *Perspectives SSF*. <https://www.usherbrooke.ca/ssf/veille/perspectives-ssf/numeros-precedents/novembre-2011/le-ssf-veille/faire-la-classe-mais-a-lenvers-la-flipped-classroom/>
- Université de Sherbrooke. (2015). *L'apprentissage inversé*. https://www.usherbrooke.ca/ssf/fileadmin/sites/ssf/Face_et_pile/face_pile_app-inversee_version_finale.pdf
- Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*. De Boeck Supérieur.
- Wolfs, J.-L. (2007). *Méthodes de travail et stratégies d'apprentissage : du secondaire à l'université : Recherche - Théorie - Application*. De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.wolfs.2007.01>

Remerciements

Nous remercions vivement Isabelle Demachy, Véronique Depoutot et Gilles Ulrich pour leur soutien tout au long du projet. Merci à Éléonore Douarche, qui nous a initiés à l'utilisation de la plateforme eCampus alors que son déploiement sur l'Université n'était qu'embryonnaire. Notre projet a été accompagné et nourri au fil du temps par les différents acteurs de la chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique de l'Université Paris-Saclay. Un grand merci en particulier à Jeanne Parmentier, Marine Moyon et Martin Riopel pour l'émulation intellectuelle et l'aide méthodologique apportée. Enfin, nous souhaitons remercier chaleureusement toute l'équipe pédagogique de « Biologie cellulaire et Développement » et en particulier Odile Bronchain, Françoise Jamen, Olivier Delis, Caroline Borday et Patrick Pla qui ont pris part à l'aventure en 2020 et accepté d'enseigner différemment pendant un semestre.