

La classe inversée et des podcasts pour favoriser un apprentissage individualisé dans le cadre d'un cours scientifique à population hétéroclite

*DELPORTE, Cédric*¹

*VAN ANTWERPEN, Pierre*¹

*VANDEN DAEL, Anaëlle*²

¹ *ULB, Faculté de Pharmacie, Bruxelles, Belgique*

² *ULB, Conseiller pédagogique, Bruxelles, Belgique*

Résumé

Cet article traite de la mise en place du dispositif des classes inversées et de la création d'outils pédagogiques (podcasts, plateforme virtuelle, questionnaires) dans le cadre d'un module s'inscrivant dans un cours scientifique, délivré à l'Université libre de Bruxelles, suivi par des étudiants de facultés différentes et d'années différentes. Ce système de la classe inversée fut innovant tant pour les étudiants que pour les enseignants, qui découvraient cette approche pédagogique. Cette expérience fut enrichissante. Elle a permis de solutionner des problèmes rencontrés par les enseignants lors d'un enseignement traditionnel. D'autre part, elle illustre l'intérêt des étudiants à suivre d'autres cours organisés selon ce modèle. En effet, l'évaluation du dispositif a mis en avant des résultats encourageants et prometteurs.

Summary

This manuscript describes the organisation of flipped classrooms and creation of pedagogic tools (podcast, virtual platform, quiz) in the context of a scientific lecture attended by students from different faculties and different levels. Flipped classrooms were innovative for the students and teachers who discovered this pedagogic approach. This experience was fruitful. It has allowed us to solve problems encountered during traditional teaching approaches. Moreover, it illustrated the interest of students to attend other lectures organized with same model. Indeed, the evaluation of the system showed encouraging and promising results.

Mots-clés : Méthode d'enseignement, apprentissage individualisé, classes inversées, podcasts, sciences

Introduction

La spectrométrie de masse est une technique analytique très importante dans les domaines de la pharmacie et de la chimie (Gillespie & Winger, 2011). Bien que l'importance de cette matière a grandi au cours des années dans notre société, nos programmes d'enseignement en sciences pharmaceutiques et chimiques ne consacrent que peu d'heures à l'enseignement de cette matière. Dès lors, les objectifs de cet enseignement sont difficilement atteignables, à savoir: (i) familiariser les étudiants avec les concepts et les appareils lors d'un cours théorique ex-cathedra, (ii) apprendre à interpréter les données obtenues avec les machines pour identifier des molécules chimiques simples lors de séminaires. Les instruments évoqués sont coûteux, et peu disponibles pour les étudiants. Ainsi, sans un accès régulier aux instruments, il est difficile d'intéresser les étudiants et de donner du sens aux enseignements théoriques, car l'aspect pratique, la visualisation de la manipulation des instruments, n'est pas exploitée. Cette distance entre la théorie et la pratique entraîne une démotivation des étudiants qui se traduit par un manque d'investissement dans cet enseignement.

Par ailleurs, la spectrométrie de masse n'est qu'une partie d'une unité d'enseignement¹ où se retrouvent d'autres techniques analytiques, toutes aussi complexes, enseignées par différents enseignants. La partie spectrométrie de masse ne constitue donc qu'un tiers de la partie théorique et moins d'un quart des séminaires accompagnant la théorie. Dès lors, l'évaluation de la spectrométrie de masse n'est qu'une petite partie de la note attribuée pour l'unité d'enseignement². Cette répartition n'aide pas non plus les étudiants à s'investir dans cet enseignement.

Enfin, l'organisation de l'unité d'enseignement est construite de façon linéaire. Elle comporte une partie théorique délivrée sous la forme de cours ex-cathedra, prodigués par deux professeurs, et une partie pratique délivrée sous la forme de séminaires qui classiquement illustrent et exploitent les notions théoriques. Toutefois, lors de ces séminaires, la théorie doit régulièrement être retravaillée, car celle-ci n'est pas maîtrisée par les étudiants. Ainsi, une partie du temps des séminaires d'exercices est utilisée pour répéter la théorie. Cette problématique est d'autant plus marquée que nous avons dans la classe des étudiants issus de la deuxième année de pharmacie et de la troisième année de chimie venant donc de facultés différentes et avec des niveaux de connaissances très différents³. En conséquence, le rappel théorique vu au séminaire concernait plus souvent les Pharmaciens et moins les Chimistes.

L'ensemble de ces constats nous ont amenés à réfléchir quant à la mise en place d'un nouveau dispositif d'enseignement et également d'apprentissage pour favoriser l'optimisation du temps durant les séances en présentiel, pour favoriser une motivation d'apprendre chez les étudiants, pour favoriser l'implication des étudiants et enfin, pour favoriser un enseignement qui tienne compte du niveau de connaissances et du rythme d'apprentissage de chaque étudiant. Ainsi, une réflexion s'est engagée, entre nous, enseignants, assistants et conseiller pédagogique, sur le choix du nouveau dispositif pédagogique à mettre en place.

¹ Le décret « Paysage » a engendré la modification des programmes et le regroupement de différents cours sous une même unité d'enseignement.

² Une seule note peut être attribuée par unité d'enseignement. Celle-ci est souvent construite proportionnellement au temps d'enseignement de chaque activité constituant cette dernière.

³ Des étudiants de la Faculté des Sciences en bachelier bloc3 et des étudiants de la Faculté de Pharmacie bachelier bloc2.

Le dispositif

Depuis plusieurs années, les pratiques traditionnelles d'enseignement essuient de nombreuses critiques quant au manque d'implication qu'elles provoquent chez les étudiants dans la construction de leurs savoirs, au manque de motivation à fréquenter les auditoriums, au manque de sens apportés aux concepts théoriques. Ces constats engendrent une évolution dans le monde de la pédagogie et sont apparues de nombreuses pédagogies dites innovantes proposant une revisite de l'enseignement ex-cathedra et ce sous différentes formes (Houssay, 2014).

Après plusieurs lectures et discussions concernant la modification de l'organisation du module de la spectrométrie de masse, le dispositif pédagogique des classes inversées tel que défini par Nizet & al. (2016) a retenu notre attention. Le dispositif de la classe inversée est une approche pédagogique innovante qui a vu le jour dans les années 2000 grâce à deux enseignants, Jonathan Bergmann et Aaron Sams. Ils ont introduit et développé des capsules vidéos démonstratives et explicatives des concepts théoriques travaillés en classe dont le premier but était d'aider les élèves absents à se remettre à niveau. Ils ont constaté avec le temps que celles-ci étaient bénéfiques à tous leurs élèves, et ce, par un changement d'attitude en classe. Les élèves étaient plus actifs et plus intéressés à travailler la matière (Dumont & Berthiaume, 2016).

Contexte pédagogique

Le dispositif pédagogique devait tenir compte de certaines variables qui devaient rester inchangées : le nombre d'étudiants, le nombre d'heures et le contenu théorique. Ainsi, nous nous sommes concentrés sur la modification des espaces-temps de l'apprentissage et de l'enseignement (Rege Colet, 2016). Malgré un large choix d'approches pédagogiques, le dispositif de classes inversées et l'utilisation de podcasts ont su répondre à ces attentes (Dube & al., 2015). En effet, ce dispositif permet d'optimiser le temps de travail durant les séances en présentiel (Dumont & Berthiaume, 2016). La classe inversée place les étudiants dans un premier temps de travail qui se fait à la maison de manière individuelle (Lebrun, 2016). Il s'agit là d'un temps consacré à la découverte des concepts théoriques et à leurs compréhensions. Les étudiants travaillent à leur rythme, dans une ambiance favorable à l'apprentissage (Raymond, 2006). Ils sont ainsi actifs de leurs enseignements et de leurs apprentissages (Camel, 2015). L'association avec un enseignement à distance peut se faire grâce à l'utilisation de divers outils, comme des syllabus, des slides, des podcasts ou encore à la réalisation de tâches de recherches (Lebrun, 2016). Dans le cadre du cours de spectrométrie de masse, nous avons opté d'une part pour l'utilisation de podcasts¹ mis à disposition des étudiants. Ainsi, ils peuvent visionner les vidéos autant de fois qu'ils le souhaitent pour parfaire leur compréhension. Les podcasts ont été créés de manière à donner une explication théorique parallèlement aux études de cas des séminaires, ce qui apporte du sens aux enseignements (Bélanger, 2013 ; Roland & Emplit, 2015). D'autre part, nous avons opté pour la réalisation de recherches individuelles et la mise en place d'une séance de questions-réponses et deux séances de collaborations entre les pairs favorisant dans les différents cas des échanges entre les étudiants et entre les étudiants et les enseignants (Bissonnette & Gauthier, 2012). Il est important d'exploiter les

¹ Nous considérons le podcast comme étant « un fichier audio et/ou vidéo publié sur internet et automatiquement téléchargeable sur un ordinateur ou un support mobile (...) » (Roland & Emplit, 2015, p.2).

séances de présentiel en évitant de retomber dans les travers d'un cours ex-cathedra (Camel, 2015 ; Dube & al., 2015 ; Lebrun, 2016).

Dans la mise en place d'un système de classes inversées, il est important de trouver un équilibre entre l'enseignement à distance qui se fait de manière autonome, une mise à niveau régulée par l'étudiant lui-même et un retour sur ses acquis, ainsi qu'un positionnement de l'étudiant face à ses connaissances (Camel, 2015). L'étudiant doit pouvoir contrôler l'état de sa compréhension suite à l'enseignement qu'il a reçu. En générale, les auteurs préconisent l'utilisation de débats et de séances de questions-réponses comme précités, toutefois, il existe également l'utilisation de questionnaires d'auto-évaluation en ligne à compléter suite au visionnement des podcasts (Dube & al., 2015 ; Nizet & al., 2016). Si l'étudiant échoue le test, il est libre d'aller revoir les vidéos pour compléter son enseignement. Cette étape a également retenu notre attention dans la mise en place du nouveau dispositif.

Enfin, pour faciliter le partage des informations et des différentes sources d'enseignement, les auteurs prônent l'utilisation d'une plate-forme en ligne (Fournier & Ono-dit-Biot, 2015). À l'Université libre de Bruxelles, nous utilisons depuis deux ans maintenant la plate-forme moodle, appelée communément « l'université virtuelle », qui permet un échange facile d'informations et d'outils entre les enseignants et les étudiants.

Suite à cette analyse du système des classes inversées, nous avons entrepris un travail de créations des outils (podcasts, questionnaires, quizz, consignes, etc.), un travail d'adaptation de contenu et un travail de réorganisation de l'horaire de cours pour mener à bien la mise en place de ce nouveau dispositif. Ainsi, il a été utilisé et testé pour la première fois durant l'année académique 2015-2016.

Mise en place du dispositif

Positionnement du module

Dans le cadre du module de la spectrométrie de masse, il y a 75 étudiants - 50 en bloc2 du bachelier de Pharmacie et 25 en bloc3 du bachelier de Chimie – qui participent à l'unité d'enseignement qui est composée de 18h de théorie et de 18h de séminaires. La théorie reprend les concepts et les applications sur les méthodes analytiques spectroscopiques et spectrométriques. Les séminaires, eux, permettent aux étudiants d'identifier des molécules organiques simples à l'aide des résultats obtenus par les techniques vues au cours - spectres RMN, UV-Vis, IR et spectres MS.

Afin de comprendre le positionnement du module de la spectrométrie de masse (MS) au sein de l'unité d'enseignement dans laquelle il se retrouve, le tableau 1 (en annexe) reprend le dispositif général du cours. Le cours comprenant le nouveau module de la spectrométrie de masse s'organise en trois temps forts :

Temps 1 (février): les étudiants assistent aux cours théoriques de résonance magnétique nucléaire (RMN) et infrarouge (IR) à raison de deux à quatre heures par semaine durant quatre semaines. En parallèle, les étudiants sont amenés à regarder les podcasts sur la partie interprétation des spectres de masse.

Temps 2 (mars): les étudiants assistent aux séminaires pour interpréter des spectres à raison de deux à quatre heures par semaine durant trois semaines. En parallèle, pendant ces trois semaines, les étudiants sont amenés à regarder la seconde partie les podcasts sur la partie instruments et

applications. Ils doivent ensuite choisir et poster sur « l'université virtuelle » un article scientifique qui exploite un instrument de spectrométrie de masse type.

Temps 3 (avril/mai): les étudiants assistent aux séminaires pour interpréter des spectres à raison de deux à quatre heures par semaines durant trois semaines. En parallèle, ils participent à trois séances de deux heures de présentiel dans le cadre du module de la spectrométrie de masse, ce qui fait suite au visionnement des podcasts. Deux heures supplémentaires sont prévues pour les étudiants en bachelier en sciences chimiques qui ont au programme deux heures de plus que les étudiants en bachelier en sciences pharmaceutiques.

Les trois séances de présentiel ont été organisées comme suit :

Séance 1: elle a pour but de faire le point sur les connaissances des étudiants. Elle est organisée sous la forme d'un questionnaire interactif via internet ou SMS grâce au site internet Wooclap (www.wooclap.com).

Séance 2: les étudiants viennent avec un article scientifique qui parle de spectrométrie de masse et leurs réponses à un questionnaire. En séance, ils sont rassemblés par thématique afin de réaliser un travail collaboratif, en mettant en commun leurs réponses et en généralisant les approches utilisant la spectrométrie de masse. Après discussion, ils préparent une présentation pour expliquer aux autres groupes les résultats de leur discussion.

Séance 3: elle a pour but de renforcer et d'étayer les connaissances des étudiants sur différents thèmes du cours. Les étudiants présentent en groupe le résultat de leur collaboration sous forme de PowerPoint.

Séance supplémentaire pour les étudiants en sciences chimiques: elle a pour but de travailler sur des résolutions de cas concrets. Les étudiants doivent chercher sur base de leurs connaissances et de la littérature, les méthodes les plus adaptées pour analyser une série de molécules données. Ensuite, une discussion a lieu sur les options choisies, les éventuelles adéquations et les éventuelles alternatives.

La création et l'utilisation des podcasts

L'utilisation de podcasts a été jugée utile pour la mise en place du système des classes inversées dans le cadre du module de spectrométrie de masse. Nous avons créé 24 vidéos qui durent de 3 à 17 minutes sous forme de powerpoint commenté¹. Les podcasts sont stockés sur le site podcastULB² et accessible via un lien sur « l'université virtuelle ». Chaque vidéo peut être regardée une infinité de fois. Après le visionnement de chaque podcast, un questionnaire d'auto-évaluation sur la thématique de la vidéo est accessible à l'étudiant ; des indices renvoient l'étudiant vers le podcast quand il fournit une réponse erronée. Ainsi les podcasts ont également un rôle de remédiation dans l'apprentissage des étudiants.

¹ Il n'y a pas de face caméra dans les podcasts créés.

² L'ULB a une cellule podcast qui existe depuis plusieurs années et qui encadrent les enseignants souhaitant utiliser des vidéos dans le cadre de leurs cours.

L'évaluation

Le processus d'évaluation

Le nouveau dispositif pédagogique a été évalué et est actuellement encore en cours d'évaluation. Nous ne souhaitons pas faire de notre analyse une généralité, mais celle-ci a pour but de nous conforter dans nos démarches et d'inciter d'autres enseignants à se lancer dans une expérience de classes inversées. Pour nous permettre de nuancer aux mieux nos résultats, nous avons mené une évaluation sur deux niveaux. Le premier niveau d'analyse concerne une évaluation de satisfaction avec une échelle d'évaluation et suscitant justification et/ou un commentaire. Le second niveau d'analyse concerne une évaluation des connaissances. Pour cette évaluation, un questionnaire axé sur des concepts de la spectrométrie de masse a été rédigé et donné aux étudiants lors de la première séance des classes inversées, en avril 2016. Le même questionnaire a été donné aux mêmes étudiants à la fin de la séance 3, en mai 2016. Notons que si le questionnaire était identique, les questions étaient randomisées. Le même questionnaire a également été donné en mai 2016 aux étudiants¹ ayant suivi le module l'année précédente selon l'ancien dispositif. La dernière étape se déroulera en mai 2017, les étudiants ayant connu le nouveau dispositif en 2015-2016 répondront à nouveau au questionnaire. Pour appuyer les résultats, en juin 2016, une question de l'examen de spectrométrie de masse est restée identique à l'une des questions de l'examen de juin 2015.

L'analyse des résultats

Pour le premier niveau de l'évaluation, 25 étudiants ont répondu au questionnaire (33,3 %) dont 15 sont en bloc2 en bachelier de pharmacie (30 %) et 10 en bloc3 en bachelier de chimie (40 %). De manière générale, le nouveau dispositif a largement plu. Suite à l'analyse des résultats, nous constatons que tous les étudiants (25/25) ont trouvé les podcasts clairs. D'autre part, quasiment à l'unanimité (24/25) les étudiants les ont trouvées intéressants et apportant des notions théoriques. Une majorité des étudiants (22/25) reconnaissent que l'accès à des podcasts était une plus-value et reconnaissent avoir pris des notes en regardant les vidéos pour construire leur cours. Un étudiant a d'ailleurs précisé que « *le système de podcast me paraissait plutôt contraignant au début, mais je me suis rendu compte qu'avoir un accès aux vidéos que nous pouvions écouter et réécouter si nécessaire était au final très pratique* ». Néanmoins, un autre étudiant met en avant un problème au niveau de la durée de certains podcasts : « *les vidéos de 16 minutes paraissent longues lors de la prise de notes* ». Nous précisons qu'une seule vidéo a duré aussi longtemps même s'il n'est pas recommandé de réaliser des vidéos trop longues pour garder les avantages que celles-ci procurent (Bélanger, 2013 ; Roland & Emplit, 2015).

Le système de classe inversée dans son ensemble a également été apprécié d'une majorité des étudiants (21/25). Plus en détail, seuls deux étudiants ont estimé ce dispositif moins propice à l'apprentissage contre six étudiants qui ne voient pas de différence avec un type d'enseignement traditionnel et dix-sept étudiants qui estiment qu'il s'agit d'un dispositif apportant une plus-value. Si beaucoup d'étudiants (23/25) estiment que ce type d'enseignement demande plus d'investissement personnel par rapport à un cours magistral, seul douze d'entre eux estiment qu'il demande une plus grande densité de travail. Toutefois, beaucoup (22/25) pensent qu'il permet une meilleure assimilation de la matière. Au niveau des commentaires, deux éléments nous semblent

¹ Ces étudiants sont en bloc3 du bachelier en sciences pharmaceutiques.

importants à relever. Premièrement, si le dispositif demande plus d'investissement et plus de temps au départ, il permet néanmoins de gagner du temps au moment de l'étude, « *Il est certain que l'investissement est un peu plus conséquent, mais lorsque j'ai dû étudier cette matière (...), la moitié voir les trois quarts de la théorie étaient déjà bien ancrés et cela facilite grandement l'étude* ». Deuxièmement, le dispositif permet aux étudiants de travailler à leur rythme, « *Cette méthode (...) fait gagner du temps précieux à l'étudiant, il ne doit pas se déplacer, il apprend beaucoup plus vite (...) et il est attentif plus longtemps. De plus, il peut avancer à son rythme, comme bon lui semble* ».

Concernant les retours sur les séances en présentiel, le questionnaire interactif de la première séance a été décrit comme intéressant, mais trop long et trop répétitif par rapport aux quizz proposés sur « l'université virtuelle » après chaque podcast. La recherche d'article a quant à elle été jugée peu intéressante par la moitié des étudiants, il s'agit là des étudiants de chimie qui ont d'autres cours axés sur la recherche et l'exploitation d'articles. Toutefois, ils reconnaissent que travailler sur les articles et ensuite de les présenter permet une consolidation de la matière et d'améliorer les connaissances notamment par la discussion et les échanges en groupe.

Pour le second niveau de l'évaluation, l'analyse des résultats démontre l'impact positif des classes inversées sur les connaissances puisque la moyenne de la classe passe de $10,9 \pm 0,5$ à $12,9 \pm 0,4$ sur 20 pour le questionnaire distribué avant et après les classes inversées (Paired t-test, $n=48$; $p<0,001$). Si on compare une question d'examen portant sur de la matière du module de la spectrométrie de masse entre les deux cohortes d'étudiants à une année d'intervalle, nous constatons que les résultats sont significativement meilleurs en ayant suivi le module organisé selon le nouveau dispositif. La médiane en 2015-2016 est de 3,00 sur 4 [2,25-4,00] contre une médiane en 2014-2015 de 2,00 sur 4 [1,00-3,375] ($n = 44$ vs 48, Mann-Whitney rank sum test ; $p<0,005$). Pour une autre question de l'examen qui n'était pas en lien avec le nouveau dispositif, également identique pour les deux cohortes, la médiane est passée de 2,5 en 2014-2015 à 2 en 2015-2016. Ainsi, une amélioration n'a pas pu être constatée sur l'entièreté du cours, mais plus précisément sur la module de la spectrométrie de masse qui a utilisé le système des classes inversées.

Pour terminer, les étudiants n'ayant pas connu le nouveau dispositif ont été interrogés après un an et semblent avoir un niveau de connaissance moindre. La médiane est à 10 ($n = 54$ contre 12,9 $n = 48$). Néanmoins, nous devons comparer ces résultats avec le même questionnaire distribué aux étudiants ayant connu le nouveau dispositif un an après avoir suivi le cours, en juin 2017, pour vérifier si ces connaissances s'inscrivent dans la durée.

Conclusions et perspectives

La mise en place du nouveau dispositif pédagogique et l'utilisation d'outils pédagogiques innovants avaient pour objectif de motiver les étudiants à s'investir, à travailler à leur rythme et à améliorer leurs connaissances dans le domaine de la spectrométrie de masse malgré leur niveau très différent. Il ressort de l'évaluation de satisfaction que ce dispositif a été apprécié par les étudiants, qui souhaitent d'ailleurs avoir davantage de cours organisés d'après cette approche pédagogique. Les étudiants mettent en avant l'avantage du travail individuel tant pour le respect du rythme de chacun à intégrer l'enseignement reçu et par conséquent, le respect du niveau de connaissances de chacun. Les résultats de l'évaluation démontrent également que dans le cadre d'une évaluation certificative, les étudiants ayant suivi ce type d'enseignement, dispensé sous la forme de classes inversées, ont de

meilleures connaissances théoriques. Néanmoins, nous devons encore attendre quelques mois et les résultats d'une dernière enquête pour vérifier si l'amélioration de ces connaissances s'inscrit dans la durée. Malgré le retour positif global, certaines modifications sont à envisager pour la seconde année d'expérience. Il s'agit plus précisément de retravailler l'organisation de la première séance en présentiel en réduisant le nombre de questions et en suscitant un débat chez les étudiants pour en discuter.

Enfin, il est important de préciser que malgré ses avantages et ses intérêts pédagogiques, la mise en place de ce dispositif n'a pas été facile. Il nous a fallu de la réflexion, du temps et la conviction des biens faits de ce système. Cependant, grâce à « l'université virtuelle », l'implantation du dispositif pour les années suivantes se fait plus facilement. L'expérience est donc réitérée pour la seconde fois pour le module de la spectrométrie de masse durant l'année académique 2016-2017. Nous envisageons d'étendre le dispositif au sein de l'unité d'enseignement qui englobe la spectrométrie de masse et pourquoi pas à d'autres cours. Si certains enseignants sont intéressés, nombreux sont ceux qui sont encore réfractaires aux changements (Jeffrey et al., 2014). Mais comme le dit si bien Viau (2006), la motivation de s'investir, la motivation à relever les défis et la motivation à surmonter les difficultés doit s'approprier.

Références

- Bélanger, D. (2013). Un exemple appliqué de classe inversée. *Pédagogie Collégiale*, 27(1), 9–13.
- Camel, V. (2015). Delivrer le savoir autrement : Premiers pas vers la classe inverses. Analyse de deux expériences ponctuelles de pédagogie inversée. In *Innover : comment et pourquoi : actes du VIII^e colloque de Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur* (pp. 197-203). Brest.
- Dumont, A. & Berthiaume, D. (2016). *La pédagogie inversée. Enseigner autrement dans le supérieur avec la classe inversée*, Belgique : De Boeck.
- Gillespie, T.A., Winger, B.E. (2011), Mass spectrometry for small molecule pharmaceutical product development : A review. *Mass Spectrom. Rev.* 30: 479-490. doi:10.1002/mas.20289.
- Houssay, J. (2014). *La pédagogie traditionnelle : Une histoire de la pédagogie suivi de Petites histoires des savoirs sur l'éducation*, France : Fabert.
- Jeffrey, L. M., Milne, J., Suddaby, G., & Higgins, A. (2014). Blended learning: How teachers balance the blend of online and classroom components. *Journal of Information Technology Education: Research*, 13, 121-140. Retrieved from <http://www.jite.org/documents/Vol13/JITEv13ResearchP121-140Jeffrey0460.pdf>.
- Lebrun, M. (2016). La classe inversée au confluent de différentes tendances dans un contexte mouvant. In A. Dumont & D. Berthiaume (Eds), *La pédagogie inversée. Enseigner autrement dans le supérieur avec la classe inversée* (pp. 51-72), Belgique : De Boeck.
- Nizet, I., Galiano, O., Meyer, F. (2016). Vers un cadrage théorique pour comprendre la classe inverse. In A. Dumont & D. Berthiaume (Eds), *La pédagogie inversée. Enseigner autrement dans le supérieur avec la classe inversée* (pp. 39-50), Belgique : De Boeck.
- Raymond, D. (2006). *Qu'est-ce qu'apprendre et qu'est-ce qu'enseigner ? Un tandem en piste !*, Montréal : Association québécoise de pédagogie collégiale.
- Rege Colet, N. (2016). L'institution face à l'innovation pédagogique : la construction du changement entre repères théoriques et mesures administratives. In A. Dumont & D.

- Berthiaume (Eds), *La pédagogie inversée. Enseigner autrement dans le supérieur avec la classe inversée* (pp. 51-72), Belgique : De Boeck.
- Viau, R. (2006). La motivation des étudiants à l'université : mieux comprendre pour mieux agir. *Conférence non publiée*, Université de Liège.
- Roland, N. (2012). Le podcasting à l'université : pourquoi ? Comment ? Pour quels résultats ? *Proceedings of the 27th Congress of the Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU)*, 14 - 18 May, Trois-Rivières, Canada, 268-274.
- Roland, N. & Emplit, Ph. (2015). Enseignement transmissif, apprentissage actif : usages du podcasting par les étudiants universitaires. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 31. En ligne: <http://ripes.revues.org/932>
- Dube, J.S., Gaulin, F., Turcotte, D. (2015). L'apprentissage inversé. Face et Pile, Université de Sherbrooke. En ligne : https://www.usherbrooke.ca/ssf/fileadmin/sites/ssf/Face_et_pile/face_pile_app-inversee_version_finale.pdf, Consulté le 25 novembre 2016
- Bissonnette, S. et Gauthier, C. (2012). Faire la classe à l'endroit ou à l'envers ? Formation et profession, 20(1), 2, 23-28.
- Fournier, D. & Ono-dit-Biot, J.-R. (2015). Un dispositif de formation à la conception de formations hybrides à l'Université du Havre, In *Innover : comment et pourquoi : actes du VIIIème colloque de Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur* (pp. 759-764). Brest

Annexe 1

Contenu	2014-2015		2015-2016		
	Dispositif	h	Dispositif	h	
Théorie :	Cours cathedra		Cours cathedra		
RMN		6		ex 6	
UV-Vis		3			3
IR		3		3	
MS		6/8	Classes inversées	6/8	
Séminaires	Travaux dirigés	18	Travaux dirigés	18	

Tableau 1: Résumé de l'organisation de l'unité d'enseignement qui regroupe le module de spectrométrie de masse, avant et après modification de l'organisation du cours incluant le dispositif des classes inversées.