Classe inversée en sciences de la vie et de la Terre. Des difficultés spécifiques au dispositif ?

Flipped classroom in biology class. Specific difficulties with the system?

Marion van Brederode

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ree/10084>

DOI : 10.4000/ree.10084

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Nantes Université

Référence électronique

Marion van Brederode, « Classe inversée en sciences de la vie et de la Terre. Des difficultés spécifiques au dispositif ? », *Recherches en éducation* [En ligne], 46 | 2022, mis en ligne le 01 janvier 2022, consulté le 01 avril 2022. URL : <http://journals.openedition.org/ree/10084> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.10084>

Recherches en éducation est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Dossier

La classe inversée : activité des enseignants, activité des apprenants

Coordonné par Marie-Sylvie Claude

GROUPE « CLASSE INVERSÉE » DU RÉSEAU RESEIDA – *Édito* – 2

MARIE-SYLVIE CLAUDE & PATRICK RAYOU – *Un enseignement littéraire en classe inversée : les dessous d'un contrat* – 9

MARION VAN BREDERODE – *Classe inversée en sciences de la vie et de la Terre. Des difficultés spécifiques au dispositif ?* – 22

VALÉRIE LUSSI BORER, ALAIN MULLER & STÉPHANIE RUBI – *Inverser la classe : quelles expériences ? Analyse de l'activité des élèves* – 34

JACQUES CRINON & GEORGES FERONE – *Réseaux connectés d'enseignants et développement professionnel* – 46

DOROTHÉE BAILLET & FRANÇOISE ROBIN – *Classe inversée en enseignement supérieur et dynamique d'élaboration du savoir : le point de vue des enseignants* – 59

CÉCILE ALLARD & ALINE ROBERT – *Étudier les classes inversées en mathématiques. Préalables méthodologiques sur les cours : le cas particulier des « capsules »* – 72

SYLVIE MAS – *« Devenir inverseur ».. Trajectoire de participation d'une enseignante à un tweetchat animé par le collectif Inversons la classe !* – 87

HUI ZHANG & MENGQI ZHANG – *Tendances et évolution des recherches sur la classe inversée en Chine et dans le monde* – 101

Varia

KARIM BOUMAZGUIDA, GAËTAN TEMPERMAN, BRUNO DE LIÈVRE – *Quels outils d'aide à la réussite pour quels profils d'apprenants dans un MOOC hybride ?* – 120

CÉDRIC DABO & SYLVAIN CONNAC – *Les représentations des étudiants tuteurs en masso-kinésithérapie sur le dispositif de tutorat entre pairs* – 139

LAURENT FAHRNI & TANIA OGAY – *Préparer l'entrée à l'école ? Analyse d'une pratique de transition œuvrant à la frontière entre l'école et les familles au sein d'un établissement scolaire du canton de Fribourg* – 155

SYLVIE MOUSSAY & SUZANNE ABDUL-REDA ABOURJEILI – *Une intervention en clinique de l'activité à visée transformative : apports pour la conception d'une formation de formatrices et formateurs libanais* – 167

Recensions

Recension par Adrien Bourg
Le Belcanto. Une analyse située de pratiques didactiques, ISABELLE BALMORI – 183

Recension par Cécile Redondo
L'humanité contre l'Anthropocène. Résister aux effondrements, RENAUD HÉTIER – 186

Recension par Michel Fabre
Une société d'accompagnement. Guides, mentors, conseillers, coaches : comment en est-on arrivé là ?, MAELA PAUL – 191

Classe inversée en sciences de la vie et de la Terre. Des difficultés spécifiques au dispositif ?

Marion van Brederode

Enseignante, Université de Genève (Suisse)

Résumé

Cet article étudie la mise en œuvre d'un dispositif de classe inversée par une enseignante dans le cadre d'un enseignement sur la digestion chimique des aliments chez l'être humain en classe de cinquième. Une séance a été filmée, les productions des élèves et les supports de travail collectés, les interactions entre les élèves, qui travaillent en groupes, enregistrés et transcrits, puis des entretiens semi-directifs d'auto-confrontation aux traces de leur activité ont été menés avec l'enseignante et les élèves. L'analyse de ce corpus est cadrée par des appuis théoriques empruntés à la sociologie des apprentissages scolaires et à la didactique, notamment la didactique des sciences de la vie et de la Terre. Elle montre que la pratique ici définie par l'enseignante comme « classe inversée » ne résout pas, malgré son intention de le faire, certains des obstacles auquel l'enseignement traditionnel est confronté. D'une part, le choix de la capsule et son articulation avec les autres éléments du cours relèvent de questionnements autour des supports pédagogiques, dont il convient d'étudier les effets (éventuellement perturbateurs) sur les apprentissages des élèves. D'autre part, le recours au travail de groupe est pensé par l'enseignante comme lui donnant la possibilité de pouvoir superviser le travail de ses élèves en classe. Or, l'analyse montre que cette visée n'est pas vraiment atteinte : d'abord, du fait d'une inégale articulation de la modalité avec les savoirs visés, et ensuite, du fait des difficultés, pour l'enseignante, à repérer, et au moment propice, les malentendus que certains élèves développent à propos des visées du travail.

Mots-clés : pédagogie : méthodes et outils, changement et innovation, autonomie et socialisation, sciences (enseignement/éducation/rapport à)

Abstract

Flipped classroom in biology class. Specific difficulties with the system?

This article presents the implementation of a flipped classroom by a teacher in the context of teaching about the chemical digestion of food in humans in a French class with pupils 12-13 years old. A session was filmed, the pupils' productions and work support collected, the interactions between the pupils, who work in groups, were recorded and transcribed, and then semi-directive self-confrontation interviews were conducted with the teacher and the pupils, following the traces of their activity. The analysis of this corpus is framed by theoretical supports borrowed from the sociology of the teaching profession, from the analysis of the activity and from didactics, in particular the didactics of life and earth sciences. It shows that the reverse class system does not in itself resolve some of the obstacles that traditional teaching also faces. The choice of the capsule and its articulation with the other elements of the course raise questions about the teaching aids, the effects of which (possibly disruptive) on pupils' learning should be studied. In addition, the use of group work, which is fairly systematic in flipped classroom system, provides an opportunity to question the difficulties that this teaching method may pose for pupils and teachers, in particular the way in which it may lead to misunderstandings about the aims of the work requested.

Keywords: pedagogy: methods and tools, change and innovation, autonomy and socialization, sciences (teaching/education/relationship)

Il existe depuis quelques années un engouement important autour du dispositif pédagogique de classe inversée, mais qui se traduit par des mises en œuvre polymorphes (Lebrun, Gilson & Goffinet, 2016). Notre contribution s'inscrit dans le cadre d'une recherche collective¹ qui s'intéresse aux pratiques d'enseignants qui déclarent utiliser ce dispositif, dont les mises en œuvre sont très diverses. Cet article propose de s'intéresser plus particulièrement à sa mise en pratique par une enseignante de sciences de la vie et de la Terre (SVT). Émeline enseigne depuis dix ans et pratique la classe inversée depuis quatre ans. Elle s'y est engagée en même temps que six autres collègues de son établissement. Cet engagement et l'appartenance à un groupe qui en découle peuvent être interprétés comme une tentative de répondre au sentiment croissant d'insatisfaction au travail chez les enseignants (Barrère, 2017) et donc correspondre à une déclinaison du développement de nouvelles professionnalités (Lantheaume & Simonian, 2012 ; Rayou & van Zanten, 2004) pour faire face aux prescriptions de l'institution, en particulier en ce qui concerne le défi de faire réussir tous les élèves. Ce que nous entendons par « pratique de la classe inversée mise en œuvre par Émeline » comprend ce qui relève de l'inversion en elle-même, par exemple le fait de proposer aux élèves de visionner des capsules vidéos en dehors de la classe, mais aussi, car il est impossible de les détacher, toutes les autres modalités pédagogiques qu'Émeline lui associe et qui, pour certaines, pourraient apparaître comme non spécifiques de l'inversion, au sens où elles pourraient être mises en œuvre par des enseignants qui ne se revendiquent pas de la classe inversée. C'est le cas du travail en groupe, qui est quasiment la seule modalité pédagogique qui fédère le groupe des inverseuses auquel elle appartient. Émeline l'associe à sa définition de la classe inversée car il lui semble que cette modalité lui permet d'accompagner le travail des élèves de façon plus efficace que s'ils travaillaient individuellement et parce que, selon elle, cette modalité « *les pousse vers l'autonomie* ». Cet article propose donc d'étudier comment Émeline met en œuvre la classe inversée. De quelle façon les différentes modalités pédagogiques s'imbriquent-elles, sont-elles mises en cohérence et s'articulent-elles ? Comment s'empare-t-elle de ce dispositif et quelles sont les difficultés qu'elle rencontre ? Nous tentons également d'appréhender si, et comment, la pratique qu'elle définit comme classe inversée, semble favoriser les apprentissages des élèves ? Cette étude de cas pourrait modestement contribuer à la compréhension des difficultés que les enseignants peuvent rencontrer lorsqu'ils tentent de s'approprier le dispositif de classe inversée.

1. Une approche théorique plurielle

Plusieurs cadres théoriques sont mobilisés pour analyser la mise en œuvre de ce dispositif. En premier lieu, des emprunts sont faits à la sociologie des apprentissages scolaires. Dans ce cadre, les inégalités sociales de réussite scolaire sont envisagées comme résultant d'une co-construction (Bautier & Goigoux, 2004) : elles sont le produit de la rencontre entre des pratiques d'enseignement qui sollicitent des dispositions particulières, sans nécessairement les construire, et les dispositions sociocognitives que les élèves possèdent effectivement, mais qui ne sont pas forcément celles présumées. Il est important de préciser que les dispositions sociocognitives des élèves sont considérées comme résultant de la conjugaison de facteurs liés à la socialisation familiale et à la socialisation scolaire, et qu'elles ne sont pas fixes, elles sont toujours susceptibles d'évoluer. Les travaux menés dans ce cadre invitent à prendre au sérieux l'activité pédagogique dans laquelle les apprentissages se réalisent. Les dispositifs pédagogiques mis en œuvre dans l'école contemporaine possèdent des scénarii récurrents (Bonnéry, 2009) dont les caractéristiques peuvent participer à produire passivement ou activement des apprentissages inégaux (Rochex & Crinon, 2011). La classe inversée est un dispositif pédagogique innovant qui a pour visée principale d'aider les élèves, en dehors de la classe, à mieux travailler dans la classe (Lebrun & Lecocq, 2015). L'inversion, quelle que soit la façon dont elle est mise en œuvre, entraîne des réaménagements dans les modalités pédagogiques proposées aux élèves par les enseignants.

¹ Présentée dans l'introduction générale, et à laquelle se rattachent les articles 1 à 6.

L'étude de ces ajustements ne nous semble pas pouvoir être réalisée sans prendre en compte la spécificité des savoirs qui sont enseignés. En effet, l'étude de cas menée ici concerne la discipline scolaire des SVT et convoque dès lors des savoirs particuliers. Afin de saisir les difficultés que les élèves peuvent rencontrer dans leurs apprentissages et celles que les enseignants peuvent rencontrer dans un enseignement visant leur appropriation, nous mobilisons, en second lieu, des apports de la didactique des SVT et, plus particulièrement, des travaux menés dans le cadre de la problématisation qui postulent que les savoirs scientifiques en classe doivent être fondés en raison (Orange, 2012 ; Lhoste, 2017). Ce qui nous intéresse tout particulièrement, c'est leur fort ancrage épistémologique, qui permet d'appréhender les difficultés d'appropriation liées aux transformations que les savoirs subissent. Est-ce que les difficultés généralement repérées dans ces travaux sont amoindries dans la mise en œuvre de la classe inversée d'Émeline, et si oui comment ? Ou, au contraire ne le sont-elles pas et, à nouveau, comment l'expliquer ?

2. Méthodologie

La modalité d'enquête employée est celle d'une étude de cas. La fonction principale du cas est en effet de poser un problème : le cas est une énigme qu'il s'agit d'étudier en prenant en compte sa dimension irréductiblement singulière et son contexte (Passeron & Revel, 2005). « Le singulier [du cas] joue son rôle épistémologique non pas en se proposant lui-même pour être généralisé mais en obligeant à la critique de la généralité antérieure par rapport à quoi il se singularise » (Canguilhem, 1968, p.219). Cette modalité d'enquête nous semble ici pertinente car l'étude du dispositif de classe inversée, mis en œuvre par Émeline, permet de repérer ce qui peut, d'une façon générale, faire difficulté aux enseignants quand ils s'emparent de cette modalité pédagogique.

De façon à documenter le cas, de nombreuses données ont été recueillies. Une séance (1h30), en classe de cinquième (élèves de 12-13ans), à la fin du premier trimestre, a été filmée. Pendant cette séance, les 28 élèves devaient mener un travail pratique (TP) de digestion chimique *in vitro* de feuille de riz, puis mettre en évidence la transformation chimique ayant eu lieu en utilisant des bandelettes de glucose. Pendant une grande partie de la séance, les élèves ont travaillé en groupe. Des dictaphones, avec leur accord, ont été disposés sur les paillasses pour enregistrer les échanges dans chaque groupe. En outre, les travaux des élèves ont été photographiés à différentes étapes du travail. De plus, le cahier des élèves a été photographié afin que les chercheurs aient accès aux traces des activités réalisées précédemment et afin qu'ils puissent situer la séance de TP dans la séquence sur la digestion et l'alimentation humaine. Deux entretiens avec Émeline ont été réalisés. Un premier, avant la séance, de nature biographique, ayant pour principales visées de comprendre son parcours professionnel, les raisons qui l'ont conduite à s'engager dans la classe inversée et la façon dont elle pense et met en œuvre ce dispositif pédagogique. Le second entretien a eu lieu à la suite de la séance de TP observée. Il s'apparente à un entretien d'auto-confrontation simple avec pour principale visée d'avoir accès aux sens de l'agir d'Émeline et aux lignes de tension, voire de contradiction, de son activité. De façon à mieux saisir également l'activité des élèves, des entretiens semi-directifs d'auto-confrontation ont été réalisés avec 17 d'entre eux.

Dans un premier temps, les supports de travail ont fait l'objet d'une analyse *a priori* par le chercheur, en particulier pour repérer les possibilités qu'ils offrent aux élèves de pouvoir identifier et s'approprier le problème de la digestion chimique et son insertion dans le problème plus général de la nutrition. Dans un second temps, des extraits des enregistrements vidéo et audio de la séance ont été sélectionnés pour servir de supports aux entretiens d'auto-confrontation. Deux extraits de l'enregistrement vidéo ont été retenus : celui où l'enseignante rappelle le contenu de la capsule et celui où elle explique, à toute la classe, le but du TP à réaliser pendant la séance. Seuls deux des enregistrements (un audio et un vidéo) du travail de groupe se sont avérés exploitables. Nous y avons sélectionné trois extraits qui illustrent les dynamiques du travail de groupe des élèves entre eux, la façon dont ils sollicitent, ou non, l'aide de l'enseignante, les mo-

dalités d'intervention d'Émeline. L'entretien d'auto-confrontation simple réalisé avec Émeline, qui a duré 45 minutes, s'est appuyé sur l'ensemble des supports sélectionnés. Les entretiens avec les élèves, d'une durée de 20 minutes environ, se sont appuyés sur les extraits vidéo et sur un des extraits du travail de groupe, pas toujours le même, celui concernant le groupe dont ils faisaient partie quand cela était possible. Tous ces entretiens ont été transcrits et ont fait l'objet d'une analyse qualitative qui a porté sur quatre thèmes principaux : 1) avantages et difficultés liés au travail d'élaboration/de visionnage des capsules ; 2) avantages et difficultés rencontrées dans la gestion/réalisation du travail de groupe ; 3) avantages et difficultés dans l'enseignement/apprentissage des savoirs biologiques ; 4) facilités et difficultés de mises en lien du contenu de la capsule avec l'activité réalisée en classe. Les analyses des entretiens réalisés avec les élèves ont été comparées pour dégager des difficultés communes. Nous avons ensuite tenté de dégager des pistes d'explications, liées au dispositif de classe inversée mis en place par Émeline, et pouvant être à l'origine des difficultés rencontrées par les élèves, d'une part, et par l'enseignante, d'autre part. Enfin, les difficultés rencontrées par les élèves et l'enseignante ont été comparées pour mettre au jour d'éventuels malentendus entre les visées du travail et l'interprétation que les élèves en font. Nos analyses conduisent à deux résultats principaux pouvant être à l'origine des difficultés de l'enseignante et des élèves que nous présentons et discutons ci-après.

3. Décalage entre le travail en classe et les contenus de la capsule

3.1. Les objectifs de la séance

La séance observée est une activité pratique intitulée défi n°7. Ce défi veut s'apparenter à une tâche complexe qui est une modalité promue par l'institution² (Cariou, 2015). Les élèves ont à leur disposition une fiche d'activité dans laquelle le but du défi est présenté de la façon suivante :

En 1783, Spallanzani pensait que les aliments étaient dissous sous l'action des sucs digestifs et qu'ils disparaissaient. On sait aujourd'hui que les aliments ne disparaissent pas mais qu'ils sont transformés en nutriments. Les aliments utilisés pour l'expérience sont des feuilles de riz qui servent à fabriquer des nems. Elles contiennent des glucides complexes (« sucres lents »), qui vont être digérés en nutriments, le glucose.

But du défi : on cherche à montrer que les feuilles de riz ne disparaissent pas sous l'action des sucs digestifs mais qu'elles sont transformées en nutriments (le glucose).

La séance est découpée en quatre temps. Au cours du premier, les élèves doivent imaginer un protocole permettant de montrer que les sucs digestifs transforment les feuilles de riz en glucose et le schématiser sur la fiche d'activité. Dans un second temps, ils doivent réaliser le protocole imaginé. Dans le troisième temps, ils doivent présenter leurs résultats et enfin, dans le dernier temps, ils doivent les interpréter. Trois documents leur sont fournis. Le premier présente ce que sont des bandelettes tests en expliquant qu'elles changent de couleur lorsqu'elles sont mises en présence de glucose. Le second correspond à la liste du matériel mis à leur disposition. Le troisième est un document qui énonce que les enzymes agissent à 37°C, température du corps, et que pour reproduire cela dans les expériences, il faut réaliser un bain-marie qui consiste à placer un petit bécher dans un grand bécher rempli d'eau à 37°C. Cette dernière explication est illustrée par un schéma.

Pour réaliser le travail correctement, les élèves doivent donc mobiliser de nombreuses notions : celle de digestion chimique liée à l'action des enzymes contenus dans les sucs digestifs ; la notion d'expérience témoin qui permet d'isoler un facteur et de pouvoir conclure sur le rôle de ce dernier dans un phénomène biologique ; des connaissances en lien avec la modélisation dans la mesure où l'expérience *in vitro* doit se dérouler dans des conditions proches de celles *in vivo*, en

² Bulletin officiel n° 17 du 23-04-2015, https://cache.media.education.gouv.fr/file/17/45/6/Socle_commun_de_connaissances_de_compétences_et_de_culture_415456.pdf, consulté le 9 novembre 2021.

particulier ici, les béchers dans lesquels se déroule la digestion sont placés dans de l'eau à 37°C pour reproduire la température corporelle. Ils doivent manipuler pour la première fois des bandelettes tests et comprendre qu'elles possèdent sur l'une de leurs extrémités, un réactif qui change de couleur s'il est trempé dans une solution contenant du glucose. Ils doivent mobiliser des capacités manipulatoires et techniques pour utiliser le matériel de façon adéquate ainsi que des qualités d'organisation puisque le travail est réalisé en groupe. Enfin, ils doivent faire preuve de qualité rédactionnelle en remplissant un document de trois pages, ramassé en fin d'heure, sous forme de textes et de schémas.

3.2. Une sous-estimation des difficultés ?

Comme nous venons de l'énoncer, le travail proposé par Émeline nécessite la mobilisation de nombreuses notions. Mais, selon elle, cela ne devrait pas poser trop de difficultés aux élèves, car elles ont déjà été travaillées, ils les connaissent déjà : *« Donc l'enjeu c'était de faire une démarche expérimentale sur un résultat qu'ils connaissent déjà [...] donc on avait expliqué scientifiquement l'action des sucs digestifs et euh... et donc le but c'était de les faire manipuler pour qu'ils cherchent un protocole expérimental. »*

L'activité expérimentale est donc mise en œuvre au cours de la séance pour réaliser une démonstration d'un résultat déjà connu par les élèves (Johsua, 1989) : la digestion chimique des aliments, sous l'action des enzymes digestives, les transforme en nutriments. Selon Émeline la séance doit surtout entraîner leurs compétences manipulatoires et les entraîner à la pratique de la démarche expérimentale, mais au niveau des connaissances, ils n'ont rien à découvrir qu'ils ne sachent déjà.

L'analyse *a priori* des difficultés de la séance réalisée par Émeline demande à être confrontée à une analyse *a posteriori*. Ce n'est pas parce que les notions évoquées ci-dessus ont déjà été « vues » en classe que les élèves arrivent à les manipuler, en particulier dans un contexte différent des contextes dans lesquels ces connaissances ont été mobilisées auparavant. Les entretiens réalisés avec les élèves permettent de montrer que des difficultés sont encore présentes.

Tout d'abord, nous les avons interrogés sur les raisons pour lesquelles ils avaient placé leurs expériences dans un grand bécher contenant de l'eau à 37°C. Plusieurs élèves éprouvent des difficultés à l'expliquer :

Adjane : « Euh, ah ça, je ne sais plus. Euh... Je sais pas. Je sais plus. »

Hakim : « Ben c'est parce que je crois... C'était pour savoir si... Euh non, je crois que c'était pour chauffer la feuille de riz. »

En ce qui concerne l'expérience témoin, les élèves ont aussi des difficultés à en justifier la réalisation.

Antoine : « Pour comparer les 2. Dans un on a mis le glucose et le suc digestif et il y en a un où on a mis de l'eau et je sais pas si il y avait du glucose ou du suc digestif dedans... Ça par contre il faudra me dire je ne sais plus... »

Sékou : « Oui, c'était pour montrer que, où il y a l'eau, c'était mécanique. Et de l'autre côté, c'était chimique. C'était pour montrer que ça peut être chimique et mécanique. »

Les verbatims de ces deux élèves montrent qu'ils ont l'idée que l'expérience test et l'expérience témoin sont différentes, voire que leurs résultats doivent être comparés. Mais leurs hésitations, leurs oublis et même leurs erreurs nous semblent pouvoir être interprétés comme le signe de la non-maîtrise du sens de l'expérience qui peut être mise en relation avec une certaine faiblesse de la construction du problème de la digestion chimique des aliments. Le risque est alors grand que, lors de la phase de manipulation, les élèves ne soient plus que des exécutants, car ne s'interrogeant pas sur les fondements de ce qui leur est proposé (Develay, 1989).

C'est en effet sur le problème de la transformation chimique des aliments et de sa mise en évidence avec les bandelettes tests que les élèves semblent avoir le plus buté.

Pierre : « Le but de l'expérience, c'était de prouver pourquoi les sucs gastriques disparaissaient, je crois... »

Adrien : « [Le but de l'expérience c'est] de voir quel liquide dissout, enfin pas dissout... si, dissout les aliments. »

Sacha : « Oui. Et puis d'un côté, la feuille de riz elle était intacte dans le bécher où il y avait de l'eau et de l'autre côté avec le suc digestif elle était dissoute on va dire. Et je pense que c'était avec les enzymes. Car les enzymes elles coupent les aliments. »

Hakim : « C'est parce que quand elles [les feuilles de riz] sont transformées en nutriments, ça devient des petits bouts [...] C'est parce qu'il y a du glucose dans le suc digestif mais il n'y en a pas dans l'eau. [...] Le suc digestif, attendez... Je crois qu'il avait dissout. Il avait pas... Il est sous la feuille de riz... Enfin votre question c'est quoi ?... Ça fait quoi à la fin ? »

Laura : « [Les bandelettes changent de couleur] pour savoir si ça disparaissait... sous l'action du suc mécanique... Ah non non non non ! »

Le problème de la transformation chimique des aliments a été introduit, par Émeline, par le biais de l'histoire des sciences, en présentant les expériences de Réaumur et Spallanzani. Le premier montre que la digestion n'est pas seulement le résultat d'une action mécanique mais aussi celui d'une action chimique. Le second précise que cette action chimique a lieu sous l'effet de sucs digestifs. Le terme de transformation chimique est énoncé, mais le concept n'est pas véritablement travaillé et par conséquent pas vraiment maîtrisé par les élèves. La digestion chimique n'est définie qu'en opposition à la digestion mécanique. Or, une réaction chimique a des spécificités. Elle se caractérise par le fait qu'en début de réaction des substrats interagissent de telle façon qu'en fin de réaction des produits, différents des substrats, sont obtenus. Si à plusieurs reprises, dans le cahier ou dans la consigne du défi, une transformation des aliments en nutriments est énoncée, l'accent n'est pas mis sur les spécificités de cette transformation chimique, qui ne sont pas explicitées. Ces spécificités nous semblent pouvoir correspondre à un savoir transparent (Margolinas & Lappara, 2011). Ainsi, les connaissances associées à ce savoir ne sont pas mobilisées par les élèves dans la situation expérimentale. Au moins deux autres éléments peuvent rendre difficile aux élèves l'accès au concept de transformation chimique. Le premier est lié à l'utilisation du terme « dissoudre ». Tantôt il correspond à une disparition des aliments, tantôt il est utilisé comme équivalent d'une transformation chimique des aliments. Or, une dissolution n'est pas une transformation chimique, car à la fin de celle-ci, on a toujours les mêmes corps mais dans une solution homogène alors qu'elle était hétérogène au départ. C'est donc une transformation physique. Le second est lié à la façon dont sont représentées les enzymes digestives. Comme souvent, elles apparaissent sous la forme de ciseaux moléculaires qui coupent les aliments en molécules plus petites et donc sans qu'apparaisse une transformation chimique (Sauvageot-Skibine, 1991). Que les élèves n'accèdent pas à la notion de réaction chimique est problématique si on s'intéresse au concept d'assimilation. À un niveau plus local, cette transparence/confusion autour de la notion de réaction chimique nous semble pouvoir contribuer à expliquer pourquoi les élèves se sont souvent retrouvés dans une posture d'exécutants au cours de la manipulation et, en particulier, pourquoi ils sont si nombreux à avoir eu tant de difficultés à se remémorer et/ou à nous expliquer ce que l'usage des bandelettes permettait de mettre en évidence, alors même qu'un des documents d'accompagnement du défi leur est consacré.

Dans la traduction du dispositif de classe inversée par Émeline, on peut supposer que le contenu de la vidéo, que les élèves devaient regarder avant la séance, devrait les préparer à faire face aux difficultés que nous venons de pointer.

3.3. La capsule, un obstacle supplémentaire ?

Avant la séance, les élèves devaient regarder une capsule et répondre à un quiz. Dans la vidéo, disponible sur le réseau CANOPÉ, un journaliste scientifique présente une digestion *in vitro* de mie de pain et de viande de poulet. Il explique que, pendant longtemps, les scientifiques ont estimé que la digestion ne se faisait que mécaniquement sous l'action des dents et de différents organes qui malaxaient les aliments jusqu'à obtention d'une bouillie. Mais au XIX^e siècle, des

scientifiques tels que Spallanzani ou Réaumur se sont interrogés sur la digestion chez des animaux qui ne possédaient ni dents, ni muscles sur l'estomac permettant une action mécanique. Ils ont alors émis l'hypothèse que le liquide contenu dans leur estomac était capable de dissoudre les aliments. Le journaliste scientifique propose donc de reproduire les expériences réalisées par ces scientifiques. Du liquide stomacal est prélevé sur un lapin et mis en présence d'une part de mie de pain et, d'autre part, d'un morceau de poulet. Trois jours après, le journaliste observe ce que sont devenues la mie de pain et la viande. Dans le premier cas, il conclut que « le liquide stomacal a eu un effet sur la mie de pain car il ne reste plus une miette ». Dans le second cas, il conclut que « le liquide stomacal a eu un effet partiel sur la viande » car de la viande est toujours visible mais elle se délite. Il explique ensuite que l'expérience réalisée ici s'appelle une digestion *in vitro* et que la première qui ait été réalisée dans l'histoire l'a été par Spallanzani. Il ajoute que ce dernier a utilisé son propre liquide gastrique en se faisant vomir et qu'il a simulé la température corporelle en plaçant les tubes à essai pendant trois jours sous ses aisselles.

Le contenu de cette vidéo n'apparaît pas véritablement en phase avec les objectifs de la séance pratique consacrée à relever le défi n°7. Évidemment, dans les deux cas, il est question d'expériences de digestion *in vitro*. Mais, dans la capsule, le journaliste scientifique ne fait que reproduire les expériences réalisées par Spallanzani. Plusieurs éléments, qui sont censés être mobilisés pendant la séance de TP, ne sont pas présents dans la vidéo. Premièrement, le journaliste scientifique n'utilise pas le terme d'expérience témoin. Deuxièmement, la notion de transformation chimique n'est pas évoquée. D'abord, au moment où le journaliste rapporte l'hypothèse émise par Réaumur et Spallanzani quant au rôle du liquide stomacal sur les aliments, l'effet du suc digestif est assimilé à une dissolution. Ensuite, au moment où le journaliste énonce les conclusions possibles des expériences réalisées, il parle d'effet total ou d'effet partiel sur la mie de pain ou la viande, sans préciser la nature de cet effet. Troisièmement, puisque la notion de transformation chimique n'est pas centrale dans son propos, il n'utilise pas de bandelettes tests. Enfin, quatrièmement, le journaliste ne reproduit pas les expériences de digestion *in vitro* dans des conditions proches de celles *in vivo*. Ainsi, il ne place pas les tubes à 37°C. Il évoque simplement, en fin de vidéo, sur un ton un peu humoristique ne laissant pas penser que cela peut avoir une véritable importance, que Spallanzani a placé ses tubes à essai sous ses aisselles pour simuler la température corporelle. La capsule vidéo ne contient donc quasiment aucune des notions qui vont devoir être mobilisées pendant le TP. Elle ne semble donc pouvoir être que d'un faible soutien pour les apprentissages des élèves ce qui semble confirmé :

Adrien (quand on lui demande si la vidéo était un soutien pour faire l'expérience) : « Non, pas trop [...] Parce qu'ils n'avaient pas le même matériel que nous. Ils en avaient des... enfin... des plus anciens que nous et, pas comme nous. Ils n'avaient pas des béchers ils avaient des tubes à tests. Enfin, des tubes en verre. »

De plus, comme la capsule vidéo est souvent utilisée en vue de préparer ce qui va devoir être réalisé ou appris au cours de la séance suivante, la dissonance entre son contenu et ce qui est supposé être travaillé semble être à l'origine du développement de malentendus sur les visées du TP. Comme le dit Émeline : « Ils [les élèves] pensaient qu'on allait tous disséquer un lapin, que j'allais leur montrer... ». Au moment de l'entretien d'auto-confrontation, Émeline se rend assez vite compte que la capsule visionnée par les élèves avant la séance peut leur poser des difficultés : « c'est vrai que... cette capsule elle est effectivement, enfin, je me rends compte que c'est pas évident pour les élèves et ça amène peut-être une difficulté en plus, parce que justement il a pas fait deux expériences. Il ne fait pas d'expérience témoin. » Elle nous explique qu'elle a eu des difficultés à trouver une capsule qui convenait « je voulais une capsule dans laquelle on voyait l'utilisation de la bandelette de glucose, ce que je n'ai pas trouvé. ».

Dans cette traduction de la classe inversée, le choix de la capsule pose finalement une question assez similaire à celle qui se pose au moment du choix d'un document pédagogique dans des situations d'enseignement plus classiques : comment assurer la cohérence entre les contenus des supports et les notions travaillées pour limiter le développement de malentendus avec les

élèves sur les visées du travail ? Cette question se posant peut-être de façon accrue lorsque les élèves doivent se saisir du contenu d'un document pédagogique en dehors de la présence de l'enseignant ?

Dans la dernière partie, nous allons interroger la modalité de travail en groupe, qui fait partie du dispositif de classe inversée d'Émeline. Selon elle, cette modalité doit lui permettre de superviser le travail des élèves et donc favoriser leurs apprentissages et, par ailleurs, il doit aider à développer leur autonomie.

4. La modalité du travail en groupe

4.1. Les dérives potentielles du travail de groupe

Philippe Meirieu (1984) a bien documenté les difficultés potentielles liées au travail de groupe afin d'élaborer à quelles conditions elles peuvent être évitées. Aussi, il ne s'agit pas ici de nier les potentialités des « groupes d'apprentissage » mais de pouvoir analyser si, dans le cadre du dispositif de classe inversée mis en œuvre par Émeline, ces dérives sont évitées. Dans un premier temps, Meirieu fait apparaître que l'égalité et la complémentarité des membres du groupe sont présumées, ce qui, dans le cadre d'une classe, où les élèves sont supposés apprendre des notions qu'ils ne maîtrisent pas encore peut sembler paradoxal. Mais à supposer que cette difficulté soit surmontée, il met au jour deux dérives potentielles dans le fonctionnement des groupes. Tout d'abord, la dérive économique, où la production attendue prend l'avantage sur les apprentissages espérés pour tous. Seuls certains élèves, souvent les plus avancés, s'investissent dans le travail en mettant de côté celles et ceux qui auraient le plus besoin de l'enseignant pour apprendre. Ensuite, la dérive fusionnelle où les relations sociales entre les différents membres du groupe deviennent prépondérantes sur la production. Ainsi, l'acquisition du savoir devient secondaire, voire absente. Ces difficultés sont repérées par les élèves d'Émeline. Tout d'abord au niveau de la dimension relationnelle :

Pierre : « En groupe, c'est mieux, mais des fois on parle, enfin, on s'amuse. »
Aurélia : « Non, c'est juste que j'aime pas travailler avec les "perturbateurs" ».

Des éléments liés à la dérive économique apparaissent aussi :

Myriam (à propos de deux garçons dans son groupe) « En fait, on donne le plus les réponses et eux ils ne font que copier. Ben oui sinon on n'avancerait pas si on les attendait. »
Thalya : « des fois [...] du coup, c'est énervant, parce qu'on n'a pas fini l'exercice. »

Émeline a choisi depuis plusieurs années d'intituler les activités pratiques qu'elle propose aux élèves des « défis ». Cette terminologie accroît certainement la pression qui pèse sur la nécessité d'achever la tâche dans le temps imparti et avec succès.

4.2. Une modalité de travail compatible avec la vision de la classe inversée d'Émeline ?

Le projet *princeps* de la classe inversée selon Émeline consiste à mettre en avant que, pendant le temps de présence en classe, les élèves doivent pouvoir bénéficier de l'expertise des enseignants. Selon elle, ceux-ci ne devraient donc pas, en classe, délivrer des savoirs, mais pouvoir être au plus près du travail des élèves : « il vaut mieux que le prof quand même soit là quand c'est compliqué, quand on a besoin de lui et que l'enfant ait à découvrir une notion ou à consolider une notion chez lui ». C'est donc pour pouvoir intervenir plus souvent et au plus près des difficultés rencontrées par les élèves qu'elle privilégie le travail de groupe. Mais à bien regarder, la modalité de travail en groupe ne semble pas vraiment tenir les promesses dont elle est, selon Émeline, porteuse. En premier lieu, le risque est important qu'elle ne passe pas au moment opportun pour repérer que les élèves sont en train d'investir la situation d'enseignement-apprentissage avec une forte probabilité qu'un malentendu sur les visées du travail se développe. La possibilité de repérer et de lever le malentendu par la suite n'est pas nécessairement

rencontrée à nouveau. Par exemple, voici les échanges entre les élèves dans le groupe d'Hakim (un numéro a été attribué à chaque élève) :

- 2 - *Et on met quoi en dessous des petits béchers ?*
 1 - *Dans lequel ? Le gros ou le petit ? Ben dans le gros il faut mettre oui et dans le petit il faut mettre l'eau et le suc gastrique.*
 2 - *Non attends. Tu m'as dit dedans on met une feuille de riz et des sucs gastriques ?*
 1 - *Oui et l'eau. Oui je crois que c'est ça ?*
 2 - *Après non du suc gastrique.*
 1 - *Ah mais non faut pas les mettre parce que faut voir s'il y a des sucs gastriques non attends... parce qu'il faut voir le glucose c'est ça ? Donc faut mettre les sucs gastriques ? Donc oui faut mettre du suc gastrique. Les feuilles de riz, l'eau et le suc gastrique. Faut mélanger le tout et mettre la bandelette. C'est ça qu'il faut faire ? Et après faut mettre les petits trucs [les bandelettes] dedans là pour voir si c'est bon.*
 3 - *Ben tu mets le petit bécher dans le grand bécher.*
 2 - *Oui mais dans le grand bécher faut juste pour mettre le petit.*
 1 et 3 - *Oui*
 2 - *[En se moquant] Et donc le petit faut le mettre dans le grand !!!*
Rires...

Il est frappant de constater que si l'élève 1 tente de développer un questionnement autour de la digestion chimique et de la transformation de la feuille de riz, en interrogeant et proposant à ses camarades ce qu'il comprend des raisons qui conduisent à réaliser telle ou telle manipulation, les autres élèves, 2 et 3, d'une part ne répondent pas à l'élève 1 et, d'autre part, ramènent dans l'échange une dimension purement pratique.

Un malentendu chez les élèves 2 et 3 sur le rôle du grand bécher est certainement en train de se développer : ils lui attribuent un rôle de support du plus petit. Émeline n'assiste pas à cet échange. Quand elle repasse dans le groupe, les élèves ont bien mis de l'eau chaude dans le grand bécher et le petit bécher dans le grand ! Aussi, elle ne peut soupçonner qu'au moins deux des élèves du groupe n'attribuent pas au grand bécher rempli d'eau chaude le rôle de simuler la température du corps.

En second lieu, quand l'enseignante, en passant dans un groupe, se rend compte d'une erreur commise par les élèves, il peut être assez long et difficile de réussir à remonter aux sources de cette erreur. Dans un autre groupe, quatre élèves sont en train de mettre en œuvre le protocole. Ils ont donc à disposition, dès le début de l'expérience, les quatre bandelettes tests. Leur utilisation est discutée au sein du groupe :

- 1 - *Il y en a 4 c'est ça ?*
 2 - *Un chacun.*
 3 - *Non on les fait 2 par 2.*
 2 - *Non mais un chacun.*
 4 - *Si c'est pas vert on recommencera après.*
 2 - *Pas par 2, un pour chacun*
Finalement les élèves prennent chacun une bandelette qu'ils mettent dès le début dans un des deux petits béchers.
 1 - *Oh il est devenu blanc !*
 2 - *Ah, toi il devient vert !*
 3 - *Ah non...*
 4 - *Tu as des hallucinations...*
 2 - *Non mais attends... mais si ça marche pas.*
 3 - *Mais tu vois ça prend 20 minutes pour devenir vert. Ça sert à rien de regarder toutes les 10 secondes...*

Les élèves ont des difficultés à percevoir les raisons de l'utilisation des bandelettes, car ils sont pris dans une confusion entre le temps de réaction des réactifs présents sur la bandelette et le temps de digestion des feuilles de riz.

Quinze minutes environ s'écoulent avant que les élèves n'appellent leur enseignante car, selon eux, si les bandelettes ne deviennent pas vertes, c'est qu'elles ne fonctionnent pas.

Léa : Là c'est du suc digestif et là c'est de l'eau. Et après on a mis...

Émeline : vous avez laissé agir combien de temps ?

Sabrina : Euh... je sais pas. Et après on a mis ben les bandes dedans, on a tourné 10 secondes et on les a sorties et ça n'a rien fait, enfin après c'est...

Émeline : Et donc c'est logique ou pas ?

Sabrina : Non mais le temps de réaction était de 20 minutes

Émeline : Donc vous l'a... ??? Alors qu'est-ce qui se passe ?

Sabrina : ben faut l'a...

Émeline : Oui vous ne l'avez certainement pas laissée assez longtemps.

Alban : Mais du coup, comment la feuille de riz elle a disparu ?

Émeline : Ben la feuille de riz, elle a disparu ou pas ?

Sabrina : Oui euh... à peu près. Non elle est encore là.

Ce court extrait montre qu'Émeline essaye vraiment de remonter à la source d'incompréhension des élèves en les questionnant, mais elle n'y parvient pas. Cela est très difficile parce que, dans le même temps, ses préoccupations sont nombreuses : elle doit gérer le reste de la classe, le temps... De plus, elle n'a pas assisté aux échanges des élèves à propos des bandelettes. Enfin, Sabrina, qui est son interlocutrice principale au cours de cet échange, semble vraiment essayer de répondre ce qu'elle croit que son enseignante veut entendre (Astolfi, 1992). Elle s'inquiète de la réussite de la manipulation, de la production. Elle a donc des réponses assez floues qui rendent très laborieuse la tentative de reconstitution d'Émeline. Au cours de l'entretien, quand elle peut prendre du recul, et qu'elle a accès aux échanges entre les élèves, Émeline comprend quasi immédiatement l'erreur commise par ses élèves.

Mettre en oeuvre une modalité de travail en groupe, dans ce contexte, avec ces consignes et la façon dont le concept de transformation chimique a été abordé jusque-là, ne semble pas satisfaire aux raisons pour lesquelles Émeline le convoque. En effet, dans son interprétation de la classe inversée, le travail en groupe est quasiment systématiquement associé car il doit permettre à l'enseignante d'être au plus proche des élèves pendant le temps de classe. Mais comme nous venons de le montrer, il n'est pas évident, d'une part, que l'enseignante puisse être présente dans le groupe au moment où un malentendu sur les visées du travail se développerait, ni qu'elle puisse par la suite le dissiper. D'autre part, quand elle constate l'erreur au sein d'un groupe, il n'est pas toujours évident, dans l'instant, de comprendre d'où elle vient.

5. Conclusion

Émeline s'est engagée dans la classe inversée dans le but de favoriser la réussite de (tous) ses élèves. Elle propose généralement aux élèves des capsules vidéo à regarder avant les cours pour les préparer au travail qui sera à réaliser, le plus souvent en groupe, en classe. Son interprétation de ce dispositif ne semble pas permettre de lever les obstacles classiques liés à la compréhension par (tous) les élèves de la digestion chimique des aliments. Si cette étude de cas ne permet évidemment pas de tirer des conclusions sur les effets de la classe inversée en général, elle permet de documenter certaines des difficultés auxquelles les enseignants se confrontent quand ils souhaitent s'emparer de ce dispositif : le choix des supports pédagogiques de type capsule, qu'ils soient étudiés par les élèves en classe ou en dehors, la mise en cohérence de leur contenu avec les activités proposées en classe ou encore les conditions pour que les modalités pédagogiques du travail en classe, comme ici avec le travail de groupe, puissent être au service des apprentissages des élèves. En ce qui concerne le travail en groupe qui n'est pas à rejeter en bloc évidemment, certaines pistes de solutions peuvent être envisagées : une alternance entre travail de groupe et travail individuel, des reprises plus fréquentes avec l'ensemble de la classe, une anticipation des difficultés didactiques que les élèves pourraient rencontrer, une définition a

priori de quelques points cruciaux à côté desquels les élèves ne doivent pas passer et la façon dont l'enseignante peut en évaluer la maîtrise lors de ses passages.

Les difficultés repérées dans cette étude de cas ne rejoignent-elles pas celles que les enseignants peuvent rencontrer plus largement lorsqu'ils tentent de mettre en cohérence un dispositif pédagogique d'appui et leur enseignement ? D'abord, ces dispositifs pédagogiques tendent à être utilisés hors de leur contexte d'utilisation première sans prendre nécessairement en compte la logique dans laquelle ils ont été élaborés et mis en œuvre. Par exemple, les deux professeurs de chimie à l'origine de la diffusion du dispositif de classe inversée avaient au départ produit des capsules pour faire face à un problème d'absentéisme. Ensuite, en empruntant la notion de dispositif à Michel Foucault (1994), Stéphane Bonnéry (2009, p.19) montre que les dispositifs pédagogiques correspondent à la « cristallisation d'influences qui jouent sur les conduites des enseignants et des élèves » sans parvenir à diminuer significativement les processus de production d'inégalités scolaires. Mais les enseignants sont-ils formés à faire face aux difficultés liées à l'usage de dispositifs ? Comment les aider à s'emparer de ces derniers et à les adapter aux difficultés spécifiques des contextes dans lesquels ils exercent ?

Références

- ASTOLFI Jean-Pierre (1992), *L'école pour apprendre*, Paris, ESF.
- BARRÈRE Anne (2017), *Au cœur des malaises enseignants*, Paris, Armand Colin.
- BAUTIER Élisabeth & GOIGOUX Roland (2004), « Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle », *Revue française de pédagogie*, n° 148, p. 89-100.
- BONNÉRY Stéphane (2009), « Scénarisation des dispositifs pédagogiques et inégalités d'apprentissage », *Revue française de pédagogie*, n° 167, p. 13-23.
- CANGUILHEM Georges (1968), *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin.
- CARIOU Jean-Yves (2015), « Le statut épistémologique de l'expérience dans les nouvelles approches préconisées pour l'enseignement des sciences », *RDST - Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, n° 12, p. 59-85.
- DEVELAY Michel (1989), « Sur la méthode expérimentale », *ASTER - Recherches en didactique des sciences expérimentales*, n° 3, p. 3-16.
- FOUCAULT Michel (1994), *Dits et écrits. Tome II*, Paris, Galimard.
- JOHSUA Samuel (1989), « Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire », *ASTER - Recherches en didactique des sciences expérimentales*, n° 8, p. 29-53.
- LANTHEAUME Françoise & SIMONIAN Stéphane (2012), « La transformation de la professionnalité des enseignants : quel rôle du prescrit ? », *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, vol. 45, n° 3, p. 17-38.
- LEBRUN Marcel, GILSON Coralie & GOFFINET Céline (2016), « Contribution à une typologie des classes inversées : éléments descriptifs de différents types, configurations pédagogiques et effets », *Education & Formation*, <http://revueeducationformation.be/>
- LEBRUN Marcel & LECOQ Julie (2015), *Classes inversées. Enseigner et apprendre à l'endroit*, Poitiers, Éditions Réseau Canopé.
- LHOSTE Yann (2017), *Épistémologie et didactique des SVT*, Bordeaux, Presses universitaires de Bordeaux.
- MARGOLINAS Claire & LAPPARA Marceline (2011), « Des savoirs transparents dans le travail des professeurs à l'école primaire », dans Jean-Yves Rochex & Jacques Crinon (dir.), *La construction des inégalités scolaires*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.

MEIRIEU Philippe (1984), *Itinéraire des pédagogies de groupe. Apprendre en groupe ? Tome 1*, Lyon, Chronique sociale.

ORANGE Christian (2012), *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*, Bruxelles, Éditions de Boeck.

PASSERON Jean-Claude & REVEL Jacques (dir.) (2005), *Penser pas cas. Raisonner à partir de singularités*, Paris, Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales.

RAYOU Patrick & van ZANTEN Agnès (2004), *Enquête sur les nouveaux enseignants. Changeront-ils l'école ?*, Paris, Bayard.

ROCHEX Jean-Yves & CRINON Jacques (2011), *La construction des inégalités scolaires*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.

SAUVAGEOT-SKIBINE Marie (1991), « La digestion au collège, transformation physique ou chimique », *ASTER - Recherches en didactique des sciences expérimentales*, n° 13, p. 93-110.