



**HAL**  
open science

## Numérique et autonomisation des élèves : quelle formation initiale des enseignants ?

Ghislaine Gueudet, Sophie Joffredo-Lebrun, Antoine Le Bouil, Carole Le Henaff, Gwenaëlle Riou-Azou, Sabrina Srey

### ► To cite this version:

Ghislaine Gueudet, Sophie Joffredo-Lebrun, Antoine Le Bouil, Carole Le Henaff, Gwenaëlle Riou-Azou, et al.. Numérique et autonomisation des élèves : quelle formation initiale des enseignants ?. Recherches en éducation, 2024, 55, 10.4000/ree.12457 . hal-04317571

**HAL Id: hal-04317571**

**<https://hal.science/hal-04317571>**

Submitted on 15 May 2024

**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.

## Numérique et autonomisation des élèves : quelle formation initiale des enseignants ?

*Digital resources and students' autonomous learning: which preservice teacher education?*

Ghislaine Gueudet, Sophie Joffredo-Le Brun, Antoine Le Bouil, Carole Le Hénaff, Gwenaëlle Riou-Azou et Sabrina Srey

---



### Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ree/12457>

DOI : 10.4000/ree.12457

ISSN : 1954-3077

### Éditeur

Nantes Université

### Référence électronique

Ghislaine Gueudet, Sophie Joffredo-Le Brun, Antoine Le Bouil, Carole Le Hénaff, Gwenaëlle Riou-Azou et Sabrina Srey, « Numérique et autonomisation des élèves : quelle formation initiale des enseignants ? », *Recherches en éducation* [En ligne], 55 | 2024, mis en ligne le 01 mars 2024, consulté le 06 mai 2024. URL : <http://journals.openedition.org/ree/12457> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.12457>

---



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-NC-ND 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

## Dossier

---

### Être élève, être enseignant à l'ère numérique : entre avancées égalitaires et inégalités nouvelles

Coordonné par Agnès Grimault-Leprince,  
Sophie Joffredo-Le Brun & Pascal Plantard

AGNÈS GRIMAUT-LEPRINCE, SOPHIE JOFFREDO-LE BRUN & PASCAL PLANTARD – *Édito* – 2

DIDIER PERRET & PASCAL PLANTARD – *Capital culturel numérique des enseignants et territoires apprenants : analyses des ressources et des parcours d'appropriation du numérique par les enseignants dans des tiers lieux coopératifs* – 8

ISABELLE DANIC, THIERRY LEFORT & LAURENT MELL – *Aux sources des inégalités face au numérique, le rapport des enseignants du secondaire aux technologies numériques : retrait, appropriation ou partage ?* – 24

SIMON COLLIN – *La place de la conception des technologies éducatives dans les inégalités socio-numériques d'usage* – 46

AGNÈS GRIMAUT-LEPRINCE, LILA LE TRIVIDIC HARRACHE & LAURENT MELL – *Usages numériques domestiques et réussite scolaire. Le rôle de la socialisation familiale* – 59

SUZANE EL HAGE, JEAN-MARIE BOILEVIN, GHISLAINE GUEUDET & MARIE-PIERRE LEBAUD – *Soutenir le choix de ressources pour des usages du numérique favorisant l'autonomie des élèves : mise en regard d'une grille d'analyse dans deux disciplines* – 72

ANDRÉA TUCKER, CÉDRIC FLUCKIGER & THIERRY GIDEL – *Apprendre à travailler ensemble : influences de l'espace de travail numérique sur l'engagement dans la collaboration* – 88

GHISLAINE GUEUDET, SOPHIE JOFFREDO-LE BRUN, ANTOINE LE BOUIL, CAROLE LE HÉNAFF, GWENAËLLE RIOU-AZOU & SABRINA SREY – *Numérique et autonomisation des élèves : quelle formation initiale des enseignants ?* – 107

ANA ISABEL SACRISTÁN, MARISOL SANTACRUZ-RODRÍGUEZ, MARÍA DE LOURDES MIRANDA-QUINTERO, HOMERO ENRÍQUEZ & SANDRA EVELY PARADA RICO – *Inégalités d'accès, de formation et d'utilisation des technologies numériques pour les mathématiques à l'école dans deux pays d'Amérique latine : la Colombie et le Mexique* – 121

## Varia

---

STÉPHANE BONNET & ANGELA BARTHES – *Généralisation de l'éducation au développement durable et territorialisation des établissements scolaires* – 140

ALICIA JACQUOT – *La construction d'un partenariat éducatif. Sociohistoire d'un dispositif de lutte contre le décrochage scolaire* – 155

## Notes de synthèse HDR

---

SYLVIANE FEUILLADIEU – *Contribution à une sociologie de l'accessibilité. Pistes d'étude du processus d'accessibilisation des environnements scolaires* – 169

MAËL LE PAVEN JARNO – *Vers une didactique des ajustements dans l'action conjointe* – 189

## Recensions

---

Recension par Loïc Pulido, *Autochtonie et question éducative dans les Outre-mer, une enquête comparative en Guyane et en Polynésie française*, MAURIZIO ALÌ – 206

Recension par Michel Fabre, *La pensée éducative de John Dewey*, CHRISTOPHE POINT – 209

# Numérique et autonomisation des élèves : quelle formation initiale des enseignants ?



## Ghislaine Gueudet

Professeure, Laboratoire « Études sur les sciences et les techniques » (EST), Université Paris-Saclay

## Sophie Joffredo-Le Brun

Maitresse de conférences, Centre de recherches sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), Laboratoire interdisciplinaire de recherche sur les questions vives en formation et en éducation (LIRFE), Université catholique de l'Ouest

## Antoine Le Bouil

Docteur, Centre de recherches sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), Université de Bretagne occidentale

## Carole Le Hénaff

Maitresse de conférences, Centre de recherches sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), INSPÉ de Bretagne, Université de Bretagne occidentale

## Gwenaëlle Riou-Azou

Professeure agrégée, Centre de recherches sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), Université de Bretagne occidentale

## Sabrina Srey

Docteure, Centre de recherches sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), Université de Bretagne occidentale

### Résumé

Utiliser le numérique en classe pour soutenir le développement de l'autonomie des élèves fait partie des recommandations institutionnelles, mais constitue un objectif complexe pour les professeurs. Nous étudions dans cet article dans quelle mesure une formation initiale fondée sur un travail documentaire collectif de conception de scénarios de classe peut contribuer à l'atteinte de cet objectif pour des professeurs stagiaires. Nous présentons trois études de cas, en anglais, mathématiques et sciences physiques. Nous analysons le potentiel de scénarios de classe conçus par les stagiaires en termes d'usages du numérique et d'autonomisation des élèves, et cherchons à identifier des invariants opératoires émergents à partir des scénarios et de leur présentation par les stagiaires. La mise en regard des trois disciplines montre des traits communs et des spécificités disciplinaires.

Mots-clés : TIC et numérique, autonomie et socialisation, formation des enseignants

### Abstract

*Digital resources and students' autonomous learning: which preservice teacher education? — Using digital technology in class to support the development of students' autonomy is recommended by the educational authorities; nevertheless it is a complex objective for teachers. In this article we investigate how an initial training based on collective documentation work for designing classroom scenarios can contribute to achieving this objective for trainee teachers. We present three case studies, in English (as a foreign language), mathematics and physics. We analyse the potential of trainee-designed lesson plans in terms of digital uses and autonomous learning, and seek to identify emerging operational invariants by drawing on the scenarios and their presentation by the trainees. The comparison of the three disciplines shows common features and disciplinary specificities.*

*Keywords: ICT and digital, autonomy and socialization, teacher training*

La loi de refondation de l'école de la République met l'accent sur le numérique comme moteur d'une amélioration pédagogique car il permet « d'adapter le travail au rythme et aux besoins de l'enfant, de favoriser leur autonomie » (MEN, 2013). Comment former de futurs professeurs à élaborer des séances de classe combinant usage des technologies numériques et autonomie des élèves ? En effet, l'intégration réfléchie du numérique dans les scénarios de classe en tant que ressource est nécessaire (Amadiou & Tricot, 2014). De plus, comme le montre la littérature, le potentiel d'autonomisation que recèlent les usages du numérique s'actualise « de façon très inégalitaire en fonction des groupes sociaux dont les élèves sont issus » (Denouël, 2017, p. 79), ce qui peut creuser les inégalités scolaires. Cette question a été étudiée dans le cadre du projet e-Fran IDEE et plus spécifiquement dans un volet du projet abordant l'articulation autonomie-numérique avec une perspective didactique en mathématiques, anglais et physique-chimie. Nous avons conçu et implémenté une formation initiale à destination des professeurs-stagiaires (titulaires d'un concours et enseignants à mi-temps) de master 2 « Métiers de l'éducation, de l'enseignement et de la formation » (MEEF), premier et second degré, intitulée « Autonomie, différenciation, réduction des inégalités et numérique éducatif » (ADRIENE). Le terme « numérique » a ici une acception large qui peut désigner des logiciels, conçus ou non à des fins d'enseignement, mais également des vidéos, des fichiers disponibles sur Internet, des outils collaboratifs, etc.

Dans cet article nous présentons une brève synthèse de travaux sur l'autonomie et sur son lien avec l'usage du numérique, le cadre théorique et les questions de recherche, puis un descriptif de la formation. La méthodologie sera alors exposée, pour se centrer ensuite sur des analyses de cas de stagiaires dans les trois disciplines précitées, qui seront mises en regard dans la discussion.

## 1. Revue de la littérature, cadre théorique et questions de recherche

### 1.1. Autonomie des élèves et usages du numérique

En appui sur des travaux qui mettent en avant, d'une part l'intérêt d'une approche socioculturelle de l'autonomie des élèves (e.g. Wood, 2016), et d'autre part sa complexité et ses multiples aspects (e.g. Albero, 2004), nous avons défini l'autonomie comme « un processus situé dans un contexte et un système d'interactions, qui permet à l'élève d'organiser son travail et de mobiliser des ressources externes ou internes pour accomplir une tâche donnée » (Gueudet & Lebaud, 2019). Nous avons de plus introduit différents types d'autonomie. Nous parlons d'autonomie transversale pour des aspects indépendants de la discipline et d'autonomie disciplinaire dans le cas contraire. Pour l'autonomie disciplinaire, en nous référant à Dani Ben-Zvi et Anna Sfard (2007), nous distinguons autonomie de mobilisation de savoirs déjà connus et autonomie d'acquisition de savoirs nouveaux (Gueudet & Lebaud, 2019). Les usages du numérique en classe peuvent soutenir ces différents types d'autonomie : transversale, par exemple avec des plates-formes permettant un travail collectif (e.g. Faggiano et al. 2005) ou une progression individuelle des élèves respectant leur propre rythme (e.g. Gueudet et al, 2019a) ; disciplinaire d'acquisition (par exemple en résolution de problèmes en mathématiques, Santos-Trigo, 2019) ou disciplinaire de mobilisation (par exemple avec la mobilisation de vocabulaire connu pour communiquer avec des natifs anglais lors de visioconférences, Brigitte Gruson, 2019).

### 1.2. Approche documentaire du didactique

Le cadre théorique de l'approche documentaire du didactique (ADD) (Gueudet & Trouche, 2009) a été développé pour étudier les interactions entre les professeurs et les ressources mobilisées pour leur enseignement. Découlant de l'approche instrumentale (Rabardel, 1995), l'ADD considère qu'un enseignant engagé dans la conception et la mise en œuvre de son enseignement (son travail documentaire) interagit avec de nombreuses ressources. Dans ces interactions,

l'enseignant développe un document, c'est-à-dire un ensemble de ressources recombinaées associées à un schème d'usage de ces ressources. L'ADD se réfère à Gérard Vergnaud (1998) qui définit un schème comme un ensemble formé de quatre composantes : un but de l'activité, des règles d'actions, des invariants opératoires et des possibilités d'inférences. Un invariant opératoire (IO) est un ensemble formé de théorèmes-en-acte (TeA, propositions considérées comme vraies) et de concepts-en-actes (CeA, concepts considérés comme pertinents). Le développement d'un document est un processus nommé genèse documentaire. Pour l'ADD, les connaissances professionnelles des enseignants sont ainsi abordées en termes d'IO. La conception collective de leçons est utilisée dans de nombreuses formations d'enseignants au niveau international (Kim et al., 2021). L'ADD propose une interprétation particulière de l'impact de tels programmes (Trouche et al., 2019) : l'engagement d'enseignants dans un travail documentaire collectif donne lieu à des genèses documentaires et donc à un développement de schèmes.

### 1.3. Questions de recherche

Nous souhaitons dans notre étude identifier les caractéristiques de documents émergents dans un contexte de formation et discuter les spécificités disciplinaires. Dans la formation considérée, les stagiaires devaient concevoir un scénario de classe, c'est-à-dire un ensemble de ressources décrivant une séance ou séquence (objectifs, contenu, organisation, supports). Les questions que nous étudions sont les suivantes :

- quel est le potentiel des scénarios conçus par des stagiaires en termes d'autonomisation des élèves et de soutien à cette autonomisation par l'usage du numérique au cours d'une formation visant cet objectif ?
- quelles connaissances professionnelles des professeurs-stagiaires en termes de numérique et d'autonomisation sont mobilisées dans la conception de ces scénarios ?
- quels traits communs et différences fait apparaître la mise en regard de plusieurs disciplines ?

## 2. Présentation de la formation conçue

La formation ADRIENE se donne comme objectif d'amener les stagiaires à intégrer le numérique dans leur enseignement pour soutenir l'autonomie des élèves. Elle utilise la plate-forme Moodle et se présente sous forme hybride. Elle comporte trois sessions en présence et un travail distant.

La session 1 débute par la présentation de la formation. Puis, les stagiaires visionnent des vidéos conçues par l'équipe de recherche en appui sur une revue de la littérature pour ensuite échanger sur leur contenu. Enfin, des scénarios de classe conçus et testés par l'équipe de recherche sont analysés par les équipes de stagiaires selon leur discipline et leur niveau de classe en appui sur une grille d'analyse du potentiel de ressources en termes d'usage du numérique pour soutenir l'autonomisation des élèves, grille également conçue dans le cadre du projet de recherche (Gueudet et al. 2021 ; Quéré-Sherbourne et al., 2022). Dans ce contexte, le « potentiel » d'une ressource est une description des formes d'autonomie que les élèves sont susceptibles de développer lors d'une séance construite selon ce scénario. Ces analyses sont discutées collectivement.

Lors de la session 2, les équipes conçoivent un scénario en s'appuyant sur la grille d'analyse. Les scénarios conçus sont implémentés au moins dans une classe, commentés et déposés sur Moodle entre les sessions 2 et 3.

La dernière session est dédiée à la présentation par les différentes équipes de leur scénario et sa mise en œuvre en mettant en évidence l'usage du numérique, les éléments destinés à soutenir le développement de l'autonomie des élèves, ainsi que les réussites et les obstacles rencontrés. S'ensuit un échange avec les formateurs et le collectif pour dégager des pistes d'amélioration

autour de l'usage du numérique et de l'autonomie des élèves. Le tableau 1 résume l'organisation de cette formation.

Tableau 1 - Structure et contenu de la formation ADRIENE

Session 1 en présence (3h) Présentation de la formation et de la plateforme Moodle en salle informatique. Visionnage des vidéos sur les quatre thématiques de la formation suivi d'un compte-rendu et d'un débat. Analyse de scénarios proposés à partir de la grille d'analyse, discussion.
Session 2 en présence (3h) Conception d'un scénario par les équipes.
Entre les sessions 2 et 3, le scénario est testé dans au moins une classe. Le scénario et des éléments issus de la mise en œuvre sont déposés sur la plate-forme de la formation.
Session 3 en présence (3h) Analyse des scénarios déposés sur la plate-forme à partir de la grille d'analyse. Bilan de chaque groupe sur la leçon testée, discussion collective et propositions d'amélioration du scénario.

Ce format de formation « a priori » est adapté aux conditions et contraintes locales et temporelles pour sa mise en œuvre, sans que les ressources proposées ne soient impactées.

### 3. Méthodologie

Cette formation a été mise en œuvre auprès de stagiaires et d'étudiants de différents parcours de master « Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation » (MEEF) 2<sup>e</sup> année, en Bretagne entre 2018 et 2021. Les données utilisées correspondent à trois mises en œuvre particulières :

- en 2018-2019, un module optionnel qui a rassemblé des stagiaires du premier degré et du second degré de diverses disciplines ;
- en 2018-2019, un module obligatoire du master 2<sup>e</sup> année MEEF mathématiques ;
- en 2019-2020, un module obligatoire du master 2<sup>e</sup> année MEEF physique-chimie.

Dans ces trois cas, les séances de formation ont été filmées, et une transcription de la dernière séance a été réalisée. Nous avons également recueilli tous les supports élaborés par les stagiaires, en particulier les scénarios qu'ils ont conçus. Pour cet article, nous avons adopté une méthodologie de type étude de cas (Passeron & Revel, 2005) avec l'étude d'une stagiaire ou d'un groupe de stagiaires dans chacune des trois disciplines.

En anglais, la formation n'ayant pas été insérée dans le master MEEF anglais, nous avons retenu l'unique stagiaire d'anglais qui a participé à la formation optionnelle en 2018-2019.

En mathématiques, nous avons choisi un groupe de quatre stagiaires qui a conçu un scénario pour les classes de la quatrième et seconde sur l'introduction des probabilités utilisant le tableur. En effet, ce groupe a discuté son scénario de manière très détaillée lors de la session 3.

En physique-chimie, nous avons choisi un groupe de quatre stagiaires qui a conçu un scénario en optique en classe de seconde dont l'objectif est la recherche de la composition d'une étoile à partir des notions de spectres d'émission et d'absorption. Cette équipe a proposé un dossier pédagogique détaillé consacré à ce scénario.

Les méthodes de recueil et d'analyse du travail documentaire (Gueudet & Trouche, 2021) varient selon les collectifs étudiés. Pour notre étude, nous avons recueilli différentes données à partir desquelles des indices (Ginzburg, 1980), des signes ont été repérés rendant compte du travail documentaire. Ainsi, les scénarios conçus par les stagiaires incluant description du contenu, organisation de leur séance, supports papiers ou logiciels pour les élèves ont été analysés en

termes de soutien potentiel au développement de l'autonomie des élèves, et particulièrement d'usage du numérique pour ce soutien.

Les transcriptions des présentations et échanges lors de la dernière session de formation ont été analysées en recherchant prioritairement des convictions exprimées par les stagiaires, que nous interprétons comme des TeA. Une fois ces convictions identifiées, nous recherchons les autres éléments du document associé : but de l'activité des stagiaires et ressources utilisées en particulier.

#### 4. Conception de questionnaires en anglais

En anglais, nous considérons le travail d'une stagiaire (nommée SA) ayant conçu une séance sur *Sherlock Holmes* de Conan Doyle, intégrée dans une séquence intitulée "Crime stories", en collègue dans ses deux classes de quatrième. Cette séance s'inspire de la troisième étape d'un scénario pédagogique (figure 1) proposé par les formateurs en séance 1.

Figure 1 - Troisième étape du scénario analysé en formation

E3	<p><u>Activity 2</u> Part B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lire 3 résumés d'œuvres de Conan Doyle</li> <li>✓ Créer un jeu ) sur LearningApps pour vérifier la bonne compréhension des textes (6 phrases expliquant des éléments des histoires et qu'il faudra associer à une des trois histoires lues</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sur LearningApps Exemple d'une activité similaire pour expliciter la consigne en amont.</li> <li>✓ 6 résumés (3 par groupe)</li> <li>✓ LearningApps.org pour créer un quiz en fin de lecture <a href="https://LearningApps.org/display?v=p4nt8i00a18">https://LearningApps.org/display?v=p4nt8i00a18</a></li> </ul>	Travail en individuel puis en binômes
----	--	--	---------------------------------------

Pour concevoir son scénario, SA retient les grandes lignes de l'étape proposée et y apporte des modifications. Elle n'utilise pas les résumés de ce scénario mais des résumés qu'elle a trouvés sur Internet. De plus, elle les modifie pour les simplifier et y ajoute un glossaire. La stagiaire choisit également de modifier la feuille d'utilisation pour la création d'un quiz sur le site LearningApps, nouveau pour ses élèves, afin de la proposer en français, et non en anglais comme proposé initialement. En plus de ces résumés, SA complète la séance avec la bande-annonce du film *Death on the Nile* et une feuille de route, avec la consigne en anglais. Elle ajoute donc un objectif supplémentaire, qui consiste à travailler la compréhension orale. Enfin, SA demande de produire des questions à choix multiples (QCM) pour chaque document étudié en compréhension de l'écrit et de l'oral, et ainsi se préparer à la production de fin de séquence, la réalisation de l'interrogatoire d'un suspect d'un crime inventé par SA. Ces questions seront implémentées par les élèves puis validées par l'enseignante.

Cette séance se déroule en salle multimédia avec un travail des résumés sur ordinateurs et l'écoute de la bande-annonce du film sur des baladeurs MP3. SA a choisi de faire travailler ses élèves individuellement et non en groupe comme proposé dans la séance initiale.

##### 4.1. Potentiel du scénario (anglais) en termes d'autonomie et numérique

Pour les aspects numériques, différents outils – ordinateur, MP3, LearningApps – visent à faire travailler chacun à son propre rythme. Par exemple, les élèves gèrent leur temps de lecture et de visionnage ou peuvent faire des retours en arrière pour les activités de compréhension. Le numérique permet alors une individuation par l'élève de la temporalité de son travail. En production écrite, ils peuvent « tester » leurs questions avec LearningApps en y répondant par eux-mêmes, autant de fois qu'ils le souhaitent.

SA indique ne pas avoir d'attente spécifique quant au contenu des questions, mais en avoir quant à leur forme : « *Je n'avais pas d'exigence sur les questions parce que [...] ça me permettait*



*de voir où est-ce qu'ils en étaient dans la maîtrise des questions [...] pour [...] la réalisation de la tâche finale. »*

Ces modalités de travail permettent une autonomie transversale (non spécifique à l'anglais) des élèves : ils travaillent à leur rythme, et les questions à produire sont peu contraintes. De plus, ils ont une fiche guide, en français, pour découvrir les fonctionnalités de LearningApps et ainsi réduire les inégalités d'appropriation du logiciel. Cependant, les élèves n'ont pas la possibilité de vérifier la validité de leur QCM. Ils déposent leurs questions sur LearningApps mais rien n'est proposé pour vérifier la juste compréhension des documents malgré des aides à disposition (glossaire, Internet). SA doit valider. La dimension d'autoévaluation qui est importante pour l'autonomie transversale n'est pas présente ici.

Pour l'autonomie disciplinaire (la prise en compte de savoirs spécifiques à l'anglais), les activités de compréhension conçues par SA permettent une autonomie de mobilisation des savoirs lexicaux et syntaxiques déjà rencontrés par les élèves pour interpréter ce qu'ils lisent ou écoutent. Une autonomie d'acquisition d'un savoir nouveau (inférence du sens d'un terme nouveau) serait possible, mais est réduite par la présence du glossaire fourni. La production écrite de questions, quant à elle, nécessite une autonomie de mobilisation de la structure d'une question en anglais. De plus, la possibilité de se familiariser avec des connaissances associées à l'univers de Sherlock Holmes et avec d'autres œuvres de Conan Doyle dont les élèves ne sont pas nécessairement familiers relève de l'autonomie disciplinaire d'acquisition. SA semble considérer que *pour que les élèves soient autonomes, il faut proposer des activités en allégeant les savoirs nouveaux*. Il s'agit d'un TeA faisant partie d'un IO relevant du lien entre autonomie et savoirs acquis.

#### 4.2. Travail documentaire de la stagiaire (anglais) et connaissances mobilisées

SA s'est largement inspirée du scénario proposé en formation, qui a constitué une ressource importante pour son travail documentaire. Elle a conservé en particulier l'objectif de familiarisation avec l'univers de Conan Doyle. *Un travail en classe lié à des œuvres de grands auteurs anglais permet aux élèves de découvrir par eux-mêmes l'univers de ces auteurs*. Il s'agit d'un TeA, qui peut avoir été développé au cours de la formation, relevant du lien entre autonomie et découverte du monde littéraire d'un auteur. Cependant elle a apporté des modifications significatives à ce scénario.

SA a choisi de travailler avec d'autres résumés qu'elle a trouvés sur Internet et adaptés : *« J'ai transformé des formulations de phrases qu'ils n'auraient jamais comprises [...] Comme on travaille [...] le prétérit, y'a beaucoup de formulations qui étaient au present perfect, [...] j'ai tout passé au prétérit parce que je me suis dit sinon je vais les perdre. »*

SA permet ainsi à ses élèves une autonomie disciplinaire de mobilisation en adaptant les résumés avec un temps connu des élèves ; son ajout de glossaire pour le nouveau vocabulaire va dans le même sens. SA semble guidée par un TeA du type : *Pour les activités de compréhension, il faut réduire au minimum les éléments inconnus des élèves*. Il s'agit d'un TeA relevant du lien entre autonomie et savoirs acquis. Ceci favorise l'autonomie de mobilisation, mais réduit l'autonomie d'acquisition lors de ces phases de compréhension.

L'activité de compréhension de l'oral avec les MP3 ajoute du potentiel au scénario en termes d'autonomie transversale : les élèves peuvent travailler à leur rythme. SA a développé lors de la formation un TeA que nous pouvons formuler comme : *Pour que les élèves développent leur autonomie, il faut qu'ils puissent avancer à leur rythme* ; elle avait sans doute avant la formation une connaissance sur les possibilités offertes par les MP3 pour cet objectif. Il s'agit d'un TeA relevant du lien entre autonomie et individualisation.

Par ailleurs, SA choisit d'utiliser la fiche guide de création d'un jeu sur LearningApps mais en la proposant en français : *« Ils ont vingt-deux minutes, faut lire, faut comprendre en anglais, plus*

*faire un QCM donc [...] je me suis dit on passe au français. [...] Pour sécuriser [...] on utilise une application qu'ils ne connaissent pas. »*

On note ici que pour SA le logiciel, qui est nouveau pour les élèves, pouvait causer des difficultés. *Pour pouvoir utiliser un nouveau logiciel, les élèves ont besoin d'un mode d'emploi* est un TeA qui concerne le lien entre autonomie et numérique qui a été évoqué en formation. *Pour simplifier, on passe au français pour les éléments qui ne relèvent pas de l'objectif de la séance* est un autre TeA que SA semble avoir développé auparavant.

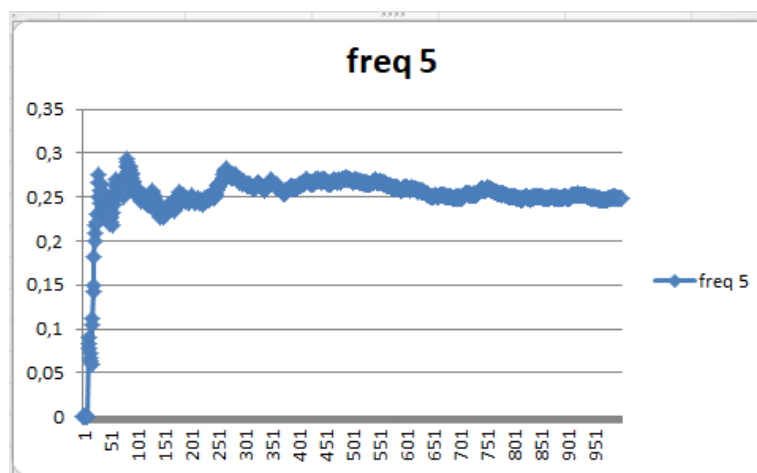
Plusieurs IO semblent fonder les choix de SA pour ce scénario. Nous retenons particulièrement ceux concernant la réduction des éléments inconnus et la mise à disposition des élèves d'outils facilitant l'accès à un savoir et à un apprentissage personnalisé.

## 5. Découverte des probabilités en mathématiques

En mathématiques, nous considérons le cas d'une équipe de stagiaires (nommée EM) qui a conçu en 2019 une séance dans le domaine des probabilités utilisant l'outil tableur. L'équipe EM est composée de cinq stagiaires, dont un exerce en collège et quatre en lycée. En France depuis 2016, les probabilités sont enseignées dès la quatrième ; la probabilité est introduite en appui sur la notion de fréquence.

L'équipe EM a conçu une séance d'une heure intitulée « Somme de deux dés tétraédriques » : lancer deux dés tétraédriques, noter les nombres obtenus et faire leur somme. Après une question préliminaire sur les résultats possibles lorsqu'on calcule la somme des deux faces, la séance se déroule en deux parties. Dans la première partie, les élèves utilisent le tableur pour simuler 1000 expériences, produire un graphique et observer la stabilisation de la fréquence pour chaque somme possible (figure 2).

Figure 2 - Graphique attendu pour observer la stabilisation des fréquences (somme valant 5)



Dans la deuxième partie, les élèves dressent une liste des issues de l'expérience « lancer deux dés tétraédriques ». Ils observent qu'il y a 16 issues possibles et calculent les probabilités d'événements tels que « la somme des dés est 5 ». Ils écrivent le résultat dans un tableau, et sont invités à le comparer aux fréquences stabilisées obtenues dans la première partie.

### 5.1. Potentiel du scénario (mathématiques) en termes d'autonomie et numérique

L'objectif de cette séance est que les élèves observent la stabilisation des fréquences pour un grand nombre d'expériences, puis la coïncidence entre cette valeur stabilisée et la probabilité théorique.

Dans un premier temps, les élèves utilisent le tableur pour simuler 1000 expériences et produire un graphique qui leur permet d'observer la stabilisation des fréquences : « *donc ce qu'il faut vraiment qu'ils constatent, c'est que les fréquences se stabilisent [...] L'activité suppose qu'ils sont quand même un peu familiers avec le tableur et avec la notion de fréquence* » (SM1).

L'activité peut favoriser l'autonomie de mobilisation : les élèves connaissent le concept de fréquence, utilisé depuis la classe de cinquième. Ils pourraient constater seuls la stabilisation ; cependant l'énoncé prend en charge ce constat : « On constate que les fréquences ont l'air de se stabiliser au bout d'un certain nombre de lancers ».

La partie de l'activité sur le calcul des probabilités théoriques est assez guidée. En fin d'activité, « *ils doivent retrouver les valeurs proches des fréquences stabilisées* » (SM1). Les élèves doivent constater la coïncidence entre la fréquence stabilisée et la probabilité théorique. Ceci relève de l'autonomie disciplinaire d'acquisition : le lien entre fréquence stabilisée et probabilité est nouveau.

L'utilisation du tableur est clairement pertinente pour l'objectif de cette séance ; la simulation de 1000 expériences serait pratiquement impossible sans tableur, de même pour la production du graphique des fréquences : « *le tableur permet justement de faire une simulation et déjà de gagner du temps, de s'éviter plein d'efforts, de compiler tous les résultats d'un coup* » (SM2).

Cette utilisation du tableur nécessite une autonomie de mobilisation notamment pour la production du graphique. En revanche les nouvelles formules nécessaires pour la simulation sont données dans l'énoncé.

Ainsi de nombreuses améliorations de la séance en termes d'autonomie sont possibles. Le calcul des probabilités comme l'utilisation du tableur sont fortement guidés. L'autonomie transversale indépendante de la discipline est également réduite. La courte durée prévue pour un contenu important ne permet pas aux élèves de travailler à leur rythme. Aucune différenciation n'est proposée, et les seules aides fournies sont celles relatives à l'emploi du tableur.

## 5.2. Travail documentaire des stagiaires (mathématiques) et connaissances mobilisées

L'équipe EM a utilisé le scénario « Introduction aux probabilités en classe de troisième » donné lors de la formation et l'a modifié.

Les stagiaires ont choisi des dés à quatre faces au lieu de six et n'ont pas utilisé de dés matériels pour éviter la complexité puisque de vrais dés peuvent tomber des tables. De plus, il est complexe d'avoir  $6 \times 6 = 36$  résultats possibles, et plus simple d'en avoir  $4 \times 4 = 16$  : « *on a choisi des dés à quatre faces pour éviter l'explosion combinatoire et la difficulté des calculs* » (SM1). Nous considérons cela comme un TeA partagé par ces futurs enseignants : *La difficulté des aspects calculatoires ne doit pas créer un obstacle pour l'objectif d'introduction du lien entre fréquence et probabilité*. Ce TeA relève d'un IO concernant la place du calcul en mathématiques, qui doit parfois être en retrait pour ne pas freiner d'autres apprentissages. Cette simplification conduit à une situation moins authentique : les jeux de dés sont courants, mais pas avec des dés à quatre faces.

Concernant le choix du tableur, les membres de l'équipe semblent partager le TeA : *Le tableur permet de faire une simulation et de gagner du temps*. Ce TeA est associé au CeA *simulation d'une expérience aléatoire*, au sein d'un IO concernant l'apport de simulations informatiques pour l'enseignement des probabilités. Par ailleurs l'outil tableur est choisi car considéré comme familier. Des échanges entre stagiaires ont porté sur les logiciels les plus pertinents pour réaliser une telle simulation : « *A mon avis, les laisser sur Python en autonomie ça demande vraiment un... ça s'adresse qu'aux élèves qui sont vraiment très très à l'aise* » (SM1). Les stagiaires partagent certains TeAs : *il ne faut pas que l'outil logiciel utilisé ajoute de la difficulté, les élèves sont*

*familiers du tableur, les élèves ne sont pas familiers de Python, faisant partie d'un IO qui concerne le lien entre la familiarité avec un logiciel, et la possibilité que celui-ci constitue un outil pour faire des mathématiques.*

Néanmoins l'utilisation du tableur dans cette leçon est très encadrée. Chaque élève reçoit un fichier préparé, qu'il doit remplir avec des formules en suivant les instructions données. De plus, des aides sont fournies à la fin de l'énoncé. Lorsque les formateurs interrogent les stagiaires sur l'autonomie des élèves avec le tableur, ils répondent : « *c'était un problème, avec le tableur on doit vraiment les guider* » (SM3) ; « *Ils ne peuvent pas deviner, par exemple, la commande NB.SI... C'est pour ça qu'on leur a donné dans le texte, ils peuvent être autonomes* » (SM4).

*Les élèves ont besoin d'être guidés lorsqu'ils rencontrent de nouvelles fonctionnalités du tableur est un TeA partagé dans l'équipe EM qui provient de leurs expériences précédentes. Les élèves ne peuvent pas deviner de nouvelles commandes du tableur, mais ils pourraient adapter des formules génériques à leur propre situation ; ici les formules sont données et doivent seulement être copiées.*

La séance conçue par ces stagiaires et ce qu'ils en ont dit nous permettent d'inférer des IO concernant l'apport des simulations en probabilités ; la nécessité de familiarité avec un logiciel pour qu'il se constitue en outil ; la nécessité de maîtrise de la complexité, mais également la nécessité de guider les élèves vers les contenus nouveaux que le professeur souhaite introduire, ce qui réduit les potentialités d'autonomie.

## 6. Étude du spectre d'une étoile en sciences physiques

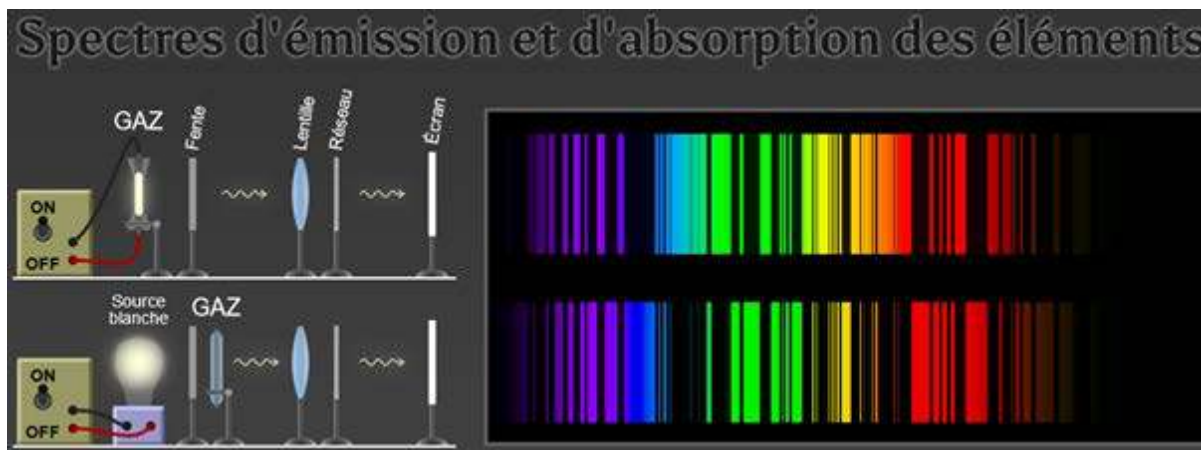
En physique-chimie, nous considérons le scénario conçu par une équipe de quatre stagiaires (nommée EPC). Ce scénario intitulé « Comment retrouver la composition d'une étoile à partir d'une étude de spectre ? » a été mis en œuvre par SP3 et SP4 et consiste en une séance d'une heure en classe de seconde.

Les élèves utilisent des tablettes (une pour deux) pour SP3 alors que pour SP4, des ordinateurs sont à disposition dans une salle (un pour deux également). Les élèves sont réunis par groupes de trois ou quatre pour toute la séance qui s'organise autour de trois activités proposées sur un mur virtuel collaboratif (Padlet). Un document « Plan de l'activité » est proposé sur le Padlet mais également en format papier. Il décrit l'objectif de la séance : retrouver la composition d'une étoile. Il précise quatre rôles au sein des groupes : écrivain, correcteur, informaticien, gestionnaire du temps de parole. Ce document propose enfin deux chemins possibles pour effectuer la séance (activités dans l'ordre 1-2-3 ou bien 2-1-3) et le temps nécessaire pour chaque activité (12 minutes pour les activités 1 et 2, puis 25 minutes pour l'activité 3). Les activités sont les suivantes :

1. visualiser un extrait d'une vidéo consacrée aux recherches de Cecilia Payne au début du XX<sup>e</sup> siècle sur la composition des atmosphères gazeuses des étoiles grâce à l'étude de leur spectre. Ensuite, compléter un questionnaire à choix multiples ;
2. animation Flash (figure 3) permettant de comparer les spectres d'absorption et spectres d'émission pour différents éléments. Une fiche guide et un questionnaire sont associés à l'animation ;
3. étalonner le spectre du Lithium. À partir de la courbe d'étalonnage, les élèves devaient retrouver les longueurs d'onde du spectre de Vega, puis comparer les longueurs d'onde retrouvées à partir de la droite d'étalonnage avec les longueurs d'onde de différents éléments chimiques pour retrouver la composition de Vega.

Un minuteur était affiché au tableau pour afficher les deux décomptes de 12 minutes puis celui de 25 minutes pour l'activité 3.

Figure 3 - Animation Flash à propos des spectres d'émission et d'absorption



### 6.1. Potentiel du scénario (physique) en termes d'autonomie et numérique

Concernant les spectres d'émission, d'absorption et la complémentarité entre ces spectres, nous parlons d'autonomie d'acquisition car ces notions sont abordées pour la première fois. Cette autonomie est relative à des savoirs propres à un domaine particulier de la physique, c'est bien une autonomie disciplinaire.

Certaines notions et compétences ont déjà été abordées précédemment comme les longueurs d'onde, les mesures sur un spectre, l'utilisation d'une droite d'étalonnage, c'est une autonomie disciplinaire de mobilisation. L'autonomie transversale concerne ici par exemple la capacité à travailler en groupe (guidée par les rôles attribués à chacun) ou la recherche d'informations dans une vidéo.

Des outils numériques divers sont utilisés ici. Un Padlet regroupe l'ensemble des ressources à disposition. L'activité 1 de visualisation de vidéo permet une recherche d'information guidée par des questions. L'activité 2, portée par l'animation Flash, permet de visualiser des spectres d'absorption et d'émission d'un élément chimique de leur choix. Elle facilite ainsi la familiarisation avec les notions de longueur d'onde et de spectre, et permet également, de manière guidée, d'établir le lien de complémentarité entre les spectres d'absorption et d'émission. Les questions associées à ces deux activités sont proposées sur le Padlet mais aussi en format papier pour permettre plus d'ergonomie et de fluidité, et éviter d'avoir à couper la vidéo ou l'animation pour y répondre. L'utilisation de QR codes a été pensée pour accéder aux corrections ; elle a été mise en œuvre par SP3 grâce à l'utilisation de tablettes. Le Padlet reste disponible hors classe pour les élèves souhaitant y avoir accès depuis chez eux.

Du point de vue numérique, cette séance est pertinente et cohérente avec l'activité selon la grille d'analyse de scénario. Cependant, sa mise en œuvre a présenté quelques difficultés. D'abord l'utilisation des tablettes a posé une difficulté technique car le réseau WiFi ne fonctionnait pas, les élèves et l'enseignante SP3 ont dû partager la connexion des téléphones portables. Ensuite l'activité 2 a pris plus de temps que prévu et SP4 a observé une « *difficulté de prise en main de l'animation même s'il n'y a rien de très compliqué c'est plus les notions qu'il y avait derrière entre bien différencier spectre d'émission et spectre d'absorption ça, ça a pris un petit peu de temps j'ai vu des élèves un peu cliquer partout, etc.* »

### 6.2. Travail documentaire des stagiaires (physique) et connaissances mobilisées

L'équipe EPC a conçu une séance originale ; elle a élaboré trois activités coordonnées, en laissant un choix sur l'ordre. Les stagiaires estiment que *la personnalisation du parcours participe de l'autonomie des élèves*. Ce TeA fait partie d'un IO concernant le lien entre parcours d'apprentissage et autonomie. Le temps dévolu à chacune de ces activités est fixé très précisé-

ment. L'expérience des stagiaires les aurait amenés à développer un IO concernant la maîtrise du temps d'une séance en donnant par exemple sur papier tous les documents disponibles sur le Padlet : « *Au niveau de la conception, le but était que les élèves soient le plus autonomes possible donc ils avaient tous les documents par papier, tous les documents qu'y a en pdf ici [dans le padlet], ils les avaient par papier* » (SP3).

En effet, les enseignants préféraient que les élèves disposent des documents papier pour pouvoir regarder la vidéo (activité 1) ou utiliser l'animation Flash (activité 2) tout en ayant les ressources sous les yeux pour ne pas avoir à changer d'application sur la tablette. Cette volonté de maîtrise du temps n'a pas permis que le scénario intègre la possibilité, pour chaque élève, de travailler à son rythme. Par ailleurs, les stagiaires souhaitaient offrir des possibilités d'autoévaluation (IO relatif à l'évaluation issu de la formation), conçue sous forme de QR codes donnant accès aux solutions aux élèves mais qui n'a pu être mise en place que dans la classe disposant de tablettes.

L'équipe EPC souhaitait que les élèves travaillent ensemble en donnant quatre rôles prédéfinis à se répartir entre les élèves. Les stagiaires estiment que *l'autonomie des élèves passe par la coopération entre élèves, elle-même facilitée par une répartition des rôles* (TeA relevant du lien entre coopération et autonomie).

Les stagiaires mentionnent le fait que la simulation Flash favorise le tâtonnement expérimental. Cet usage du numérique pour soutenir une autonomie d'acquisition, grâce en particulier à l'accès à différentes représentations a été travaillé lors de la séance 1 de la formation. Nous considérons que les stagiaires ont développé un TeA concernant l'apprentissage des élèves qui peut être formulé comme : *Un logiciel qui offre différentes représentations permet la construction de connaissances nouvelles.*

La conception de cette séance de physique a mobilisé plusieurs IO que nous inférons des propos des stagiaires en séance 3. Qu'ils portent sur la personnalisation du parcours d'apprentissage, la maîtrise du temps, l'autoévaluation, la coopération ou les différentes représentations que permet un logiciel, tous ces IO semblent avoir été renforcés par la formation puisqu'ils mobilisent des éléments évoqués lors de celle-ci.

## 7. Discussion

Le choix méthodologique d'analyser trois études de cas indispensable à une analyse fine des savoirs en jeu induit naturellement des limites. Cependant il nous semble intéressant d'examiner les traits communs et les différences entre ces trois cas, et d'interroger ce qui peut relever de spécificités disciplinaires.

Ces trois scénarios sont porteurs de possibilités pour l'autonomie disciplinaire d'acquisition, soutenue par certains usages du numérique. Ainsi les élèves en anglais découvrent l'univers de Conan Doyle et d'Agatha Christie grâce aux supports mis à leur disposition ; les élèves de mathématiques découvrent la convergence des fréquences vers la probabilité théorique grâce à la simulation permise par le tableur ; les élèves de physique découvrent les notions de spectre d'émission et d'absorption grâce à l'animation Flash. Les stagiaires ont développé des IO concernant les usages du numérique pour offrir des représentations ou des contenus permettant la découverte de savoirs nouveaux. De même des potentialités apparaissent dans les trois scénarios en termes d'autonomie disciplinaire de mobilisation, lorsque les élèves en anglais utilisent le vocabulaire connu pour la compréhension orale, en mathématiques mobilisent leurs connaissances statistiques sur la notion de fréquence ou en physique les connaissances concernant la notion de longueur d'onde.

Nous observons, chez les stagiaires d'anglais et de mathématiques qui se sont inspirés d'un scénario présenté en formation, un mouvement de réduction de la complexité. Nous inférons un IO

concernant la nécessité d'écarter les difficultés potentielles qui ne seraient pas liées à l'objectif central de la séance : difficultés avec un temps non familier (present perfect) en anglais, avec des calculs en mathématiques. Un autre IO semble intervenir en mathématiques, concernant la nécessité de guidage des élèves : leur attention est explicitement attirée sur la stabilisation des fréquences. Dans ce cas, la volonté de simplification fait obstacle à une opportunité d'autonomie disciplinaire. L'évaluation du niveau de complexité adéquat d'une activité est difficile, en particulier pour de jeunes enseignants. Les stagiaires d'anglais et de mathématiques semblent également avoir développé un IO concernant les difficultés que peut causer l'emploi d'un logiciel. Les stagiaires de mathématiques ont proposé d'employer le tableur, plutôt qu'un langage de programmation moins familier aux élèves. Dans les deux cas, nous notons que des aides ont été fournies pour l'utilisation de ces logiciels. Pour ces aides nous avons à nouveau observé une simplification qui réduit l'autonomie disciplinaire des élèves : aide en français plutôt qu'en anglais ; formule à copier dans le tableur plutôt que formule générique à adapter.

En ce qui concerne l'autonomie transversale, les stagiaires d'anglais et de physique semblent avoir développé en formation un IO concernant la nécessité de permettre aux élèves de travailler à leur rythme, et la personnalisation du parcours. Cette possibilité n'est pas présente en mathématiques : le contenu très dense doit permettre en fin de séance d'avoir fait le lien entre fréquence et probabilité. Dans le cas de l'équipe de physique, on observe de plus un IO sur le lien entre travail collectif et autonomie ; celui-ci est particulièrement mobilisé en physique, avec l'attribution de rôles spécifiques pour favoriser la collaboration. Les stagiaires de physique semblent de plus avoir développé un IO sur l'importance de l'autoévaluation, qui est absente dans les scénarios d'anglais et de mathématiques.

Concernant les usages du numérique, on relève une grande variété d'outils numériques dans le scénario de physique avec l'usage d'outils transversaux (Padlet, vidéos, animation Flash) et d'un outil disciplinaire qui permet des changements de registres de représentation (Duval, 1995). En anglais la stagiaire utilise aussi différents types d'outils numériques, plutôt transversaux (LearningApps ou vidéos), mais dont l'usage peut être vu comme spécifique de la discipline (réécoute avec les MP3). En mathématiques seul un logiciel spécifique, le tableur, est utilisé ; il est associé à une aide très détaillée. Ainsi, si le numérique peut favoriser l'autonomie, il peut aussi requérir une autonomie spécifique, ce qui crée une difficulté pour les stagiaires.

## 8. Conclusion

La formation étudiée, fondée sur le principe de conception collectif de séances et leur test en classe, soutenu par diverses ressources issues de la recherche, a contribué au développement de connaissances des stagiaires. Celles-ci concernent notamment l'usage de logiciels pour soutenir l'autonomie disciplinaire d'acquisition ; la réduction de difficultés ne concernant pas l'objectif de la séance ; l'aide à la prise en main d'un logiciel nouveau, qui va permettre de réduire les inégalités d'appropriation du logiciel. Cependant l'usage du numérique pour développer l'autonomie des élèves est un objectif complexe ; la volonté de simplification dépassait parfois la suppression de difficultés « parasites », conduisant à une réduction des possibilités d'autonomisation des élèves. De plus certains éléments mis en avant en formation et relevant de l'autonomie transversale (la possibilité d'avancer à son rythme, le travail collectif, l'autoévaluation, la personnalisation des parcours individuels des élèves) n'étaient présents que dans une ou deux des trois séances analysées. Par la suite nous poursuivons ce travail pour tenter de déterminer en quoi les spécificités disciplinaires contribuent aux choix des stagiaires et peuvent ou non constituer des freins pour l'autonomie transversale.

## Références

ALBERO Brigitte (2004), « L'autoformation dans les dispositifs de formation ouverte et à distance : instrumenter le développement de l'autonomie dans les apprentissages », dans I. Saleh, D. Lepage & S. Bouyahi (dir.), *Les TIC au cœur de l'enseignement supérieur. Actes de la journée d'étude du 12 novembre 2002*, Labo-

ratoire Paragraphe, Université Paris VIII-Vincennes-St Denis, coll. Actes Huit, p. 139-159, <http://edutice.archives-ouvertes.fr/docs/00/00/17/75/PDF/AlberoVincennes.pdf>

AMADIEU Franck & TRICOT André (2014), *Apprendre avec le numérique. Mythes et réalité*, Paris, Retz.

BEN-ZVI Dani & SFARD Anna (2007), « Ariadne's thread, Daedalus' wings and the learner's autonomy », *Éducation & Didactique*, n° 1(3), p. 117-134.

DENOUEL Julie (2017), « L'école, le numérique et l'autonomie des élèves », *Hermès, La Revue*, n° 78, p. 80-86.

DUVAL Raymond (1995), *Sémiosis et pensée humaine*, Lausanne, Peter Lang.

FAGGIANO Eleonra, PERTICHINO Michele & ROSELLI T. (2005), « CSCL in mathematics education », dans IEEE Education Society, IEEE Computer Society, American Society for Engineering Education, & Indiana University - Purdue University Indianapolis (éds.), *Pedagogies and technologies for the emerging global economy: 35th annual frontiers in education; conference proceedings*; The Westin Indianapolis, Indianapolis, Indiana, Stipes Publ. LLC.

GUEUDET Ghislaine, PEPIN Birgit & LEBAUD Marie-Pierre (2021), « Designing meta-resources for mathematics teachers in the context of curriculum reforms: the case of digital technology use and student autonomy in France », *ZDM – Mathematics Education*, n° 53, p. 1359-1372.

GUEUDET Ghislaine & LEBAUD Marie-Pierre (2019a), « Développer l'autonomie des élèves en mathématiques grâce au numérique. 1. Différentes dimensions de l'autonomie », *Petit x*, n° 109, p. 3-16.

GUEUDET Ghislaine & LEBAUD Marie-Pierre (2019b), « Développer l'autonomie des élèves en mathématiques grâce au numérique. 2. Analyser le potentiel de ressources pour les professeurs », *Petit x*, n° 110, p. 85-102.

GUEUDET Ghislaine & TROUCHE Luc (2021), « Étudier les interactions professeurs-ressources : questions de méthodes », *Éducation et Didactique*, n° 15(2), p. 141-158.

GUEUDET Ghislaine & TROUCHE Luc (2009), « Towards new documentation systems for teachers? », *Educational Studies in Mathematics*, n° 71(3), p. 199-218.

GINZBURG Carlo (1980), *Mythes, Emblèmes, Traces*, Paris, Flammarion.

GRUSON Brigitte (2019), *L'action conjointe en didactique des langues : élaborations conceptuelles et méthodologiques*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.

KIM J., YOSHIDA N., IWATA S. & KAWAGUCHI H. (éds.) (2021), *Lesson study-based teacher education: The potential of the Japanese approach in global settings*, New York, Routledge.

PASSERON Jean-Claude & REVEL Jacques (2005), *Penser par cas*, Paris, Éditions de l'EHESS.

RABARDEL Pierre (1995), *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*, Paris, Armand Colin.

QUERE-SHERBOURNE Nolwenn, EL HAGE Suzane, BOILEVIN Jean-Marie, GUEUDET Ghislaine, SREY Sabrina & JOFFREDO-LE BRUN Sophie (2022), « Articuler numérique et autonomie des élèves : les apports d'une mise en regard de trois disciplines », communication présentée au colloque LDAR *Recherches, dialogues et plus si affinités...*, Paris, <https://rdvdidac2022.sciencesconf.org/413318/document>

SANTOS-TRIGO Manuel (2019), « Prospective and practicing teachers and the use of digital technologies in mathematical problem-solving approaches », dans S. Llinares & O. Chapman (éds.), *International Handbook of Mathematics Teacher Education, volume 2. Tools and Processes in Mathematics Teacher Education*, Leiden/Boston, Brill/Sense, p. 163-196.

TROUCHE Luc, GUEUDET Ghislaine & PEPIN Birgit (2019), *The 'resource' approach to mathematics education*, Berlin, Springer.



VERGNAUD Gérard (1998), « Toward a cognitive theory of practice », dans A. Sierpiska & J. Kilpatrick (éds.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, p. 227-241.

WOOD Marcy B. (2016), « Rituals and right answers: Barriers and supports to autonomous activity », *Educational Studies in Mathematics*, n° 91(3), p. 327-348.