
DÉVELOPPER L'AUTONOMIE DES ÉLÈVES EN MATHÉMATIQUES GRÂCE AU NUMÉRIQUE

PARTIE 2. ANALYSER LE POTENTIEL DE RESSOURCES POUR LES PROFESSEURS

Ghislaine GUEUDET¹

CREAD, Université de Brest, IREM de Rennes

Marie-Pierre LEBAUD²

CREAD, Université de Rennes 1, IREM de Rennes

Résumé. Dans cet article, nous nous intéressons au développement de l'autonomie des élèves en mathématiques dans le contexte d'activités numériques en classe. Nous proposons des critères pour analyser le potentiel de ressources de type scénario de classe, en termes d'usages du numérique soutenant le développement de l'autonomie des élèves, sans creuser les inégalités éducatives. Ces critères peuvent être utilisés pour choisir, modifier ou concevoir une ressource. Nous présentons d'abord une grille d'analyse rassemblant ces critères, dans l'objectif d'évaluer ce potentiel. Nous décrivons ensuite une séquence de classe, à propos des probabilités en 3^e, et illustrons l'utilisation de cette grille en analysant cette ressource.

Mots-clés. Autonomie, numérique, potentiel d'une ressource pour le développement de l'autonomie, ressources pour le professeur.

Abstract. This paper focuses on the development of students' autonomy in mathematics, in the context of activities with digital technologies in class. We propose criteria to assess the potential of curriculum resources for teachers, in terms of uses of digital technologies fostering students' autonomy, and avoiding to increase social inequalities. These criteria can be used to choose, modify or design a resource. We firstly present a grid gathering these criteria, as a tool to assess the potential of a resource presenting. Then we present the example of a resource about the introduction of probabilities in grade 9, and illustrate the use of this grid by analyzing this resource.

Keywords. Autonomy, curriculum resources, resource potential to foster students' autonomy, technology.

Introduction

Cet article s'inscrit dans la suite d'un précédent texte (Gueudet & Lebaud, 2019a), paru dans le précédent numéro, qui proposait une réflexion sur la notion d'autonomie de l'élève et sur les usages possibles du numérique pour développer cette autonomie. Comme dans le texte précédent, le travail présenté ici est mené dans le cadre du projet *Interactions Digitales pour l'Enseignement et l'Éducation* (projet IDÉE³, réponse retenue à l'appel e-FRAN).

Nous rappelons tout d'abord dans une première partie certains éléments du travail précédent sur lesquels nous nous appuyons et introduisons le questionnement étudié ici. Ce questionnement porte sur l'analyse du potentiel de ressources de type scénario de classe, en termes d'usages du numérique pour développer l'autonomie des élèves. Nous avons conçu une grille d'analyse de

¹ ghislaine.gueudet@univ-brest.fr

² marie-pierre.lebaud@univ-rennes1.fr

³ Opération soutenue par l'État dans le cadre du volet e-FRAN du Programme d'investissements d'avenir, opéré par la Caisse des Dépôts.

ressources ; dans la partie 2, nous présentons le processus suivi pour concevoir cette grille, ainsi que la grille elle-même. Dans la partie 3, nous présentons la ressource conçue par le groupe en mathématiques, concernant l'introduction des probabilités en classe de 3e et illustrons l'utilisation de la grille en analysant cette ressource.

1. Contexte de la recherche et questionnement

1.1. Autonomie, numérique et réduction des inégalités éducatives

Dans le projet IDÉE, nous étudions les usages du numérique (désignant un vaste panel d'outils, allant d'un logiciel spécifique d'une discipline jusqu'aux outils de communication et de partage) susceptibles de contribuer au développement de l'autonomie des élèves dans différentes disciplines : anglais, mathématiques et sciences physiques. De plus, nous portons une attention particulière aux usages du numérique permettant de réduire, ou en tout cas de ne pas creuser les inégalités éducatives. Nous entendons par « inégalités éducatives » des différences de réussite scolaire découlant de l'origine sociale des élèves. Des recherches sur les usages scolaires du numérique (par exemple Denouël, 2017) ont montré que :

les potentiels d'autonomisation dont les usages du numérique sont éventuellement porteurs s'actualisent de façon très inégalitaire en fonction des groupes sociaux dont les élèves sont issus (ibid., p. 83).

Ce sont ces travaux qui motivent notre préoccupation, concernant les inégalités éducatives : il ne s'agit pas de proposer des usages du numérique qui bénéficieraient avant tout aux élèves favorisés socialement.

À propos de l'autonomie, nous rappelons brièvement ci-dessous les principales définitions et distinctions introduites dans ce travail (Gueudet & Lebaud, 2019a). Nous avons défini l'autonomie comme :

un processus qui permet à l'élève, dans un contexte donné et au sein d'un système d'interactions, d'organiser son travail et de mobiliser des ressources (internes ou externes) pour accomplir une tâche donnée en développant éventuellement des moyens nouveaux » (ibid, p. 5).

Nous avons par ailleurs distingué l'autonomie pédagogique, qui concerne des éléments présents dans toutes les disciplines (organisation du travail personnel, communication dans un groupe etc.) et l'autonomie didactique, qui concerne spécifiquement les mathématiques. Pour l'autonomie didactique, nous avons en outre séparé l'autonomie d'acquisition, qui concerne des savoirs nouveaux, et l'autonomie de mobilisation, qui est liée à la mobilisation de savoirs déjà acquis. Nous avons en outre proposé, pour analyser comment des scénarios de classe sont susceptibles de soutenir le développement de l'autonomie des élèves, de croiser les distinctions précédentes et les sept domaines de l'autonomie identifiés par Albero (2004) : technique, informationnel, social, méthodologique, cognitif, socio-cognitif, et psycho-affectif.

1.2. Ressources pour les professeurs et questionnement

Le projet IDÉE poursuit un double objectif de recherche fondamentale (visant notamment à montrer comment une approche didactique peut éclairer le concept d'autonomie) et de contribution à l'évolution des pratiques enseignantes. En ce qui concerne l'évolution des pratiques, nous nous référons à l'approche documentaire (Gueudet & Trouche, 2008), qui considère que les interactions entre les professeurs et les ressources mobilisées pour leur enseignement sont le moteur du développement professionnel. C'est cette référence à l'approche

documentaire qui motive l'intérêt pour les ressources dans le projet IDÉE.

Nous ne retenons toutefois pas le sens très large du concept de « ressource » choisi dans l'approche documentaire (tout ce qui peut ressourcer les pratiques des professeurs). Nous nous intéressons à des ressources conçues pour les professeurs et présentant des scénarios de classe. Ces ressources sont en outre disponibles en ligne (ceci est plus un constat qu'un choix, nous pourrions considérer des scénarios de classe présentés dans des brochures IREM sur papier, cependant la plupart des brochures IREM sont également disponibles en ligne actuellement). Ainsi, elles se rapprochent de ce que Pepin et al. (2017) nomment : « *digital curriculum resources* », que l'on peut traduire par « ressources numériques curriculaires ».

Dans le projet IDÉE, notre intérêt pour ces ressources est centré sur leur potentiel, en termes d'usages du numérique favorisant le développement de l'autonomie sans creuser les inégalités éducatives. Ainsi, le questionnement retenu dans cet article pourrait être formulé comme : « Comment évaluer le potentiel d'une ressource de type scénario de classe, en termes d'usages du numérique favorisant le développement de l'autonomie des élèves sans creuser les inégalités éducatives ? » Il s'agit pour les membres du projet de produire des outils permettant une telle évaluation. Ces outils ont pris la forme de grilles ; nous les présentons en partie 2.

Ces grilles d'évaluation du potentiel de ressources peuvent être utilisées dans divers objectifs. Elles peuvent contribuer au choix de ressources par les professeurs. Cet objectif est particulièrement sensible, dans un contexte de foisonnement de ressources disponibles en ligne. Cependant, ces grilles peuvent également contribuer à la conception de ressources, dans un processus itératif : une première ressource est conçue ; l'application de la grille produit une évaluation et indique des directions d'amélioration, ce qui donne lieu à une version révisée, etc.

Ces grilles ont été utilisées ainsi dans le projet IDÉE, qui visait également la conception de ressources pour les professeurs (et susceptibles de soutenir des usages du numérique à des fins de développement de l'autonomie). Dans ce cadre, pour chacune des disciplines du projet (anglais, mathématiques et sciences physiques) un groupe formé de chercheurs et d'enseignants du secondaire a travaillé collectivement à la création de telles ressources. En particulier, le groupe en mathématiques (travaillant dans le cadre de l'IREM de Rennes) était constitué de quatre chercheurs et cinq enseignants de collège. Il a conçu plusieurs ressources dont celle que nous présentons en troisième partie, et que nous analysons pour illustrer l'application de la grille.

2. Numérique, autonomie, réduction des inégalités : construction d'une grille d'analyse de ressources.

Dans cette partie, nous présentons la version de la grille d'analyse stabilisée en juin 2018, après avoir exposé la méthode choisie pour concevoir cette grille.

2.1. Méthode pour la conception de la grille

Pour concevoir cette grille d'analyse, d'une part nous nous sommes appuyés sur différents travaux de recherche, et d'autre part nous avons mis au point un travail collectif impliquant différents types d'acteurs.

Du point de vue des travaux de recherche utilisés, nous nous sommes référées aux travaux sur la qualité des ressources menés dans le cadre du projet Intergéo consacré à la géométrie dynamique (en particulier : Trgalová, Soury-Lavergne & Jahn, 2011 ; Trgalová & Jahn, 2013). Ces travaux soulignent que la qualité ne peut pas être définie de manière absolue, elle dépend des objectifs

spécifiques du professeur. Ceci rejoint bien notre questionnement : en effet pour nous la qualité d'une ressource correspondra à son potentiel en termes d'usages du numérique soutenant le développement de l'autonomie sans creuser les inégalités éducatives.

De nombreux aspects du projet Intergéo étaient proches de nos problématiques, puisqu'il s'agissait d'évaluer la qualité de ressources de type « scénario de classe ». De plus, ces scénarios devaient utiliser le numérique, en l'occurrence la géométrie dynamique. Ainsi, les dimensions générales introduites par ces auteurs en lien avec l'appropriation d'une ressource par des professeurs étaient naturellement aussi pertinentes pour notre travail : clarté, ergonomie, adaptabilité. Concernant le numérique, il s'agissait d'élargir les travaux menés dans Intergéo pour s'intéresser à tout type d'outil numérique : tableur, mur collaboratif virtuel, tablettes, *etc.* De plus, il fallait ajouter des critères s'intéressant aux différents aspects de l'autonomie des élèves. Pour ces derniers critères, nous nous sommes appuyés sur les recherches portant sur l'autonomie (pour les détails de ces recherches, voir Gueudet & Lebaud, 2019a, 2019b) et sur les distinctions que nous avons rappelées ci-dessus. Ainsi, nous avons séparé l'autonomie didactique, intégrée dans un ensemble de critères consacrés à la richesse du contenu mathématique et à la pertinence de l'emploi du numérique, et l'autonomie pédagogique.

La conception de cette grille a impliqué l'ensemble des chercheurs du projet, ainsi qu'une dizaine de professeurs de collège ou de lycée, enseignant dans une des trois disciplines du projet. Ici, nous présentons la grille construite pour l'analyse du potentiel des ressources mathématiques ; celle-ci fait partie d'un ensemble de quatre grilles. L'une de ces grilles est indépendante des disciplines et constitue un noyau qui peut être complété pour prendre en compte les spécificités disciplinaires. Deux autres grilles concernent les sciences physiques et l'anglais. Des phases de travail en commun et de travail indépendant entre les différentes disciplines se sont succédé, pour identifier ce qui était commun et ce qui était spécifique aux disciplines. Dans chaque groupe, les versions successives de la grille étaient testées séparément par au moins deux chercheurs sur des ressources issues de la base CARTOUN⁴ (CARTOgraphie des Usages Numériques) et mentionnant le mot-clé « autonomie ». Sur cette base sont mutualisées de nombreuses ressources, en particulier des scénarios utilisant le numérique pour toutes les disciplines. L'application de la grille à des ressources CARTOUN a permis de repérer des critères manquants, de supprimer des critères non pertinents. À la suite de plusieurs phases de travail des chercheurs, la grille a été soumise à des professeurs du secondaire, dont les remarques ont conduit à des reformulations de certains critères jugés peu clairs à l'origine. Enfin, la grille a été confiée à des membres du projet, sociologues de l'éducation, qui ont indiqué quels critères étaient essentiels en termes de réduction des inégalités éducatives, et ont proposé l'ajout de certains critères.

Le processus de conception étant dynamique, il est possible que la grille évolue encore à l'avenir, surtout après son emploi dans le cadre de formations initiales ou continues. Toutefois, les éléments que nous présentons ci-après demeureront importants.

2.2. Présentation de la grille

Nous avons retenu cinq catégories :

1. la ressource propose une description claire et riche pour le professeur (clarté) ;
2. la ressource est facile à prendre en main et adaptable (prise en main) ;
3. le contenu disciplinaire est riche du point de vue didactique (richesse didactique) ;

⁴ Base institutionnelle pour la mutualisation de ressources. <https://cartoun.education.fr/portail>

4. l'utilisation du numérique est pertinente et cohérente avec l'activité prévue (numérique) ;
5. l'activité proposée peut favoriser l'autonomie pédagogique des élèves (autonomie pédagogique).

Chaque catégorie comporte ensuite un certain nombre de critères. Dans le cadre du projet, nous souhaitons construire une grille commune à trois disciplines. La discipline spécifique analysée ne transparaît donc pas dans les titres des catégories retenues, mais est présente dans certains critères des catégories 3 et 4. C'est à ce niveau que se retrouvent des critères relevant de ce que nous avons appelé l'autonomie didactique.

Les critères retenus dans les deux premières catégories (voir annexe 1, p. 100), que nous ne détaillerons pas ici, sont les mêmes pour les trois disciplines : mathématiques, anglais et sciences physiques. Ils concernent la richesse des informations présentes dans le descriptif de la ressource (objectifs, prérequis, productions d'élèves, témoignage de mise en œuvre, adaptation possible, aspect matériel, *etc.*). Nous nous intéressons ici aux trois dernières catégories, plus spécifiques de notre questionnement sur l'usage du numérique pour développer l'autonomie en mathématiques.

Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, cette grille d'analyse peut être utilisée pour choisir, modifier ou concevoir une ressource. L'objectif de choix d'une ressource peut être rapproché de l'évaluation de sa qualité (en termes d'usages du numérique susceptibles de contribuer au développement de l'autonomie des élèves, sans creuser les inégalités éducatives). Pour cet objectif, nous avons adjoint à la grille un système de notation que nous ne présentons pas ici (ce système est détaillé par exemple dans Gueudet et Lebaud (2019b).

Ci-dessous, nous présentons les catégories 3, 4 et 5 de la grille d'analyse.

Richesse didactique (cat. 3)

La troisième catégorie retenue concerne la richesse didactique des situations mathématiques proposées. Comme nous allons le voir en considérant le détail des critères (voir tableau 1 ci-dessous), cette richesse didactique est fortement liée à ce que nous avons nommé dans notre étude l'autonomie didactique (Gueudet & Lebaud, 2019a).

De même que nous avons distingué autonomie didactique d'acquisition et de mobilisation (Gueudet & Lebaud, 2019a), nous avons choisi de distinguer les ressources concernant une situation de recherche (cas 3.1⁵) et donc des savoirs nouveaux (autonomie d'acquisition), d'une situation d'entraînement (cas 3.2) sur un savoir déjà rencontré (autonomie de mobilisation). Dans le cas 3.1, nous avons pris en compte la possibilité pour les élèves de prendre des initiatives, au sens où une mise en fonctionnement des connaissances de niveau au moins mobilisable (Robert, 1998) est demandée. Pour le cas 3.2, c'est la possibilité de travailler des automatismes qui est retenue. Nous considérons en effet que le travail des automatismes peut également contribuer à la richesse didactique.

Pour toute la grille, le fond blanc d'une cellule indique des critères communs aux trois disciplines travaillées dans le projet, le fond grisé des critères spécifiques à la discipline (ici mathématique). Le terme INÉG indique un critère prenant en compte, entre autres, des inégalités éducatives.

⁵ Cette numérotation est choisie pour indiquer qu'il s'agit du cas 1 de la catégorie 3.

3. Le contenu disciplinaire est riche du point de vue didactique.	
Cas 3.1 : situation de recherche	Cas 3.2 : entraînement
Les contenus disciplinaires correspondent bien aux objectifs et prérequis annoncés.	
L'activité proposée permet de travailler certaines compétences : chercher / modéliser / représenter / raisonner / calculer / communiquer.	
L'activité proposée utilise divers registres de représentation et des conversions de registres.	
Des productions demandées aux élèves permettent au professeur d'accéder à leur cheminement (INÉG).	
Des éléments permettant l'auto-évaluation sont proposés (INÉG).	
L'activité proposée permet aux élèves une prise d'initiative.	L'activité proposée permet aux élèves de travailler des automatismes.
L'activité proposée permet à l'élève d'expérimenter et/ou conjecturer.	
L'activité proposée permet à l'élève d'utiliser différentes stratégies, il y a plusieurs solutions possibles.	

Tableau 1 : Critères pour l'analyse de la richesse didactique de la ressource.

Dans ce tableau, la notion de « registres de représentation » désigne les différentes manières de représenter un objet mathématique (Duval, 1993). Ainsi, une fonction peut être représentée par sa courbe représentative dans le registre graphique, par une formule dans le registre algébrique, *etc.* Les changements de registre jouent un rôle important dans les apprentissages mathématiques.

Deux critères prennent en compte la réduction des inégalités éducatives. D'une part, la présence de productions d'élèves permet à l'enseignant d'anticiper les raisonnements qu'il pourra rencontrer lors de la mise en place de l'activité et donc éventuellement de construire des parcours différenciés. D'autre part, la présence dans la ressource d'éléments permet l'auto-évaluation. La situation elle-même peut permettre à l'élève de savoir si sa production est juste ou fautive ; ou il peut s'agir d'un support numérique fournissant un *feed-back*. Ces éléments peuvent renforcer l'autonomie des élèves en leur permettant de se détacher de l'autorité de l'enseignant dans la validation de leur travail (Yackel & Cobb, 1996). Notons cependant que Denouël (2017) a montré que le recours à l'auto-évaluation peut favoriser l'accroissement des inégalités sociales de réussite, particulièrement s'il se déroule hors du temps de classe. En effet, la pratique de l'auto-évaluation suppose des compétences transversales (organisation du travail, maîtrise des outils numériques) généralement plus présentes chez les élèves issus de familles disposant d'un fort capital culturel.

Utilisation du numérique (cat. 4)

La catégorie 4 (tableau 2) retenue pour cette grille concerne l'utilisation du numérique. Certaines activités mathématiques ne peuvent être faites sans l'emploi du numérique. C'est le cas notamment pour certaines activités portant sur l'algorithmique, et utilisant Scratch au collège ou

Python au lycée. Nous avons donc distingué les activités pouvant être faites sans le numérique (cas 4.1) de celles qui nécessitent l'emploi du numérique (cas 4.2). Dans le premier cas, nous tenons compte de la valeur ajoutée du numérique pour l'enseignant et/ou pour les élèves.

4. L'utilisation du numérique est pertinente et cohérente avec l'activité mathématique proposée.	
Cas 4.1 : activité qui peut être faite sans le numérique	Cas 4.2 : activité qui ne peut pas être faite sans le numérique
Le numérique permet aux élèves d'effectuer différents essais et de tester leur validité.	
Le numérique permet au professeur d'accéder au travail des élèves et/ou de le montrer à la classe.	
Le numérique permet au professeur de prendre en compte la diversité : par exemple diversifier son parcours (INÉG).	
Dans le cas où un travail est prévu à la maison, celui-ci peut se faire avec un smartphone (INÉG).	
Le numérique permet aux élèves d'échanger ou de travailler collectivement.	
Le numérique permet aux élèves de travailler dans différents lieux (avec possibilité d'emploi d'un smartphone s'il y a un travail à la maison).	
Le numérique permet au professeur de proposer des représentations, des informations qui ne seraient pas disponibles sinon.	
Le numérique permet aux élèves d'accéder à des représentations, des informations qui ne seraient pas disponibles sinon.	
Le numérique apporte une autre plus-value pour l'atteinte de l'objectif annoncé (par exemple effectuer certains calculs).	

Tableau 2 : Critères pour l'analyse de la pertinence de l'emploi du numérique.

La proportion d'adolescents possédant un téléphone portable est plus élevée dans les milieux défavorisés que dans ceux d'origine sociale favorisée (Le Mentec & Plantard, 2015), c'est pourquoi nous avons retenu comme critère pour le travail à la maison la possibilité de le faire sur un smartphone afin de tenir compte des inégalités éducatives. De plus, la possibilité de prise en compte de la diversité des élèves (notamment en proposant des parcours différents) est bien sûr un critère comportant une dimension sociale.

La possibilité de travail collectif grâce au numérique correspond généralement à des types de logiciels particuliers (par exemple, écriture collective).

Autonomie pédagogique (cat. 5)

Enfin, la dernière catégorie retenue (tableau 3) concerne l'autonomie pédagogique (Gueudet & Lebaud, 2019a) des élèves. Les critères sont communs aux trois disciplines du projet (anglais,

sciences physiques et mathématiques). Ces critères sont liés aux différents domaines de l'autonomie (Albero, 2004), comme nous l'exposons dans la partie suivante.

Plusieurs critères concernent la prise en compte des différences entre élèves : la possibilité de rythmes différents, la mise à disposition d'aides. La présence d'aides qui ne soient pas réduites à du texte, mais qui puissent être sonores, visuelles, animées, *etc.* est importante du point de vue de la prise en compte des inégalités éducatives. En effet, l'école est le lieu de la culture écrite, et ceci est en décalage avec le rapport « oral et pratique » au monde des élèves issus de milieux populaires (Lahire, 1993). Le numérique ouvre des possibilités pour la réduction de ce décalage.

5. L'activité proposée peut favoriser l'autonomie pédagogique des élèves.
L'activité prévoit la possibilité de rythmes différents.
L'activité prévoit des aides en cas de difficultés.
Les aides proposées sont variées : textes, images, vidéos, <i>etc.</i> (INÉG).
L'activité laisse à l'élève la possibilité de prendre des initiatives.
Les élèves peuvent savoir si leur travail est valide sans appeler le professeur.
La ressource intègre un ou des supports pour l'auto-évaluation.
Des aides sont fournies pour la prise en main du logiciel si besoin, et ces aides intègrent des éléments visuels (INÉG).
L'activité prévoit un recours à certaines formes de travail collectif.
L'élève peut faire des choix pour personnaliser son parcours.

Tableau 3 : Critères pour analyser le potentiel de la ressource en termes de développement de l'autonomie pédagogique.

Grille d'analyse et domaines de l'autonomie

Dans l'article précédent (Gueudet & Lebaud, 2019a), nous avons introduit des distinctions concernant l'autonomie. Certaines de ces distinctions ont été citées ci-dessus : autonomie didactique, concernant un certain contenu de savoir et autonomie pédagogique indépendante du savoir en jeu ; et au sein de l'autonomie didactique, autonomie d'acquisition de savoirs nouveaux, et autonomie de mobilisation de savoirs connus. Cependant, nous n'avons pas choisi de faire explicitement apparaître dans la grille les sept domaines de l'autonomie distingués par Albero (2004) : technique, méthodologique, informationnel, cognitif, méta-cognitif, social et psycho-affectif. En effet, nous voulions éviter dans la grille l'emploi d'un vocabulaire trop spécialisé, afin d'en faire un outil utilisable pour les futurs enseignants en formation ou les enseignants en poste. On peut noter que les critères des trois catégories présentées ci-dessus sont en lien avec certains domaines de l'autonomie. Sans proposer une description exhaustive, nous donnons ci-dessous quelques exemples.

- Richesse didactique (tableau 1) : la présence de différents registres concerne le domaine cognitif ; la possibilité de conjecturer relève à la fois du cognitif et du méthodologique ;

- Numérique (tableau 2) : la personnalisation des parcours relève des domaines cognitifs et psycho-affectifs ; le travail collectif du domaine social ; l'accès à des informations des domaines cognitif et informationnel ;
- Autonomie pédagogique (tableau 3) : la possibilité de rythmes différents favorise le domaine méthodologique ; l'auto-évaluation les domaines méta-cognitif et cognitif ; les aides pour la prise en main de logiciel concernent le domaine technique ; la possibilité de travail collectif concerne le domaine social.

Ainsi, les sept domaines de l'autonomie sont bien pris en compte à travers les critères retenus dans la grille. Nous allons maintenant présenter une ressource conçue dans le projet, et l'analyser en appliquant cette grille.

3. Présentation d'une ressource : *Probabilités en 3^e*

Dans le cadre du projet IDEE, plusieurs ressources ont été créées dans les différentes disciplines. Le canevas de présentation est le même dans chaque cas : d'abord une présentation détaillée de la ressource, avec une description rapide, la trame et les activités proposées ; ensuite des exemples de travaux d'élèves ; puis les fiches à photocopier pour les élèves. Ces ressources sont disponibles sur le site Interactik⁶. Nous allons ici présenter la ressource développée pour l'introduction des probabilités au niveau 3^e, avant de lui appliquer la grille présentée auparavant.

3.1. Présentation de la ressource

Nous reproduisons ici le tableau (tableau 4) décrivant succinctement la ressource et permettant à l'enseignant de se faire une rapide idée de ses objectifs et contenus, avec un focus sur les ressources numériques utilisées et sur la place du développement de l'autonomie, puis un extrait de la trame des séances (tableau 5) constituant la ressource.

Objectif(s) de la séquence	Introduction des probabilités. Introduction de la simulation sur tableur ou avec Scratch.
Niveau de classe	3 ^e
Durée	Entre 4 et 6 séances de 55 minutes.
Prérequis pour les élèves	Utilisation élémentaire du tableur. Proportionnalité, pourcentages.
Ressources numériques pour les élèves	Ordinateurs connectés à Internet (ou tablettes), <i>LearningApps</i> ⁷ (exercices en ligne avec feedback), Scratch, tableur, vidéo, calculatrice. Éventuellement : mur collaboratif virtuel.
Autonomie des élèves	Jeu en autonomie au début de la séquence avec collecte autonome des résultats. Travail en autonomie sur le vocabulaire et sur les exercices. Travail en autonomie sur ordinateur pour la simulation.

⁶ <https://www.interactik.fr/portail/web/se-documenter/cerad-sequence-probabilite>

⁷ <https://LearningApps.org>

Objectifs des étapes de la séquence	<p>1) Approche intuitive de la notion de probabilité d'un événement.</p> <p>2) Introduction du vocabulaire des probabilités.</p> <p>3) Exercices de probabilités.</p> <p>4) Simulation avec le tableur.</p>
Organisation générale de la classe	<p>Travail par groupes pour le jeu et le vocabulaire.</p> <p>Travail sur les applications <i>LearningApps</i> : individuel ou en binômes.</p> <p>Travail en binômes sur ordinateurs pour la simulation.</p>

Tableau 4 : Description succincte de la séquence.

Étapes	Titre et contenu des séances	Contenu des séances et Ressources des élèves (durée 45 minutes pour laisser le temps aux autres activités)	Organisation de classe
E0	Présentation du jeu « Conquête ».	Pour pouvoir commencer à jouer directement à la séance suivante, la règle du jeu est présentée en fin de séance.	
E1	Jeu « Conquête » Vocabulaire.	<p>On fait un plan de travail pour présenter le parcours de la séquence. Ce plan de travail intègre un support pour l'auto-évaluation, et permet la différenciation. Des micro-tests seront faits durant toute la séquence, par exemple proposés sur Moodle à la maison.</p> <p>On débute par les questions flash sur <i>LearningApps</i>.</p> <p>Ensuite les élèves jouent au jeu « Conquête ».</p> <p>Supports liés au jeu : pour 4 joueurs, un plateau de jeu, deux dés, des jetons.</p> <p>Synthèse des observations sur le jeu. Première approche du vocabulaire.</p> <p>Travail à la maison : découper les étiquettes (voir E2), regarder la vidéo⁸ et remplir la fiche RNQ (Regarder, Noter, Questionner).</p>	Groupes de 4.
E2	Vocabulaire (suite).	<p>Éventuellement, regarder la vidéo en classe.</p> <p>Feuilles vocabulaire à remplir sous forme de tableau ou de carte mentale.</p> <p>Étiquettes avec les définitions des concepts.</p> <p>Mise en commun des feuilles remplies (éventuellement en utilisant un mur collaboratif virtuel).</p> <p>Synthèse par le professeur au tableau.</p> <p>Retour sur la situation du jeu « Conquête ».</p>	Classe entière puis travail individuel ou binômes s'il reste du temps.
E3	Exercices de probabilités.	Début du travail sur les applications <i>LearningApps</i> en fonction du plan de travail.	Travail individuel ou par binômes sur ordinateur.

⁸ <https://education.francetv.fr/matiere/mathematiques/sixieme/video/petits-contes-mathematiques-les-probabilites>

		Certains exercices sont à faire obligatoirement. Si on n'a pas accès à une connexion Internet, les exercices peuvent être donnés sur papier, un corrigé de chaque exercice est mis à disposition. Retour sur la carte mentale complétée comme synthèse.	
E4	Simulation du lancer des deux dés.	Simulation sur tableur du lancer de deux dés, et simulation avec Scratch. Selon le nombre d'ordinateurs à disposition, cette étape peut se faire en deux séances par demi-classe.	Binômes.

Tableau 5 : Trame de la ressource.

L'enseignant propose d'abord un premier exercice, à faire avec toute la classe, demandant de trouver des événements improbables, peu probables, *etc.*, parmi une liste d'événements proposés (figure 1). Cet exercice est issu des ressources éducol pour le cycle 4 « *Comprendre et utiliser des questions élémentaires de probabilités – Questions flash* »⁹.

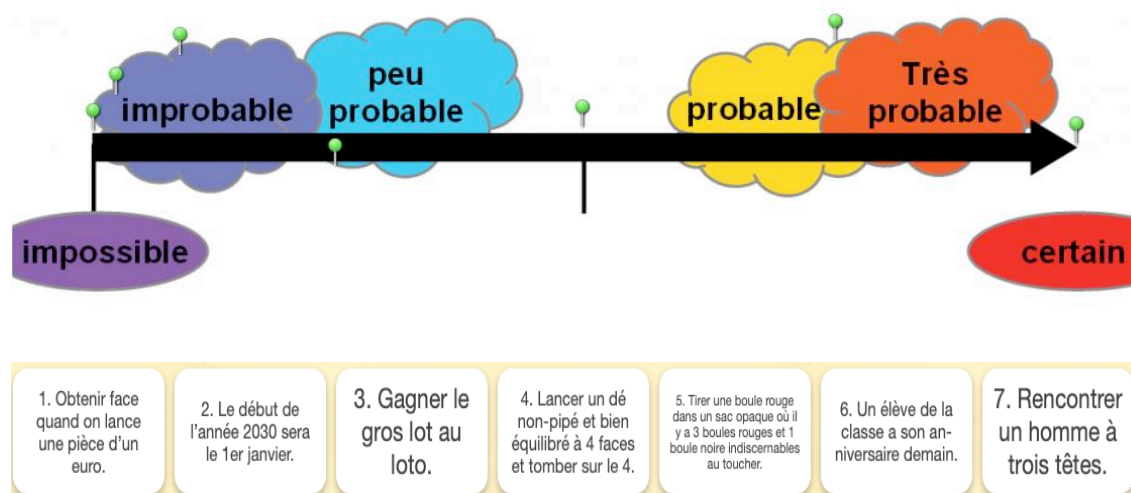


Figure 1 : Exercice de départ de la séquence (ici en version LearningApps).

La séquence se prolonge par l'utilisation d'un jeu « Conquête », développé par un groupe de l'IREM de Rennes¹⁰. Les élèves doivent trouver une stratégie gagnante pour conquérir les différents nombres (de 1 à 12) de l'île. Pour gagner, il faut obtenir le plus de fois possible, au cours de dix lancers successifs et en faisant le total de deux dés, le nombre que l'on souhaite conquérir. La règle du jeu est présentée à la fin de la séance précédant la mise en place de la séquence pour laisser le temps aux élèves de l'assimiler. Le jeu permet de mettre en évidence que tous les nombres n'ont pas la même probabilité d'être obtenus (le 1 ne peut même jamais l'être...).

Ensuite, les élèves regardent une vidéo présentant le vocabulaire de base des probabilités. Ils doivent, suite à ce visionnage, remplir une fiche « RNQ » (voir le modèle en annexe 2) en notant ce qu'ils ont retenu de la vidéo et leurs questions éventuelles. Ce travail peut être fait à la maison, mais il est plus efficace de le faire si possible en classe afin d'éviter les éventuelles

⁹ http://cache.media.education.gouv.fr/file/Probabilites/08/1/RA16_C4_MATH_probabilite_flash_563081.pdf

¹⁰ <https://irem.univ-rennes1.fr/groupe-jeux-et-mathematiques>

difficultés d'accès à Internet des élèves.

Ils doivent faire le lien entre deux jeux d'étiquettes en papier, l'un nommant un concept et l'autre une définition, puis donner un exemple issu du jeu et un autre issu d'une autre situation. L'ensemble peut être présenté sous forme de tableau (tableau 6) ou de carte mentale (voir annexe 3).

		<u>Exemple à partir du jeu « Conquête »</u>	<u>Exemples à partir d'autres situations</u>
Événements incompatibles	Deux événements qui ne peuvent pas se réaliser en même temps.		

Tableau 6 : Exemple de ligne à compléter par les élèves.

Une mise en commun est ensuite faite pour valider les liens entre les étiquettes et discuter des exemples trouvés.

L'avant-dernière séance est consacrée à la résolution d'exercices classiques de ce thème, soit sous forme papier, soit sur ordinateur avec l'application *LearningApps*¹¹.

Lors de la dernière séance, les élèves mettent en place la simulation du lancer de deux dés, soit avec un tableur, soit avec le logiciel Scratch (ou les deux si le temps disponible le permet) et essaient de déterminer la probabilité de chacune des issues élémentaires possibles.

3.2. Application de la grille à la ressource

Nous illustrons ici l'emploi de la grille en l'appliquant à la ressource *Probabilités en 3^e* dans sa version actuelle. Il ne s'agit pas pour nous de valider les critères de cette grille, qui peuvent encore évoluer, mais de montrer ce que la grille permet de dire concernant le potentiel de cette ressource en termes d'usages du numérique soutenant le développement de l'autonomie des élèves sans creuser les inégalités éducatives.

Catégories 1 et 2 : clarté, prise en main

Lors de la conception de la ressource, nous disposions déjà de la grille d'analyse, qui a donc pu jouer le rôle de guide de conception. Utiliser la grille en tant que guide ne signifie pas tenter d'atteindre la perfection pour chaque critère ; les contraintes de la classe ne le permettent généralement pas, nous le verrons ci-dessous. Mais la grille permet de penser à différents aspects, qui peuvent sinon être oubliés dans le processus de conception, surtout avec ce triple objectif de développement de l'autonomie, d'usage du numérique et de réduction des inégalités. Ainsi, nous avons été attentifs dans la ressource à présenter clairement les objectifs, l'apport du numérique, l'organisation de la classe pour chaque phase de la séquence ; à donner des témoignages, des extraits de productions d'élèves ; à mentionner des liens Internet permettant l'accès à tous les fichiers utilisés.

Catégorie 3 : richesse didactique

Pour cette catégorie, rappelons que nous distinguons deux cas. La ressource *Probabilités en 3^e* correspond au cas 3.1 : « situation de recherche » (autonomie didactique d'acquisition).

¹¹ Voir les exercices proposés : <https://LearningApps.org/7348100>

La plupart des critères de cette catégorie sont vérifiés ; seuls ceux qui concernent la réduction des inégalités — la possibilité d'accéder au cheminement des élèves, et la proposition d'éléments d'auto-évaluation — ne sont pas pleinement présents. En effet, pour certaines productions demandées aux élèves : les cartes mentales, ou les exercices sur *LearningApps*, leur cheminement n'est guère visible. Quant à l'auto-évaluation, elle est surtout présente par le feedback des exercices en ligne, donc seulement dans une part réduite de la séquence.

Catégorie 4 : numérique

Proposer dans un scénario de classe pour l'introduction des probabilités en 3^e une utilisation du numérique qui favorise l'autonomie des élèves a soulevé de nombreuses questions lors de la conception de la ressource. L'emploi du tableur ou de Scratch à des fins de simulation semblait pertinent pour ce thème des probabilités. Cependant, cet emploi peut engendrer des difficultés spécifiques, liées à la maîtrise de ces logiciels (Masselin, 2019).

En plus des possibilités de simulation, le numérique apparaît ici dans l'utilisation des exercices en ligne créés avec *LearningApps*. Ces exercices *LearningApps* ont été créés par les professeurs membres du groupe précisément pour ouvrir la possibilité de temps de travail lors desquels les élèves progressent à leur rythme. Cependant cette utilisation est optionnelle ; si l'enseignant n'a pas accès à des ordinateurs et à une connexion Internet, il est possible de les remplacer par des exercices traditionnels sur papier.

Dans cette séquence, le numérique permet aux élèves de réaliser des simulations, de travailler à leur rythme. Cependant, il ne permet pas au professeur d'accéder au travail des élèves, ni aux élèves de travailler collectivement ou de personnaliser leur parcours. On peut même considérer que l'objectif (introduire les probabilités en 3^e) pourrait être atteint sans le numérique. Ainsi, à propos de la catégorie 4 qui concerne l'usage du numérique, la ressource *Probabilités en 3^e* pourrait sans doute être encore améliorée.

Catégorie 5 : autonomie pédagogique

Finalement, dans la catégorie 5 concernant l'autonomie pédagogique, les critères sont presque tous respectés. Les aides pourraient être améliorées : par exemple, il serait possible d'inclure des tutoriels pour l'utilisation du tableur ou de Scratch, c'est une évolution qui pourra être réalisée par la suite.

L'application de la grille nous amène donc à conclure que la ressource *Probabilités en 3^e* que nous avons conçue est claire et facile de prise en main, susceptible de favoriser l'autonomie tant didactique que pédagogique. Cette application indique également des possibilités d'amélioration, en ce qui concerne la pertinence de l'usage du numérique et la contribution à la réduction des inégalités éducatives, notamment par la mise à disposition d'aides pour les élèves.

Conclusion

Dans ce travail, nous avons porté notre attention sur l'évaluation du potentiel de ressources de type scénario de classe pour : (1) soutenir le développement de l'autonomie des élèves, (2) en utilisant le numérique, (3) sans creuser les inégalités socio-éducatives. Nous avons construit une grille d'analyse permettant d'évaluer ce potentiel, dans un objectif de choix, de modification ou de conception d'une ressource.

Nous avons présenté ici cette grille dans son état actuel, en expliquant la méthode choisie pour sa conception et le choix des critères retenus. Ces critères peuvent certainement être discutés. Ils

ont été conçus collectivement et ont vocation à continuer d'évoluer au fil des échanges, tout en restant dans la perspective choisie associant numérique, autonomie et réduction des inégalités éducatives.

Cette grille peut constituer un outil pour les professeurs. Concernant le choix parmi les ressources disponibles, nous n'imaginons naturellement pas qu'un professeur va considérer que son travail est simplifié par l'application d'une grille comportant cinq catégories et de nombreux critères pour chacune. Dans tous les cas, étant donnée la complexité de cette grille, il nous semble important qu'elle soit présentée au cours de formations initiales ou continues.

Nous avons pu (toujours dans le cadre du projet IDÉE) tester l'emploi de cette grille en formation initiale. Nous avons présenté la grille (suite à des apports sur le thème de l'autonomie et des inégalités éducatives), et avons proposé à des stagiaires de l'appliquer à des exemples de ressources présentant des scénarios de classe. Les stagiaires ont semble-t-il apprécié ce travail, et se sont approprié cet outil. Ayant à concevoir eux-même une séquence, ils ont pu ensuite (explicitement ou implicitement) utiliser la grille comme guide de conception. Sans l'appliquer systématiquement, ils pourront dans leur activité ultérieure de choix de ressources faire appel à certains des critères.

Le projet IDÉE se poursuit, avec en particulier cette mise en œuvre de formations, donnant lieu à de nouvelles analyses et pouvant conduire à des évolutions de la grille et de la ressource que nous avons présentées ici. Nous espérons que de tels échanges auront également lieu avec les lecteurs de cet article, qui sont cordialement invités à nous adresser leurs remarques et propositions, pour contribuer à cette conception collective en cours.

Remerciements

Nous remercions sincèrement tous les collègues ayant contribué à ce travail, et plus particulièrement les membres du groupe mathématiques du projet e-FRAN IDÉE : Françoise Bricquie, Soizic Deforges, Carole Le Beller, Gwenaëlle Piriou-Le Nevez, Caroline Poisard, Gwenaëlle Riou-Azou, Samuel Schleuniger.

Références bibliographiques

- Albero, B. (2004). L'autoformation dans les dispositifs de formation ouverte et à distance : instrumenter le développement de l'autonomie dans les apprentissages. In Saleh I., Lepage D., Bouyahi S. (Ed.), 2003. Les TIC au cœur de l'enseignement supérieur. *Actes de la journée d'étude du 12 novembre 2002*, Laboratoire Paragraphe, Université Paris VIII-Vincennes-St Denis, coll. Actes Huit, 139-159.
<http://edutice.archives-ouvertes.fr/docs/00/00/17/75/PDF/AlberoVincennes.pdf>
- Denouël, J. (2017). L'école, le numérique et l'autonomie des élèves. *Hermès, la Revue*, 2(78), 80-86.
Repéré à <https://hal.univ-rennes2.fr/hal-01658476/document>
- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 5, 37-65.
- Gueudet, G. & Lebaud, M.-P. (2019a). Développer l'autonomie des élèves en mathématiques grâce au numérique. 1. Différentes dimensions de l'autonomie. *Petit x*, 109, 3-16.

- Gueudet, G. & Lebaud, M.-P. (2019b). Numérique et développement de l'autonomie des élèves : un outil pour l'analyse de ressources. In M. Abboud (Ed.). *Mathématiques en scène, des ponts entre les disciplines. Actes du colloque EMF2018*, 802-810, Paris : Université de Paris. Éditions de l'IREM de Paris.
- Gueudet, G. & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : Genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Éducation Et Didactique*, 2(3), 7-33.
- Lahire, B. (1993). *Culture écrite et inégalités scolaires : Sociologie de l'échec scolaire à l'école primaire*. Lyon : Presses Universitaires de Lyon.
- Le Mentec, M. & Plantard, P. (2015). INEDUC : pratiques numériques des adolescents et territoires. *Networks and Communication Studies, NETCOM*, 28(1-2), 217-238.
Repéré à <https://journals.openedition.org/netcom/1799>
- Masselin, B. (2019). *Étude du travail de l'enseignant autour de la simulation en classe de troisième et seconde : métamorphoses d'un problème au fil d'une formation en probabilité*. Thèse de l'Université Paris 7.
- Pépin, B., Choppin, J., Ruthven, K. & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM - Mathematics Education*, 49, 645-661.
- Robert, A. (1998). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques*, 18(2), 139-189.
- Trgalová, J. & Jahn A. P. (2013). Quality issue in the design and use of resources by mathematics teachers. *ZDM - Mathematics Education*, 45(7), 973-986.
- Trgalová, J., Soury-Lavergne, S. & Jahn, A. P. (2011). Quality assessment process for dynamic geometry resources in Intergeo project: rationale and experiments. *ZDM - Mathematics Education*, 43(3), 337-351.
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 58-477.

Annexe 1

Grille d'analyse, catégories 1 et 2

1. La ressource propose une description claire et riche pour le professeur
Des éléments d'information sont donnés par rapport aux textes officiels : cycle, niveau de classe, contenu de programme, référence au socle, <i>etc.</i>
Les objectifs disciplinaires sont clairement indiqués.
L'apport du numérique est clairement indiqué.
La mise en œuvre proposée est claire : organisation de la classe, durée, supports, équipement nécessaire, <i>etc.</i>
Les prérequis disciplinaires sont clairement indiqués.
Les prérequis informatiques sont clairement indiqués.
Des pistes de différenciation et/ou d'aides sont proposées au professeur (INÉG).
Des témoignages issus de mises en œuvre sont proposés au professeur.
Des productions d'élèves mettant en évidence des difficultés (et des réussites : cheminements et résultats attendus) sont proposées au professeur (INÉG).
Des éléments de synthèse, d'institutionnalisation et/ou d'évaluation sont proposés.

2. La ressource est facile à prendre en main et adaptable
Les informations données dans la ressource sont suffisamment complètes sans être excessivement longues.
La modification d'éléments de la ressource est possible et explicitement évoquée.
L'usage de la ressource est suffisamment intuitif (par exemple utilisable pour un professeur qui débute avec le(s) logiciel(s) concerné(s)).
Des conseils pour des adaptations au contexte sont donnés.
L'activité est réalisable avec du matériel courant ou facile à se procurer : ordinateurs, vidéo-projecteur, logiciel(s) libre(s) ; pas de nécessité d'accès à Internet.
L'activité ne demande pas au professeur un travail de préparation trop important.
L'accès aux différents fichiers est facile. Quand l'usage d'un logiciel est proposé dans la ressource : présence d'un lien pour le télécharger, logiciel libre.

Annexe 2 Fiche RNQ à remplir

Probabilités

<https://education.francetv.fr/matiere/mathematiques/sixieme/video/petits-contes-mathematiques-les-probabilites>

Thème(s) abordé(s) :

.....
.....

Références (titre, auteur, etc.) :

.....
.....
.....

Propriété(s) et/ou définition(s) vue(s) :

.....
.....
.....
.....

Mémo flash (des images, des schémas et/ou des mots et/ou des sons pour me souvenir) :

.....
.....
.....
.....

Questions (les questions que j'aurais à poser pour mieux comprendre) :

.....
.....
.....

Annexe 3

Carte mentale à remplir

Ici, les étiquettes ont été mises en correspondance avec les termes de vocabulaire introduits. Il s'agit alors d'ajouter des exemples issus du jeu « Conquête » et d'autres situations, ainsi que de tracer des liens entre les différentes étiquettes.

