

**Impact de l'utilisation des arbres de connaissance sur
l'autonomie des élèves en classe**

Rosselet-Christ Maxence et Torres Duarte Andreia

Directeur du MP

Christian Fantoli

Membre du jury

Philippe Ruffieux

Bachelor en enseignement préscolaire et primaire

26 juin 2021

Table des matières

Table des matières	2
1. But de ce mémoire et recherche originale	5
1.1 Motivations	5
2. Exploration	6
2.1 Effets de l'informatique sur l'apprentissage	6
2.2 Autonomie	7
2.3 Projet de mémoire original	9
2.4 Nouvelle approche	9
2.5 Les arbres de connaissance	10
3. Problématique	12
4. Construction du modèle d'analyse	13
4.1 Problèmes d'adaptation des arbres de connaissance en classe	13
4.1.1 Choix du curriculum et dépôt libre des brevets	14
4.1.2 Anonymat	16
4.1.3 Gestion informatique	17
<input type="checkbox"/> 4.1.3.1 Learnflow	17
<input type="checkbox"/> 4.1.3.2 Sqily	21
4.1.4 Monnaie du savoir	24
4.2 À quoi ressemblera notre arbre de connaissance ?	27
4.3 Taille d'effet	30
4.4 Nouvelle question de recherche	30
5. Observation	31
5.1 Du côté d'Andreia	31
5.2 Du côté de Maxence	36

5.2.1 Préparation de l'arbre de connaissances	36
5.2.2 Mise en œuvre en classe.	39
• 5.2.2.1 Problèmes de forme	39
• 5.2.2.2 Problèmes externes à la classe	40
• 5.2.2.3 Problèmes de conception du dispositif	40
• 5.2.2.4 Observations de l'utilisation du dispositif par les élèves	44
6. Analyse des résultats	48
6.1 Rappel de la question de recherche et des méthodes de calcul	48
6.2 Comparaison et interprétation de nos mesures	50
6.2.1 : Présentation et comparaison de nos résultats	50
6.2.2 : Amplitude de nos TE	52
6.2.3 : Écarts entre nos TE	53
6.3 Observations et tailles d'effet individuelles	54
6.3.1 Observations générales	55
6.3.2 Tailles d'effets individuelles	58
<input type="checkbox"/> 6.3.2.1 Élèves en zone rouge chez Maxence	62
<input type="checkbox"/> 6.3.2.2 Élèves en zone rouge chez Andreia	63
<input type="checkbox"/> 6.3.2.3 Élèves en zone bleue	66
6.4 Interprétation de nos résultats	67
7. Conclusion	69
7.1 : Rappel de la démarche	69
7.2 : Connaissances apportées par ce travail	70
7.3 : Perspectives pratiques	70
7.3.1 Corrections envisagées par Maxence ou Andreia	71
7.3.2 Autres suggestions de modifications possibles	73
8. Bibliographie	77

9. Annexes BDRP	80
10. Annexes	81
Annexe 1 : Formules de calcul de la taille d'effet	81
Annexe 2 : Tableaux Excel permettant de représenter sa taille d'effet.	82
11. Table des illustrations	83
Résumé	85

1. But de ce mémoire et recherche originale

1.1 Motivations

Le moteur du présent mémoire, c'était de rechercher des moyens de développer l'autonomie des élèves. Nous nous sommes tout d'abord intéressés au potentiel qu'avait l'informatique pour atteindre ce but, et nous sommes par la suite intéressés à la solution que nous avons finalement retenue : les arbres de connaissance (que nous abordons depuis la page 10). Nous ne nous sommes intéressés à l'informatique qu'en tant qu'outil pour atteindre ce but. À l'origine, nous avons décidé de nous intéresser à l'autonomie et de voir en l'informatique un outil pour la développer à cause des raisons suivantes :

- Les MITIC sont de plus en plus mis en avant dans le cadre de l'enseignement, tant au niveau du matériel à disposition que des attentes concernant la formation des élèves à l'utilisation de ces derniers. (*CIIP, 2010-2016, Section "Formation générale [FG] — MITIC"*)
- Les élèves doivent développer leur autonomie. (*CIIP, 2010-2016, Section "Capacités Transversales-Stratégies d'apprentissages"*)
- Plusieurs situations que nous avons vécues, dans lesquelles nous avons été dépassés par le besoin d'assistance des élèves, au point de négliger d'autres éléments nécessaires au bon fonctionnement de la classe.

2. Exploration

Avec comme but de réfléchir à la meilleure façon d’aborder notre question de recherche originale, voir comment mettre les MITIC au service de l’autonomie, nous avons effectué plusieurs recherches dans des ouvrages ou études préexistantes. Nous résumons cette recherche ci-dessous.

2.1 Effets de l’informatique sur l’apprentissage

Nous avons consulté plusieurs ressources pour préparer notre travail. Par exemple, pour anticiper l’effet que pourrait avoir l’utilisation de l’informatique sur les élèves, nous avons consulté une analyse documentaire qui regroupait de nombreuses études ayant été menées sur le sujet (*Cox et coll., 2004*). Certaines études trouvaient que l’emploi de technologies numériques donnait lieu chez les élèves à une amélioration des résultats : une étude liée au projet ImpaCT2 (mené en Angleterre) indique que l’utilisation de ressources informatiques dans diverses branches (anglais, mathématiques et sciences) et à divers âges est liée à de meilleurs résultats scolaires (*Harrison et coll., 2002*). D’autres études lient utilisation de l’informatique et amélioration des résultats (*Barrow et coll., 2008 ; Linden et coll., 2008*). D’autres, cependant, ne sont pas aussi optimistes et obtiennent des résultats mitigés (*Dynasrky et coll., 2007 ; 2009 ; Rouse et Krueger, 2004*). Parmi les études ne trouvant pas de résultat probant, celle de Barreira-Osorio et Linden (2009) donne une explication possible de ce manque de résultat. Les auteurs ont pu suivre la mise en place du programme “Computadores para Educar” en Colombie. Ce dernier avait pour but d’équiper des écoles publiques à l’aide d’ordinateurs remis à neuf. Le programme a eu une très grande envergure, les auteurs déclarant qu’au moment de la publication de leurs recherches, ce dernier aurait permis de répartir 73’665 ordinateurs dans 6’386 écoles, touchant 83’092 enseignants et plus de 2 millions d’élèves. Dans les écoles qu’ils ont suivies, le programme impliquait également 20 mois de formation des enseignants pour leur apprendre à intégrer efficacement ces technologies dans leur enseignement. Dans leur conclusion, les auteurs ont été surpris de constater qu’un programme de cette envergure avait eu un impact très réduit sur les variables observées. Ils ont alors présenté un questionnaire aux enseignants, qui révèle que seuls 42 % des enseignants participant au programme avaient utilisé un ordinateur durant la semaine qui précédait, contre 17 % chez les enseignants n’ayant pas bénéficié de la formation. Ils ont également réalisé que

l'utilisation que les enseignants membres du programme faisaient des ordinateurs était loin de celle attendue, concluant que "malgré le fait qu'ils aient reçu ordinateurs, formation et assistance technique, les enseignants du programme n'ont simplement pas réussi à incorporer les nouvelles technologies dans leur enseignement" (*Barreira-Osorio et Linden, 2009, p.25*). Ainsi, face à cette disparité des résultats, nous étions motivés à nous faire une idée par nous-mêmes, en réalisant nos propres mesures.

2.2 Autonomie

Mais notre travail traitait aussi d'autonomie : pour définir l'autonomie, nous nous basions principalement sur un article de la *Revue française de pédagogie*, écrit par Lahire (2001). Ce dernier a regroupé les idées que beaucoup d'enseignants se faisaient de l'autonomie. Il s'en est servi pour établir des critères nécessaires au développement de l'autonomie en classe, ainsi qu'explicitier les conséquences de l'application de ces dernières. Il définit l'autonomie comme une délégation de certaines tâches à l'élève, tâches telles que : rechercher un complément d'information, décider de ses déplacements dans la classe, choisir son parcours d'apprentissage, s'autocorriger, évaluer sa propre progression, élaborer des règles de vie, etc. (*Lahire, 2001, p.153*). Il définit trois éléments essentiels nécessaires à la formation de l'autonomie : la transparence (l'élève doit savoir tout ce qui est attendu de lui), l'objectivation (le fait de s'appuyer sur des ressources écrites) et la publicisation (l'élève doit pouvoir se reporter à des éléments visibles tels que les savoirs, les règles communes et les consignes d'un exercice). En se basant sur ces points, l'auteur distingue deux types d'autonomie. La première est l'autonomie politique, liée à la gestion de classe et au cadre qui y est lié : cette dernière s'intéresse surtout à la capacité que doit avoir l'élève à savoir ce qu'il peut ou ne peut pas faire, et aux moyens employés pour permettre à l'élève d'atteindre cet objectif. La deuxième est l'autonomie cognitive, qui renvoie à tous les processus permettant à l'élève de réaliser des tâches et de poursuivre les objectifs d'apprentissage en utilisant des instruments de travail mis à sa disposition en nécessitant le moins possible l'aide du maître, en concluant que la recherche de ces autonomies mène idéalement à une économie d'énergie du côté de l'enseignant. Selon Lahire (2001), ces deux types d'autonomies sont complémentaires et ne peuvent pas être dissociés, ce qui ne devrait pas nous surprendre. Par exemple, un élève voulant mettre en œuvre son autonomie cognitive en allant visionner une capsule vidéo ou consulter un corrigé ne pourra

le faire qu'à condition de savoir quelles règles et modalités régissent les déplacements en classe, ce qui touche à l'autonomie politique. Pernet et Käser (2013) déclarent que ce type de définition de l'autonomie faisait consensus entre tous les enseignants qu'elles ont interrogés. Une des enseignantes qu'elles interrogent explique que, dans sa conception de l'autonomie, on pourrait imaginer qu'elle laisse ses élèves seuls sans que cela les empêche de réaliser leurs tâches. Toujours selon Pernet et Käser (2013), l'autonomie des élèves serait importante puisqu'elle permettrait aux enseignants de diminuer leur charge de travail, et donc de réinvestir des ressources ainsi économisées pour guider d'autres élèves.

Lahire (2001) mentionne que cette quête de l'autonomie doit être liée à une différenciation de l'enseignement. Il nous faut donc commencer par comprendre ce qu'est la différenciation. Cette dernière consiste à connaître ses élèves et les différences existantes entre eux, ceci dans le but d'adapter notre enseignement à leurs besoins et différences. L'enseignant ne doit pas changer l'objectif d'apprentissage, mais peut changer d'autres éléments, tels que le temps accordé pour une tâche, la tâche (exercices différents ou longueur de l'exercice), les aides apportées aux élèves, les documents ou objets mis à disposition ou encore la forme de travail (travail en groupe, en binôme ou seul). Il peut aussi prévoir des activités plus poussées pour les élèves les plus avancés. Ainsi, chaque élève aura droit à un enseignement adapté à ses besoins.

Nous nous étions aussi intéressés à la question de la mesure de l'autonomie des élèves, mais nous n'avons pas rencontré beaucoup de succès dans nos recherches : beaucoup d'études analysent l'autonomie d'étudiants adultes lors de formations à distance (Lédé & Pélissier, 2018 ; Serdyukova & Serdyukov, 2013), mais nous avons trouvé leurs méthodes d'évaluation difficiles à transposer pour un enseignement présentiel assisté des technologies du numérique et donné à des élèves plus jeunes. Et si d'autres œuvres traitaient du sujet de la vision de l'autonomie dans certaines classes (Bélanger et Farmer, 2012), nous n'en avons trouvé aucune qui présentait des façons concrètes de mesurer l'autonomie dans une classe d'élèves du primaire.

2.3 Projet de mémoire original

C'est en nous basant sur ces ressources que nous avons développé notre démarche originale. Nous avons prévu de mettre à disposition des élèves de deux classes différentes (l'une servant de groupe contrôle), dans le cadre de plusieurs thèmes, un plan de travail comportant des activités obligatoires et d'autres facultatives. Les élèves d'une classe auraient eu à leur disposition les ressources vidéo (explications de consignes, corrigés, apports théoriques...) pour les assister dans la réalisation du plan de travail, tandis que ceux de l'autre auraient eu des ressources imprimées comportant les mêmes informations. En comparant les autonomies de chaque classe sur plusieurs thèmes et en alternant la classe qui serait le groupe contrôle selon les thèmes, nous nous disions que nous aurions pu constater si oui ou non l'utilisation de ces ressources avait un impact sur l'autonomie. Cependant, pour y arriver, il nous aurait fallu mesurer l'autonomie des élèves : pour cela, nous avons extrapolé de l'article de Lahire (2001) et du mémoire de Pernet et Käser (2013) que des élèves plus autonomes solliciteraient moins l'enseignant. Nous aurions donc mesuré l'autonomie en comptant le nombre de questions que les élèves auraient posées à l'enseignant durant un thème, en classant les questions des élèves en plusieurs catégories (par exemple : questions liées au fonctionnement de la classe, au travail, à l'utilisation du matériel...), puis en définissant lesquelles de ces catégories seraient pertinentes ou non lors de notre analyse. La question de recherche à laquelle ces démarches devaient permettre de répondre était : Est-ce que mettre à disposition des élèves, en libre accès, des capsules vidéo portant sur la correction des tâches à effectuer en classe et sur des éléments de savoir facultatifs permet de favoriser leur autonomie ?

2.4 Nouvelle approche

Mais, grâce aux conseils de notre directeur de mémoire, nous avons réalisé que cette approche posait plusieurs problèmes. Premièrement, la préparation des trop nombreuses ressources vidéo aurait demandé un temps conséquent, cela d'autant plus que le nombre d'activités proposées aurait été important. Deuxièmement, si nous avons pu mener à bien l'inventaire et la catégorisation des questions posées par les élèves, il est très probable que nos mesures n'auraient pas connu d'écart significatif, le nombre de questions posées par les élèves pouvant être très variable et dépendant d'une grande quantité de facteurs. Et enfin, bien que la définition de l'autonomie de Lahire (2001) contienne beaucoup d'aspects intéressants, elle ne

prend absolument pas en compte la dimension sociale de l'enseignement. En effet, cette définition de l'autonomie se concentre sur le travail que l'élève peut réaliser tout seul, mais sans faire intervenir la moindre coopération. Cette dernière est pourtant l'une des cinq capacités transversales que le PER demande de travailler¹.

En prenant ces critères en compte, nous avons décidé de modifier notre question de recherche originale, et de nous intéresser à d'autres ressources. On a ainsi pris connaissance de l'existence des arbres de connaissances, sujet qui n'est pas très éloigné de notre idée de base.

2.5 Les arbres de connaissance

La ressource au cœur de notre nouvelle approche est le concept des arbres de connaissance. Ce dernier, mis au point par Authier et Lévy (1999), est un système de représentation des connaissances d'une communauté et d'échange de savoirs entre les membres de cette dernière.

En résumé, Authier et Lévy proposent de symboliser différentes compétences par des pictogrammes, qui seront représentés et mis en relation sous la forme d'un arbre. Chaque compétence est accompagnée d'un brevet, permettant de valider ou non sa maîtrise. Pour obtenir le brevet, l'apprenant doit passer une épreuve standardisée : le type d'épreuve dépend du savoir à obtenir. L'ensemble des compétences ainsi acquises par un individu est appelé un "blason".

Le système prend selon nous tout son intérêt dans la façon de gérer ces savoirs. Tous les blasons seraient regroupés dans une banque de données, appelée "armorial", et un employeur pourrait y déposer un "blason idéal" regroupant les compétences qu'il attend chez un employé. On pourrait ensuite comparer ce blason idéal aux blasons contenus dans la banque de données, et notifier par message les personnes ayant des blasons les plus similaires au profil recherché, ces derniers pouvant choisir de répondre à l'offre d'emploi ou non. Il faut préciser que, dans cet exemple, l'employeur ne peut pas consulter les blasons des candidats directement, mais uniquement la ressemblance avec le blason type qu'il a déposé : le système proposé par Authier et Lévy (1999) est anonyme. Les blasons ne sont pas nominatifs dans la base de données, et

¹ (CIIP, 2016)

seul le propriétaire d'un blason peut le visualiser en sa totalité. Mais ce ne sont pas que les employeurs qui bénéficient du système : n'importe qui peut déposer une nouvelle compétence dans l'arbre de connaissances ainsi qu'un brevet permettant de l'obtenir. Cela permet à l'arbre d'évoluer de façon dynamique en même temps que les savoirs évoluent dans la communauté. De plus, pour se préparer à l'obtention d'un brevet, l'apprenant est informé des organismes de formation qui préparent à l'obtention de ce dernier, mais il peut aussi demander l'aide d'un expert, à savoir quelqu'un possédant déjà le brevet et étant disposé à partager son savoir. Ainsi, le savoir peut circuler dans la communauté, et n'importe qui peut le transmettre à d'autres personnes. Cela est très intéressant dans un cadre scolaire, car les élèves qui apprennent "pour enseigner" finissent avec une compréhension plus profonde des points essentiels que les élèves qui apprennent "pour le test" (*Nestojko et al., cité dans Ruffieux, 2020*).

Pour régir et stimuler les échanges de savoir au sein d'une communauté, les auteurs proposent la mise en place d'une "monnaie du savoir", le sol (Standad Open Learning Unit). Chacun commencerait avec un montant initial, puis devrait payer l'acquisition de nouveaux savoirs (tant pour la préparation au passage des brevets que pour le passage en lui-même) en sols, la valeur d'un brevet dépendant de nombreux facteurs. Les personnes avides de savoir, qui auront dépensé tous leurs sols dans l'acquisition de nouveaux brevets, devront pour renflouer leurs caisses partager leur savoir à d'autres personnes, qui elles aussi voudront apprendre. Ainsi, le sol motive l'échange de savoirs.

En plus de ces ouvrages, nous avons consulté d'autres travaux qui détaillent la mise en œuvre de dispositifs inspirés des arbres de connaissances dans des classes : le récit d'une adaptation de ce système dans une classe (*Fantoli, 1997*), et une thèse cherchant à comprendre "quels sont les mécanismes qui soutiennent une mutation de pratique des enseignants ?" (*Ruffieux, 2020, p.14*), thèse qui pour répondre à cette question a proposé à divers enseignants de mettre en œuvre dans leur classe un dispositif inspiré des arbres de connaissance. Nous reviendrons sur les apports de ces lectures dans la construction du modèle d'analyse.

3. Problématique

Ces éléments pris en compte, nous avons plusieurs approches théoriques possibles. Comme prévu initialement, nous allons parler d'autonomie, et chercher à voir quel impact la mise en place d'un dispositif aura sur cette autonomie.

Le type d'autonomie que nous allons chercher à développer est tiré des lectures citées plus tôt : l'objectif est que l'élève prenne le plus possible en charge ses propres apprentissages, et par conséquent les moyens de les réaliser. Cela passe par un dispositif qui cadre et stimule leurs interactions et recherches, et met à leur disposition des ressources nécessaires pour poursuivre leurs apprentissages. Mais ce cadre ne doit pas être trop strict : pour qu'on parle d'autonomie, on doit laisser à l'élève un choix des méthodes qu'il décide de mettre en œuvre pour atteindre les apprentissages. Ainsi, l'élève devra avoir une liberté de déplacement et de choix des activités. Chaque élève doit aussi pouvoir avancer à son rythme, et avec des activités adaptées à ses besoins.

La meilleure façon de mesurer notre impact sur cette autonomie nous semble d'observer les comportements des élèves dans les différents thèmes, et de retranscrire nos observations. Si quantifier objectivement cette autonomie nous semble difficile, il nous semble bien plus simple de décrire les observations que nous ferons en classe, puis de nous demander si ces dernières vont globalement dans le sens de l'autonomie que nous venons de définir. Nous nous intéresserons aussi aux résultats obtenus par les élèves à la suite du dispositif, pour évaluer également l'impact de ce dernier sur leurs apprentissages.

Enfin, nous parlons d'arbres de connaissance. Le dispositif que nous implantons en classe sera différent du concept proposé par Authier et Lévy (1999), ce sur quoi nous reviendrons, mais il devra reprendre les fondements principaux de ce dernier : la liberté accordée aux utilisateurs du dispositif, l'évaluation et l'enseignement entre pairs, et la possibilité que n'importe quel apprenant devienne un expert.

4. Construction du modèle d'analyse

4.1 Problèmes d'adaptation des arbres de connaissance en classe

Si le système proposé par Authier et Lévy (1999) est très intéressant, il n'en reste pas moins très complexe. Pour le mettre en œuvre en classe à l'échelle de quelques leçons réparties sur un seul semestre, nous n'avons pas d'autre choix que de chercher à simplifier le système, le but de cette simplification étant autant de réduire le temps de préparation des ressources que de faciliter leur acquisition par les élèves. Or, beaucoup des aspects du système, si utiles, voire indispensables, à l'échelle d'une société, soulèvent de nombreuses questions quant à leur pertinence dans le cadre d'une mise en œuvre en classe. Pour ne citer que quelques exemples :

- Les auteurs insistent sur l'importance de permettre à chacun de choisir les compétences qu'il désire développer, ce qui permet d'œuvrer contre l'exclusion (Authier et Lévy, p.132). C'est tout à fait vrai dans un monde professionnel dans lequel chacun décide de son orientation et du parcours qu'il aimerait suivre. Cependant, dans un cadre scolaire vaudois du début du XXIe siècle, où le PER impose que les élèves atteignent un certain nombre d'objectifs d'apprentissages, nous sommes dubitatifs quant à la possibilité de mettre ce point en œuvre.
- Dans une suite logique du point précédent, la question du dépôt libre des brevets et de l'attribut de leur valeur en fonction de leur utilisation se pose (Authier et Lévy, 1999, p.109). Cela est crucial en société, puisque ça permet de constater l'évolution du savoir global au fil du temps, et l'ajout de nouveaux savoirs au fur et à mesure de leur apparition. Authier et Lévy (1999, p.27) racontent d'ailleurs une histoire pour exemplifier la mise en œuvre des arbres de connaissance dans un établissement primaire dans laquelle cet aspect est mis en avant, car cela permet de valoriser les connaissances que les élèves possèdent, mais que le cursus scolaire ne prend pas en compte. Cependant, nous nous demandons si ces dépôts libres ne compromettraient pas l'atteinte par certains élèves des objectifs d'apprentissages, cités lors du point précédent, surtout dans le cadre d'une mise en œuvre restreinte qui ne concernerait qu'un petit nombre des thèmes travaillés durant l'année.
- Un troisième point qui suscite des questionnements chez nous est celui de l'anonymat. Authier et Lévy (1999, p.121) présentent l'anonymat du système comme crucial. En effet, dans une société, cela empêche toute forme de discrimination, vu que « les individus seront donc contactés en fonction des besoins de compétence à satisfaire et non en fonction d'un

repérage *a priori* des personnes » (Authier et Lévy, 1999 p.121). Cela empêche aussi l'indiscrétion. Cependant, l'application de ce principe en classe pose plusieurs problèmes. Premièrement, ce principe se base sur un système informatique complexe de sélection anonymisée des blasons : or, s'il existe bien des logiciels inspirés des arbres de connaissance (desquels nous reparlerons), nous ne disposons pas d'un logiciel possédant cette fonction. Au-delà de ça, nous voyons des avantages potentiels à l'absence d'anonymat dans une classe, desquels nous reparlerons.

- Le dernier point que nous voulons mentionner est celui de la monnaie d'échange du savoir, les sols. Authier et Lévy (1999) nous présentent un système monétaire permettant de motiver les personnes possédant le plus de savoir à le partager. Mais ce système pose un problème de complexité : en effet, les auteurs présentent un système monétaire très élaboré, s'équilibrant entre dépôt de brevets, passage d'épreuves et enseignement par les pairs. L'introduction d'un système monétaire aussi élaboré dans un dispositif déjà complexe augmenterait le temps d'adaptation dont auraient besoin les élèves pour se l'approprier, et donc en tirer pleinement profit. Nous devons donc nous demander si le gain est suffisant pour justifier le temps d'appropriation plus long, ou si l'on devrait trouver un compromis pour raccourcir ce temps d'appropriation.

Pour résoudre ces problèmes et concrétiser notre adaptation du dispositif en classe, nous nous sommes basés sur les deux documents mentionnés plus tôt : la thèse de Ruffieux (2020) et le récit d'adaptation de ce système en classe (Fantoli, 1997). Reprenons les questions soulevées point par point.

4.1.1 Choix du curriculum et dépôt libre des brevets

Pour commencer, les deux systèmes fonctionnent de manière analogue concernant la passation des brevets : les brevets sont des tâches, ou épreuves, montrant la maîtrise d'une connaissance à réaliser puis faire vérifier par un expert. L'expert peut valider ou non le passage du brevet, et l'élève ayant passé un brevet devient à son tour expert. Pour chaque brevet, les élèves ont la possibilité de s'entraîner avant de le passer. Chez Fantoli (1997), cet entraînement se manifeste

sous la forme d'un temps d'attente obligatoire de 10 minutes entre l'échec du passage d'un brevet et une nouvelle tentative (p.11). Chez Ruffieux (2020), chaque brevet est accompagné d'une liste de petites tâches permettant de s'entraîner avant de le passer (pp. 157-160). Ce dernier met également en place une étape supplémentaire : chaque élève ayant passé une épreuve a l'option de créer sa propre épreuve, qui servira à évaluer les élèves suivants (p.50).

Concernant les questions de choix de curriculum et de dépôt libre des brevets, les deux auteurs ont établi une liste de savoirs de base que tous les élèves doivent maîtriser, obligatoire pour que les élèves atteignent le niveau requis par le programme scolaire. Ils permettent également tous deux aux élèves de choisir plus ou moins librement leur parcours dans ce curriculum imposé. Cependant, là où Fantoli (1997, p.14) suit le modèle d'Authier et Lévy (1999) en permettant aux élèves de déposer leurs propres brevets (offre saisie par deux élèves durant l'année), Ruffieux (2020, p.50) a choisi d'abandonner "la reconnaissance des savoirs non institutionnels [...], préférant profiter des arbres de connaissances pour mettre en actions les élèves dans leurs apprentissages disciplinaires". En contrepartie, ce dernier fait le choix de laisser les élèves créer leurs propres épreuves après être devenus experts. Ces épreuves devront être effectuées par les élèves suivants pour obtenir leur brevet, à la place de celle conçue initialement par l'enseignant.

À la lumière de ces mises en œuvre, nous faisons donc le choix de limiter les compétences reconnues par des brevets : nous ne prendrons en compte que des compétences qui figurent dans le plan d'études régional, empêchant donc les élèves d'en ajouter des externes. Ce choix est motivé en partie par la faible contribution des élèves à ce point dans la mise en œuvre menée par Fantoli. Lors de sa première adaptation des arbres de connaissance, il a choisi de mettre le dispositif en place lors de cours d'informatique. Ses brevets touchaient donc à des notions informatiques, et il exemplifie ces derniers à l'aide du brevet "éteindre l'ordinateur". Ce brevet comporte une description des conditions de réussite, ainsi que l'épreuve en elle-même, en l'occurrence "Éteindre l'ordinateur préalablement mis en désordre par l'expert" (Fantoli, 1997, p.9). Il explique que, si les élèves désiraient partager des connaissances qui n'étaient pas encore reconnues, ce dernier pouvait proposer un projet d'épreuve, qui serait ensuite affiné avec l'aide de l'enseignant et ajouté à l'arbre. Or, seuls deux élèves lui ont proposé des brevets au cours d'une année entière, et son expérimentation touchait toutes les classes à qui il donnait des cours réguliers (une centaine d'élèves) (Fantoli, 1997, pp.14, 23). Notre expérimentation ne touchant

que deux classes (une quarantaine d'élèves) sur moins d'un semestre, nous estimons que cette complexité ajoutée n'aurait qu'un impact très limité. Nous sommes confortés dans ce choix par la thèse de Ruffieux (2020), qui ne relève aucun manque à gagner dû à l'absence de ce point.

4.1.2 Anonymat

Par rapport à l'anonymat ou non des élèves, les deux mises en œuvre que nous avons consultées font le choix de ne pas anonymiser les élèves, symbolisant les connaissances par un arbre à la vue de tous. Elles mettent même un accent particulier sur la visibilité de la progression globale de la classe : les progrès de chaque élève doivent être très facilement accessibles et visibles pour tous les autres. Par contre, la forme de l'arbre entre les deux mises en œuvre est très différente (entre autres à cause de moyens technologiques différents à disposition). En 1997, Fantoli décide de mettre en place un arbre qui prend une forme physique, sur laquelle les connaissances sont symbolisées par des Post-its qui peuvent accueillir les autocollants des élèves qui les ont maîtrisées (Fig. 1). Pour rendre la progression de tous les élèves visible, il déplace les Post-its-connaissance ayant été atteints par toute la classe d'une branche vers le tronc. En 2020, Ruffieux utilise quant à lui une plateforme en ligne, Sqily, pour gérer les arbres de connaissances. Cette dernière permet aux élèves de visualiser dynamiquement la progression de leur classe dans leur arbre : la compétence, au départ bleue, devient jaune au fur et à mesure que plus d'élèves la valident, jusqu'à devenir complètement jaune une fois que tous les élèves l'ont obtenue. Nous revenons sur cette plateforme dans la section suivante.



Fig. 1 : Arbre tel que représenté par Fantoli (1997)

Ce non-anonymat des élèves, dans le cadre d'une classe, nous semble avoir de nombreux avantages : cela permet aux élèves de voir en un coup d'œil lesquels de leurs camarades sont experts dans un brevet qu'ils doivent acquérir, et donc de savoir très rapidement à qui demander de l'aide. Le principe fonctionne aussi dans l'autre sens : un élève bienveillant voyant que son camarade ne possède pas certains brevets pourra lui proposer une assistance. Ces dynamiques contribueraient à renforcer la cohésion de la classe, permettant aux élèves s'entraînant de développer un fort sentiment d'appartenance. Ça engendrerait aussi une plus grande motivation,

les élèves aidants pouvant prendre eux-mêmes l'initiative de faire bénéficier les autres de leur travail, et les élèves aidés se sentant pris en considération, car aidés spontanément par les autres. Toutes ces interactions supplémentaires, dont les élèves prendraient la responsabilité, leur donneraient aussi un plus grand sentiment d'autoefficacité. Bien sûr, il ne faut pas négliger les travers possibles de cette méthode : si la progression de tous les élèves (très avancés comme peu avancés) est affichée à la vue de tous, nous ne pourrions pas être certains que cela ne causera pas plus de stigmatisation envers les élèves les moins avancés que des corrections anonymisées, surtout selon les méthodes mises en place pour stimuler ces interactions. Nous revenons plus loin sur ces idées, leurs avantages et leurs risques.

4.1.3 Gestion informatique

Nous nous sommes intéressés à deux plateformes en ligne nous permettant de mettre en œuvre une validation mutuelle des connaissances par les élèves. Avant de donner nos impressions, nous devons toutefois rappeler que le monde de l'informatique et du logiciel est sujet à une évolution constante. Si la partie qui suit se veut représenter au mieux l'état de ces plateformes en ligne au moment de sa rédaction, les informations qui y sont présentées peuvent très vite devenir obsolètes.

❑ 4.1.3.1 Learnflow

Learnflow est une plateforme dans laquelle l'enseignant crée une suite d'activités ordonnées, avec une grande liberté concernant la forme de ces activités. Voici les fonctions que nous avons retenues comme particulièrement intéressantes pour soutenir notre projet :

- L'enseignant peut incorporer divers fichiers dans l'intitulé d'une activité, notamment des images et des fichiers audio ou vidéo (qui peuvent être lus nativement). Cela permet de différencier la pratique en rendant ces tâches plus accessibles à des élèves présentant des difficultés en lecture, par exemple les élèves dyslexiques.
- Les tâches peuvent prendre de nombreuses formes telles que : QCM et zone de texte vierge natifs à Learnflow, page Web externe intégrée dans l'interface, ou encore documents à télécharger.

- L'enseignant peut, pour chaque activité, décider si cette dernière sera auto évaluée, évaluée par un pair ou évaluée par l'enseignant. Dans ces deux derniers cas, l'élève ayant fini l'activité peut demander une correction, et un enseignant ou un élève recevra une notification l'informant de ce besoin. Une fois la correction réalisée, celui qui en a bénéficié peut poursuivre les activités. Si l'activité est évaluée par les pairs, le système désigne automatiquement un expert pour éviter de sursolliciter certains élèves pour la correction.

Cependant, sans prendre en compte certains soucis techniques qui ne poseraient que peu ou pas problème dans le cadre d'une mise en œuvre en classe³, nous voyons un défaut majeur à cette plateforme : l'organisation visuelle des activités. En effet, si Learnflow nous donne la liberté d'organiser des activités obligatoires et facultatives sous forme de parcours imposé (les activités doivent être effectuées les unes après les autres, ce parcours est symbolisé par une ligne pleine reliant les activités) ou libre (l'ordre des activités n'est que suggéré, ce parcours est symbolisé par une droite en traitillés reliant les activités), il est impossible de combiner ces deux modes de fonctionnement. De plus, ces activités ne peuvent s'agencer visuellement que sous la forme d'une suite linéaire (*Fig. 2*).

³ Nous avons relevé que seul un utilisateur à la fois peut modifier un parcours, et certains "bugs" visuels mineurs.

Learnflow

Retour à la liste des parcours

Grandeurs et Mesures MATHS LIBRE

Auteur·e·s: Maxence Rosselet-Christ, Andreia Patrícia Torres Duarte | Sources

Durée indicative: entre 2 h et 2 h 10 environ

Objectifs: MSN 21 — POSER ET RÉSOUDRE DES PROBLÈMES POUR STRUCTURER LE PLAN ET L'ESPACE... MSN 24 — UTILISER LA MESURE POUR CO

MSN-24 : UTILISATION D'UNITÉS CONVENTIONNELLES DE LONGUEUR : CM ET M

1. Vidéo d'introduction au thème
Durée indicative: 2 min
2. Exercice gauche-droite
Durée indicative: 10 min
3. Vidéo explicative 1 : Mesures, Règle et Unités
Objectifs: MSN 24 — Utiliser la mesure pour comparer des grandeurs...; MSN-24 : Utilisation d'unités conventionnelles de longueur : cm et m
Durée indicative: 5 min
4. Cm ou m?
Objectifs: MSN 24 — Utiliser la mesure pour comparer des grandeurs...; MSN-24 : Utilisation d'unités conventionnelles de longueur : cm et m
Durée indicative: 5 min
5. Exercice facultatif sur les mesures (activité facultative)
Objectifs: MSN 24 — Utiliser la mesure pour comparer des grandeurs...; MSN-24 : Utilisation d'unités conventionnelles de longueur : cm et m
Durée indicative: 10 min
6. Exercice de mesure avec règle
Objectifs: MSN 24 — Utiliser la mesure pour comparer des grandeurs...; MSN-24 : Utilisation d'unités conventionnelles de longueur : cm et m
Durée indicative: 10 min

Fig. 2 : Exemple de parcours dans Learnflow : les suites d'activités ne peuvent, au moment de la rédaction, que prendre cette forme linéaire. L'activité 5 est une activité facultative.

Or, un élément clé d'un arbre de connaissance (au point qu'il est à l'origine de leur nom), c'est les embranchements multiples reliant les savoirs qu'il contient. Pour illustrer, parlons de l'apprentissage de la conduite. Nous allons, pour les besoins de l'exemple, sursimplifier (voire caricaturer) cet apprentissage. Pour apprendre à conduire, l'élève conducteur devra commencer par maîtriser le Code de la route. Il lui faudra ensuite choisir entre la conduite avec une boîte automatique ou manuelle, puis poursuivre son apprentissage avec des compétences en apparence identiques (démarrage et arrêt du moteur, accélération et freinage, conduite sur route), mais très différentes par le besoin de maîtriser ou non le dosage de l'embrayage et le passage des vitesses. Une fois ces étapes acquises, il pourra dans les deux cas approfondir sa connaissance :

- Soit en s'intéressant au fonctionnement de son véhicule en se penchant d'abord sur de la maintenance basique (ex. changement des pneus), puis avancée (changement des bougies du moteur), avant de s'intéresser à la modification technique de son véhicule.
- Soit en perfectionnant son style de conduite, d'une façon écologique ou sportive.

La Fig. 3 présente une façon de représenter cet embranchement complexe de facultés, à l'aide d'un arbre de connaissances :

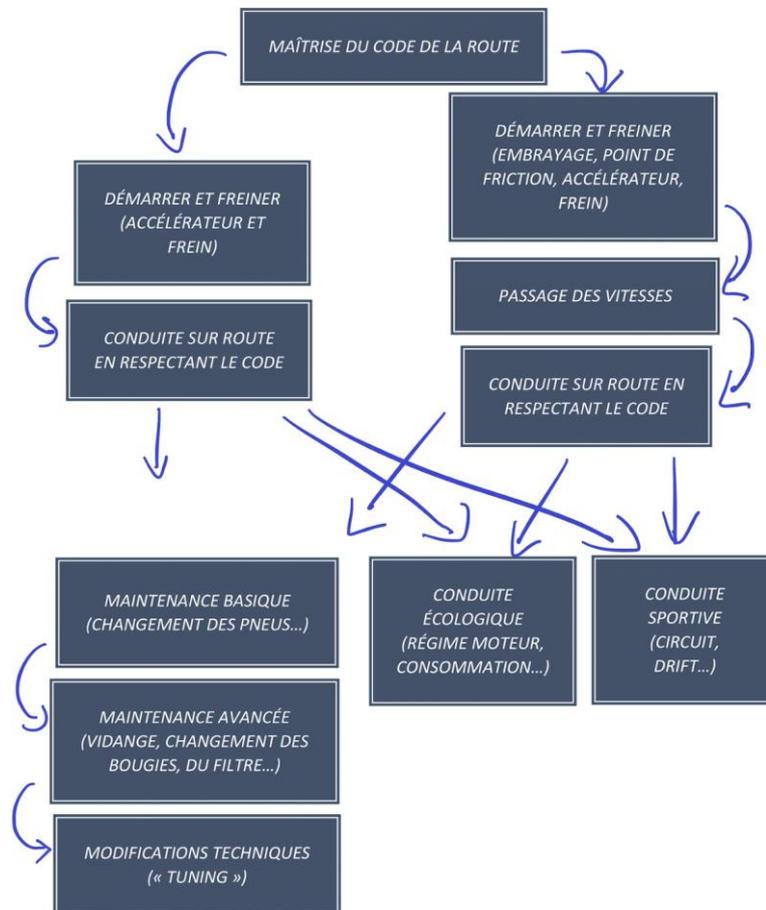


Fig. 3 : Représentation de "l'arbre de la connaissance de la conduite".

Ici, les compétences sont les différentes cases, et les flèches symbolisent les liens entre elles (les fameuses "branches" de l'arbre). Recréer ce genre d'embranchements avec la même intuitivité de lecture au sein de Learnflow nous a semblé impossible, car les activités y sont toujours agencées visuellement sous forme de suite linéaire. Il nous aurait été possible de ne créer qu'un parcours suggéré (en traitillés), permettant aux élèves de choisir librement dans la liste, et de représenter la façon dont ces activités s'embranchaient sur un poster, mais ce détour nous semblait plus porter à confusion qu'autre chose. Cela nous a menés à nous intéresser à une autre plateforme en ligne, celle qui a été déployée par Ruffieux (2020) pour ses expérimentations :

❑ 4.1.3.2 Sqily

Sqily a été créé dans le cadre des travaux de Ruffieux (2020), et est directement inspiré des arbres de connaissance. Contrairement à Learnflow, ce dernier permet d’agencer les activités sous la forme d’un embranchement (Fig. 4).

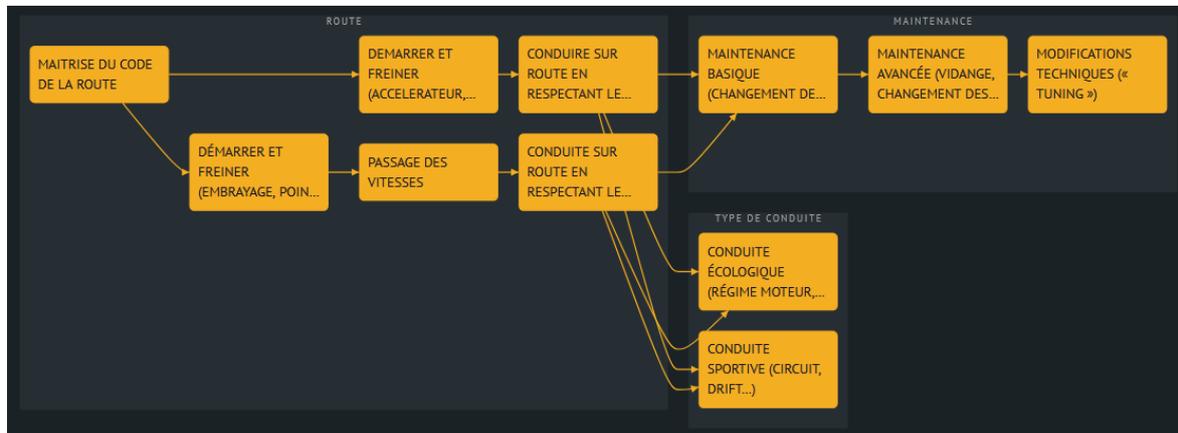


Fig. 4 : Illustration de l’arbre de connaissance “conduite” reproduit dans Sqily.

En plus de permettre ce genre d’agencement, Sqily possède beaucoup des fonctions qui rendent Learnflow attirant. Entre autres, images, vidéos YouTube ou ScolCast⁴, et fichiers audio (à l’aide d’un léger “bidouillage”⁵) peuvent être directement intégrés dans les consignes des différentes activités. De plus, tous types de fichiers peuvent y être déposés pour pouvoir être téléchargés par la suite.

Cependant, Sqily a aussi des inconvénients, notamment un système de validation par les pairs à nos yeux bien moins intuitif que Learnflow. Nous rappelons que Ruffieux (2020) laisse les élèves créer leurs propres brevets après être devenus experts, brevets qui devront être effectués par les élèves suivants pour obtenir leur brevet, à la place de celui conçu initialement par

⁴ Plateforme d’hébergement de vidéos pédagogiques créée par la HEP Vaud.

⁵ Si les fichiers mp3 sont lus nativement dans le fil de discussion Sqily, ils ne le sont pas dans les consignes. Il est cependant possible de contourner cette limitation en mettant en ligne lesdits fichiers en ligne à l’aide d’un service tiers, puis en collant les liens de lecture directs tiers dans la consigne Sqily. À titre d’exemple, si plusieurs de nos tests n’ont pas été concluants, nous avons obtenu un résultat fonctionnel avec le service OpenDrive.com. D’autres services analogues sont cependant susceptibles de fonctionner. Nous attirons l’attention du lecteur sur le fait que certains de ces services ne conservent les fichiers que pendant une durée limitée, ce qui peut poser problème.

l'enseignant. Ce choix est transposé dans Sqily, qui ne propose lors de la création d'une activité que deux possibilités d'évaluation : l'auto-évaluation et la complétion d'un brevet. Or, contrairement à Learnflow, impossible pour le moment d'intégrer un espace de réponse à la page, même si la fonctionnalité est prévue. Si l'on veut que l'épreuve se fasse par voie informatique, l'élève doit télécharger un document, qu'il doit compléter avant de le téléverser en retour pour le soumettre à évaluation. Une fois l'évaluation validée, le nouvel expert a la possibilité de créer son propre brevet (sous la forme d'un deuxième document), et de le déposer sur Sqily. C'est cette deuxième évaluation qui est proposée à l'élève suivant en lieu et place de celle prévue initialement par l'enseignant, bien que l'élève suivant puisse choisir le brevet qu'il désire effectuer parmi ceux disponibles. Pour nous qui ne voulons pas pour le moment exploiter le dépôt libre de brevets, cela ne poserait que peu problème si tous les élèves experts pouvaient valider un unique brevet déposé par l'enseignant. Malheureusement, seul le dépositaire d'une épreuve est sollicité pour évaluer ceux qui la complètent.

Il est cependant possible de contourner ce problème, car Sqily propose une option de validation manuelle. Chaque élève peut en effet être promu manuellement au rang d'expert dans une compétence par n'importe quel autre élève expert dans ladite compétence, sans se heurter au téléchargement puis téléversement du brevet précédent ni à l'obligation de se faire évaluer par le dépositaire du brevet effectué. On peut donc imaginer la situation où un élève ferait valider son épreuve par un de ses camarades experts en présentiel dans le cadre de la classe, puis serait promu manuellement par ce dernier. Cette méthode ne nous séduit cependant malheureusement pas, car nous trouvons qu'elle transforme le problème de simplicité en problème de transparence : là où la validation après le retour d'un brevet laisse une trace sous la forme de l'épreuve complétée, de l'identité de l'expert et de ses commentaires potentiels, la validation manuelle n'en laisse aucune, contrairement à Learnflow...

Dans tous les cas, un problème encore plus grand que les manques de ces deux plateformes nous empêche de les utiliser à leur plein potentiel : le matériel informatique. Les classes dans lesquelles nous enseignons ne sont pas assez équipées pour permettre à chaque élève d'avoir son propre appareil : or, c'est en partie sur ce principe que se basent ces plateformes (échange de fichiers, envoi de notifications pour les demandes de correction...), et les exploiter avec un nombre réduit d'ordinateurs signifierait demander aux élèves d'enchaîner déconnexions et

reconnexions, ajoutant ainsi des étapes superflues à une méthode qui leur demande déjà un effort d'adaptation. Ruffieux (2020, p.223) dit d'ailleurs lui-même que "lorsque le matériel est limité ou dans une phase d'adaptation méthodologique, il peut provoquer des difficultés supplémentaires indésirables pour la gestion de classe. Dans ce cas, il est préférable de passer par une phase sans numérique". Il cite ensuite Thomas, Barb et Tuzun (2009, p.148) : "Les problèmes techniques peuvent non seulement ralentir les progrès de la mise en œuvre, mais aussi menacer de faire échouer tout l'effort d'implémentation".

Nous avons donc choisi, comme l'un des enseignants de l'étude de Ruffieux (2020, p.221) de nous passer des logiciels pour mettre en œuvre en classe des arbres représentés sur de grands panneaux affichés dans la classe. Nous reviendrons sur la forme détaillée de ces arbres après avoir parlé de la monnaie du savoir. Précisons dès maintenant que nos arbres ne seront pas anonymes, Ruffieux (2020), Fantoli (1997) et les logiciels Learnflow et Sqily fonctionnant tous sans anonymat. Les élèves doivent pouvoir visualiser la progression de l'entièreté de la classe, pour pouvoir discerner lesquels de leurs pairs ont besoin d'aide ou peuvent les aider.

Cependant, même si nous n'allons pas intégrer l'arbre de classe principal ni le suivi des élèves à ces logiciels, ils peuvent toujours être employés pour la différenciation. En effet, rappelons que Learnflow permet de créer divers parcours, chacun composé de diverses tâches. Dans les consignes de ces tâches, il nous est possible d'intégrer des contenus vidéo comme audio. Or, donner des consignes explicites par oral et s'assurer de leur compréhension est un des éléments que recommande le CSPA pour aider les élèves dyslexiques et dysorthographiques (CSPA, 2018). Il est donc possible de faire correspondre à chaque activité de l'arbre de connaissance une consigne audio enregistrée (et explicitée) sur Learnflow, à but de différenciation. Et si nous n'avons pas retenu cette idée au final pour ne pas trop complexifier la mise en œuvre en classe, nous avons imaginé créer quelques brèves capsules vidéo (demandant moins de 2 h à réaliser) expliquant des concepts théoriques plus poussés desquels seuls les élèves les plus avancés auraient besoin.

4.1.4 Monnaie du savoir

Les Sols étaient présentés par Authier et Lévy (1999) comme un moyen de stimuler les échanges de savoir au sein des populations. Fantoli a reproduit très fidèlement cette méthode en mettant en place un système monétaire complexe dans lequel les élèves possèdent chacun une certaine somme de Sols (Fig. 5) au départ, en gagnent en aidant d'autres élèves, peuvent les échanger contre du temps de jeu (p.13), et mettant même par après en place un commerce interclasse. Il fait également bon nombre d'observations à la suite de leur mise en œuvre. Il relève que les élèves ont de la difficulté à saisir le concept lors de son introduction (p.16), que certains élèves sont découragés par leur incapacité à en gagner (p.26), qu'ils sont avares de leurs Sols (p.28), et que ces derniers peuvent générer une convoitise. Il relate même une disparition mystérieuse de Sols, qu'il soupçonne être un vol (p.27). Finalement, il constate qu'aucun élève ne lui a acheté du temps de jeu (p.32). Ce compte rendu détaillé nous permet d'anticiper certaines difficultés que nous pourrions rencontrer en mettant des Sols en place. Contrairement à Fantoli, Ruffieux (2020) ne fait jamais mention d'une quelconque monnaie du savoir, car cette dernière ne faisait pas partie de ses projets mis en œuvre en classe. Il a par contre stimulé les échanges d'une autre manière, en mettant en place divers badges, qui permettent de valoriser certaines actions (par exemple, valider un certain nombre de brevets).



Fig. 5 : « Sol » tel que réalisé par Fantoli.

Toujours par volonté de simplification, nous n'allons pas mettre en place de système de monnaie complexe, confortés par les difficultés rencontrées par Fantoli ainsi que la motivation des élèves de Ruffieux, satisfaisante sans recours à cette dernière. Mais, dans le cas où nos élèves seraient moins motivés que ceux mentionnés dans la thèse de Ruffieux, l'idée de mettre en place une monnaie pouvant être échangée contre du temps de jeu ou d'autres privilèges nous semble judicieuse. Au lieu de mettre en place une monnaie qui circulerait entre les élèves, nous proposons une monnaie qui servirait à récompenser la progression, tant individuelle que collective, des élèves dans l'arbre. Commençons par le plus simple, et récompensons l'acquisition d'une nouvelle compétence par un élève avec un Sol. Cela motiverait les élèves à acquérir le plus de connaissances possible. Mais l'intérêt des Sols pour poursuivre uniquement

l'objectif de la motivation individuelle n'est que très limité. En effet, nos expériences passées en classe nous font penser que la plupart des élèves peuvent progresser dans leur travail individuel sans avoir besoin d'une motivation externe, que ça soit en arbres de connaissances ou pas.

De plus, d'autres dispositifs plus simples pourraient être mis en place pour booster la motivation individuelle. L'une des idées que nous avons considérées dans notre réflexion, après discussion avec Monsieur Fantoli, était celle de la "cloche à applaudissements". Un élève ayant validé une compétence ferait sonner une clochette, ce à quoi ses camarades répondraient en l'applaudissant. Cela motiverait les élèves à avancer en prenant conscience que leur avancement est pris en compte au niveau du groupe classe. Cette méthode a posé d'autres questions, par exemple liées aux conséquences de l'interruption de toute la classe pendant quelques secondes. Nous avons conclu que les effets de cette méthode de la cloche étaient à analyser dans le cadre d'une expérimentation, et que nous n'allions pas la retenir dans le cadre de la présente recherche, mais cet exemple montre que des méthodes susceptibles d'augmenter la motivation individuelle n'ont pas besoin d'avoir la complexité d'un système financier complet. De plus, se contenter de récompenser le progrès individuel par un Sol nous semblerait plutôt décourager la collaboration, vu qu'aider un camarade serait du temps perdu sur son travail individuel.

Pour stimuler cet aspect de coopération, nous nous sommes inspirés des mises en œuvre de Ruffieux (2020) et Fantoli (1997) qui, rappelons-le, rendent clairement visible à tous les élèves l'avancée globale de la classe, que ça soit à l'aide d'un changement de couleur ou en déplaçant des Post-its complétés par toute la classe dans le tronc de l'arbre. Nous avons imaginé pousser cette idée encore plus loin en récompensant l'atteinte d'une compétence par toute la classe avec 3 Sols. Ainsi, chercher activement à aider leurs camarades en difficulté deviendrait bien plus intéressant pour les experts, car cela leur serait plus bénéfique que d'accumuler des sols en avançant dans leur coin. Nous voyons toutefois deux problèmes potentiels pouvant être causés par cette monnaie.

La première, rencontrée par Fantoli (1997), est la gestion de Sols physiques. En effet, ce dernier a été confronté à des problèmes de rangement de sols, de disparition de ces derniers, et du simple coût de leur fabrication. Pour éviter ces problèmes, nous avons envisagé une gestion

informatisée des Sols. Ce système devant être utilisable par les élèves seuls (l'intérêt des arbres de connaissance pour l'enseignant serait très limité s'il devait gérer toutes les transactions), nous avons préféré ne pas chercher une solution nécessitant les ordinateurs de la classe, ces derniers étant déjà limités en nombre et prévus à des fins de différenciation. Nous avons donc imaginé, dans le cas où le besoin de Sols se préciserait, construire un système de gestion des Sols sur mesure à l'aide d'une carte Arduino. Cette dernière serait programmée pour permettre aux élèves, munis chacun d'un badge NFC personnel, d'effectuer de manière autonome toutes les transactions mentionnées dans le paragraphe précédent (*Fig. 6*).



Fig. 6 : Matériel prévu pour concrétiser, au besoin, un système monétaire à base de Sols

Le deuxième problème que nous pourrions rencontrer est la stigmatisation. Imaginons qu'un élève "bloque" le niveau global de la classe en étant le seul qui n'arrive pas à acquérir une certaine connaissance. Il pourrait être vu comme "celui qui empêche la classe d'obtenir les 3 Sols", ce qui générerait chez ses pairs du mépris plutôt qu'une volonté de l'aider. L'enseignant doit, par conséquent, être vigilant à l'apparition de ce genre de problèmes, et être prêt à y remédier, tant par le biais d'aides ou d'aménagements. On pourrait, par exemple, permettre à toute la classe d'obtenir ces Sols même si un élève n'a pas pu compléter la connaissance (soit un certain temps après que tous les autres y soient arrivés, soit après que tous les autres aient également obtenu le brevet suivant, mais cela nécessiterait un investissement particulier de

Chaque compétence consiste en une épreuve d'évaluation, obligatoire pour en obtenir la maîtrise (équivalente au brevet), accompagnée de plusieurs exercices d'entraînement. Selon les compétences, effectuer un certain nombre d'exercices d'entraînement est obligatoire, en ligne directe avec ce que propose Sqily. Les compétences et exercices d'entraînement figurent chacun sur une feuille, de taille variable entre A4 et A3 selon les besoins. Chaque exercice est accompagné d'un espace dans lequel les élèves peuvent coller leur autocollant personnel ou, dans l'exemple, inscrire leur prénom : nous reviendrons sur ce changement plus tard (Fig. 9). Cette démarche doit être réalisée pour le brevet comme les exercices. Cependant, si cette façon de faire s'inspire de celle de Fantoli (1997, p.25), nous y apportons une petite modification : il relatait des problèmes de lisibilité dus à l'utilisation de Post-its superposés. Nous aimerions rendre notre arbre lisible au premier coup d'œil. Les espaces listant les experts sont, chez nous, visibles dans leur entièreté au premier coup d'œil.



Fig. 9 : Exemple d'une compétence, dans laquelle sont inscrits des experts fictifs.

Nous nous imaginions au départ avoir des exercices disponibles, document par document, à côté de l'arbre, classés dans des casiers empilés et indexés. Cependant, une discussion avec Monsieur Fantoli pour approfondir les problèmes d'organisation qu'il avait rencontrés lors de sa mise en œuvre en classe (Fantoli, 1997) nous a finalement décidés à regrouper tous les exercices et brevets en un seul dossier (Annexes BDRP 1B, 1C, 1D et 2, p. 80), distribué à tous les élèves. Certains exercices sont en autovalidation. Pour les autres, les élèves doivent demander à un camarade l'ayant déjà validé de le corriger. Le passage d'un brevet se déroule de la même manière. La correction est visible par une signature de l'expert, apposée à la fois sur l'épreuve et sur l'arbre de la classe. Si un brevet est échoué, l'élève est obligé d'effectuer un des exercices d'entraînement avant de le repasser. Cela permet d'éviter que les élèves enchaînent les tentatives, comme l'avait fait Fantoli en mettant en place un temps d'attente minimal de 10 minutes entre deux tentatives (1997, p.11). Si un exercice n'a encore été validé

par aucun élève, il doit être corrigé par l'enseignant. Pour éviter que les mêmes élèves ne soient tout le temps sollicités pour les corrections, un élève ayant expertisé un ou plusieurs de ses camarades devra mettre sous son autocollant un point rouge par expertise proposée. On demande aux élèves de se diriger vers les élèves ayant peu ou pas de points rouges en priorité. Cela répartit la charge de travail entre les experts, imitant ce que Learnflow faisait automatiquement.

Enfin, des ordinateurs connectés à la page Learnflow correspondante à l'arbre, contenant des consignes lues pour les élèves qui en auraient besoin et des ressources théoriques supplémentaires pour les élèves les plus avancés, sont à disposition. Des écouteurs permettent d'écouter ces ressources sans déranger le reste de la classe. Ces ordinateurs, couplés aux différents niveaux d'activité contenus dans l'arbre, contribuent à une différenciation qui rend l'enseignement accessible à tous les élèves, et permet à chacun de développer son autonomie en allant chercher seul des informations ou aides qui lui manqueraient.

Le but de ces arbres est que les élèves puissent avancer de façon autonome, en se corrigeant entre eux et s'entraînant spontanément si des difficultés sont constatées (tant par un élève en difficulté qu'un camarade avancé). Le but de l'arbre papier décrit ci-dessus est de donner un support pour régir et encourager ces interactions. Si la motivation des élèves était insuffisante, nous étions prêts à introduire des Sols en classe, gérés pour toute la classe par un système électronique construit sur mesure et par des badges NFC individuels à chaque élève. Lorsqu'un élève maîtrise une compétence, il reçoit un Sol. Lorsque toute la classe maîtrise une compétence, tous les élèves reçoivent trois Sols. Cela permet de motiver les élèves à aider leurs camarades à atteindre leurs objectifs. En cas de problème causé par cette méthode (élève trop en difficulté par exemple), l'enseignant se tient prêt à intervenir, en aidant l'élève, en accordant les sols à la classe sans prendre cet élève en compte (dans le cas d'un programme personnalisé préexistant par exemple) ou en imaginant d'autres méthodes de gestion des Sols. Une liste des achats que les élèves peuvent réaliser avec leurs sols est affichée à côté de l'arbre, qui comportera certains objets (crayon, gomme, etc.) ou privilèges (temps de lecture, de jeu, etc.).

4.3 Taille d'effet

Il nous faut un outil qui nous permet de quantifier la progression du groupe classe ainsi que celle de chaque élève. La taille d'effet est un outil qui nous permet de faire tout cela. On peut l'appliquer pour tout type d'enseignement, c'est pourquoi on va l'utiliser dans notre cas. Cela nous permet, d'une part, de comparer la méthode traditionnelle aux arbres de connaissance pour savoir laquelle est la plus efficace. D'autre part, on peut voir quels élèves ont bien progressé, ont stagné ou eu une évolution négative. Grâce à ceci, on peut chercher les causes de tout cela afin de reproduire ce qui ressort de positif et diminuer le négatif. Cette taille d'effet, nous la reprenons d'Hattie (2017) qui l'a également utilisée pour voir la progression de ses élèves. En ce qui concerne les calculs, nous avons mis une marche à suivre en annexe 1 (p. 80). Hattie (2017) relève que le fait de calculer notre taille d'effet est le facteur ayant le plus grand impact positif sur les apprentissages des élèves.

4.4 Nouvelle question de recherche

Nous le rappelons : au départ, notre projet de mémoire visait à analyser les relations entre autonomie des élèves et utilisation d'outils informatiques pour leur permettre de réaliser certaines tâches. C'était la recherche de moyens de développer l'autonomie des élèves qui était notre moteur, et nous ne nous sommes intéressés à l'informatique qu'en tant qu'outil pour atteindre ce but. Mais tous nos entretiens et lectures nous ont petit à petit détachés de l'aspect "informatique", nous faisant réaliser que le succès de cet outil était loin d'être garanti. Ainsi, confrontés à un autre "outil" de développement de l'autonomie sous la forme des arbres de connaissances, nous avons reconsidéré notre position. Ce dernier avait déjà été expérimenté, et semblait bien plus prometteur pour travailler l'autonomie en classe que l'utilisation de ressources informatiques. Aussi, nous avons décidé de réorienter notre approche, transformant notre question de recherche originale en la suivante :

Est-ce que la mise en place par l'enseignant d'un dispositif de validation mutuelle des connaissances permet d'améliorer les apprentissages effectués par les élèves ainsi que leur autonomie ?

5. Observation

Plus tôt dans ce mémoire, nous avons indiqué comment nous pensions et voulions mettre en place les arbres de connaissance dans nos classes. Cependant, des changements et ajustements ont dû être faits. Dans cette partie, nous allons donc faire part de ces différences ainsi que les observations intéressantes que l'on a pu faire en classe concernant ce qui a fonctionné, ce qui n'a pas fonctionné et ce qui est à améliorer. Cela concerne le système mis en place, mais aussi les élèves et leurs comportements et autonomies. Nous détaillons ci-dessous individuellement nos expériences.

5.1 Du côté d'Andreia

De mon côté, quelques petits changements ont été effectués, mais dans l'ensemble tout s'est relativement bien passé. Ces changements seront abordés ci-dessous lors de l'explication de la mise en place du dispositif dans ma classe de stage.

Concernant l'arbre de connaissances, je n'ai fait qu'un petit changement. En effet, j'ai mis trois compétences les unes à côté des autres. Cependant, une quatrième compétence était subdivisée en quatre sous-compétences. Ayant peur que les élèves soient confus, et manquant de place pour les disposer de manière claire, j'ai décidé de mettre cette dernière compétence ailleurs dans la classe. Pour faire court, trois des quatre compétences étaient groupées (*Fig. 10*) et la quatrième (composée de plusieurs éléments) un peu plus loin dans la classe (*Fig. 11*). Ainsi, les élèves savaient qu'ils pouvaient commencer soit par l'une des trois compétences disposées côte à côte ou par la compétence isolée plus loin. Par conséquent, ils étaient aussi conscients que s'ils commençaient cette dernière, ils devraient faire toutes les sous-compétences avant de débiter une autre compétence. Cela m'a donc évité d'avoir affaire à un élève qui commencerait la compétence divisée en plusieurs sous-compétences, en débiterait une autre et reviendrait sur celle débiter en premier.

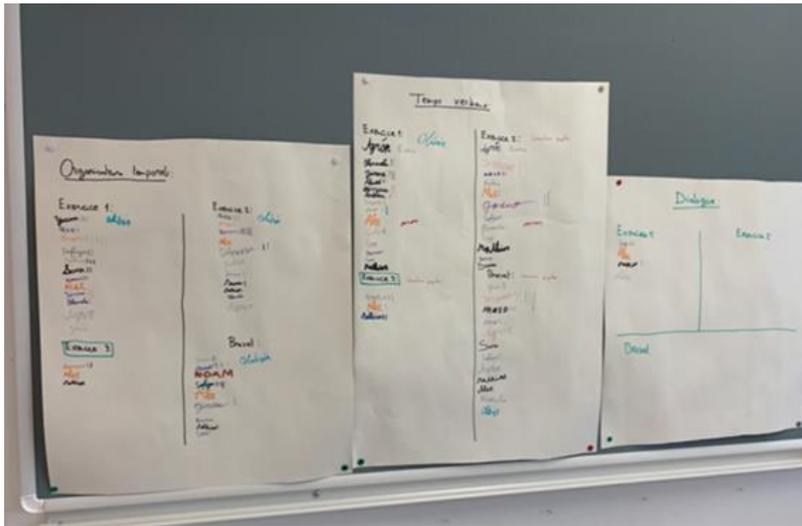


Fig. 10 : 3 compétences groupées à un endroit de la classe

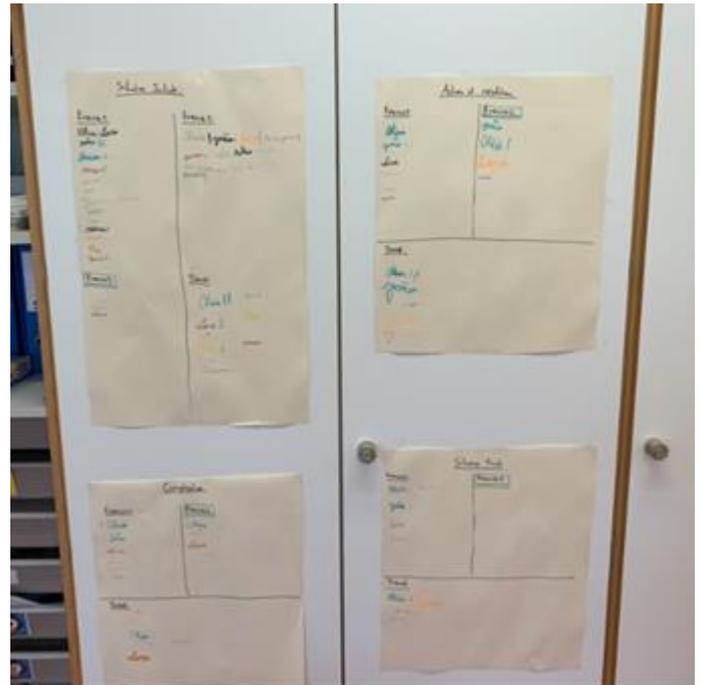


Fig. 11 : Quatrième compétence, subdivisée, et placée à un autre endroit.

Sur ces photos (Fig. 10 et Fig. 11), on peut voir des exercices encadrés en vert. Ces exercices étaient facultatifs pour les enfants. Je pensais les écrire d'une couleur différente, mais après réflexion, je me suis dit que le fait d'entourer attirait plus l'attention des élèves. Une compétence est également toute en vert. Cela indiquait aux élèves que ce n'était pas une compétence obligatoire. Les élèves plus avancés ont pu se lancer dessus une fois toutes les autres compétences terminées. Sur ces deux photos, on remarque aussi des coches à côté des prénoms. Contrairement à Maxence, j'ai pu mettre en place ce système qui consistait à mettre une coche à côté de son prénom lorsque l'on corrigeait un camarade ou que l'on nous demandait de l'aide. Cela a permis de rendre visible le nombre de fois qu'un enfant était sollicité et ainsi éviter que tous les élèves aillent vers le même camarade. Un élève qui devait faire corriger son travail ou voulait poser une question allait voir sur les panneaux qui était expert. Parmi les experts disponibles, il devait choisir un de ceux les moins sollicités.

En ce qui touche l'entraide et l'autonomie, les élèves se sont vite pris au jeu. Certes, deux/trois élèves avaient tendance à se tourner d'abord vers moi, mais il me suffisait de leur demander si cela pouvait être résolu par un expert pour qu'ils soient à nouveau autonomes (comme le reste de la classe). Tous les élèves osaient aller vers les camarades pour se faire aider ainsi que se faire corriger leur travail.

Quelques difficultés sont toutefois apparues. Une d'entre elles concerne le schéma narratif. Les experts avaient à disposition, en bas de chaque exercice de leur dossier (*Annexe BDRP 2, p.80*), des cases à cocher. Par exemple, pour évaluer la situation initiale du schéma narratif, on trouvait les cases « qui », « quand », « où » et « comment ». Dès qu'ils trouvaient l'une de ces informations dans le texte du/de la camarade, ils cochaient la case correspondante. Cela les aidait donc à vérifier que tous les éléments de la partie du schéma narratif travaillée étaient bien présents. Cependant, certains élèves ajoutaient des informations qui ne devaient pas se trouver dans la partie étudiée, et cela passait parfois inaperçu, les experts ne se contentant que de vérifier la présence des éléments obligatoires. Ces éléments supplémentaires erronés étaient donc jugés corrects. J'ai cherché à trouver une solution qui à la fois ne m'oblige pas à corriger tous les exercices de cette compétence et qui n'enlève pas le pouvoir de correction accordé aux élèves. Par conséquent, j'ai décidé de laisser les experts faire leur travail en prenant une précaution supplémentaire : les brevets devaient être corrigés à double, par un expert et par moi-même. Ainsi, le pouvoir de correction accordé aux experts n'a pas été supprimé et j'ai pu tout de même contrôler que la compétence était bien acquise. Quand cela n'était pas le cas, j'ai pu prendre de mon temps (gagné grâce à l'autonomie des élèves) pour revoir la notion avec les élèves en question. Ce problème nous semble être propre aux activités de productions créatrices puisque chaque texte écrit sera différent. Les autres thèmes, ayant la plupart du temps des exercices à une seule réponse possible (ou plusieurs réponses, mais facilement identifiables pour les experts), sont plus rarement corrigés faux. À noter que certains experts remarquent parfois des points sur lesquels on serait passés à côté, il est donc intéressant d'avoir cette double correction. De plus, cette première correction faite par les experts nous permet de gagner du temps lorsque c'est notre tour de corriger les éléments restants, notre travail en est un peu soulagé.

Cela étant dit, même dans les autres compétences qui ne rencontrent pas ce problème, il serait absurde d'affirmer qu'aucune erreur ne passe. Pour diminuer les cas où cela arrive, les experts signaient, en bas de la page, les exercices qu'ils corrigeaient. Il m'est arrivé de tomber sur quelques élèves qui avaient encore deux/trois erreurs. Grâce à système, j'ai pu trouver l'élève qui a laissé passer une ou plusieurs erreurs et ainsi éviter qu'il/elle refasse cette erreur. Cela m'a été très utile puisque l'on peut vite se retrouver avec une moitié de classe qui comprend mal une compétence.

Lors d'un retour fait par Monsieur Fantoli, ce dernier m'a conseillé de mettre la théorie après les exercices. Ceci dans le but que les élèves s'y réfèrent au besoin, mais ne s'arrêtent pas forcément dessus s'ils sont déjà au clair avec la notion. Ceci a été fait pour la compétence qu'ils maîtrisaient déjà un peu (ainsi que la compétence facultative "dialogues"), mais pas pour celles qui étaient complètement nouvelles. J'ai pu observer que, pour les exercices se trouvant après la théorie, les élèves n'étaient pas perturbés. Cependant, pour le thème ayant l'exercice avant la théorie, j'ai vu des élèves perdus qui ne savaient pas quoi faire. Certains pensaient que cela faisait partie de l'exercice précédent ou que cela en était un nouveau, mais ne comprenaient pas que c'était l'explication alors que cela était explicite. Notre hypothèse est que les élèves, étant habitués par tous leurs manuels à systématiquement avoir la théorie avant les exercices, se sont trouvés confus par cette nouvelle manière de faire. Si l'on envisage de faire ainsi, il faut donc penser à l'expliquer aux élèves.

Un autre problème auquel j'ai été confrontée concerne la compétence « temps verbaux ». Un premier élève a réussi l'exercice 2 et est devenu expert. Toutefois, cet exercice s'est avéré plus compliqué que prévu. Les autres élèves se sont donc maintes fois tournés sur cet unique expert sans pouvoir pour autant valider l'exercice car beaucoup de fautes subsistaient. Pour résumer, le nombre d'enfants ayant besoin d'une correction augmentait tandis que le nombre d'experts n'augmentait pas. Cet élève expert était donc constamment submergé par la correction du travail des autres camarades et n'avancait plus dans son propre exercice. J'ai pris en main quelques élèves pour le soulager, mais cela ne résolvait pas le problème, car on était maintenant tous les deux en train de corriger des exercices. La leçon suivante, j'ai exceptionnellement mis à disposition des élèves une fiche « correction » afin de soulager l'unique expert pour qu'il puisse avancer dans ses apprentissages.

Tout comme Maxence, je n'ai finalement pas fait coller le nom des élèves sur l'arbre. Pour perdre moins de temps, les élèves y ont tout simplement écrit leur prénom directement.

Le dernier problème auquel j'ai dû faire face concerne la motivation des élèves à travailler avec ce système. Au départ, quasiment tous les élèves étaient incroyablement enthousiastes. Ils avançaient très rapidement pour être experts. Néanmoins, un élève de la classe n'avancait que très peu dans les exercices donnés avec le système "traditionnel". Cela n'est pas dû à une difficulté quelconque. L'enfant en question est un bon élève, mais a du mal à se mettre au

travail. Pour lui et d'autres enfants qui, de temps en temps, se mettaient à discuter d'autres choses, j'ai utilisé un timer et donné un certain temps pour atteindre un certain endroit de leur fiche. Ceci a assez bien fonctionné sur le court terme. Un autre élève, en voyant un camarade avoir le timer, a demandé à l'avoir également. En voyant la motivation de la classe en général retomber un peu, j'ai demandé aux élèves de se fixer un défi pour les dix minutes suivantes. Cette demande a fonctionné pour environ les trois quarts de la classe qui se sont prêtés au jeu et se sont remis, de nouveau, à un bon rythme de travail. Pour terminer, la fois suivante, ils ont reçu leur dossier avec un post-it avec le défi du jour qu'ils devaient essayer d'atteindre. C'est à nous, enseignants, qu'incombe ce travail qui consiste à entretenir la motivation des élèves, et c'est un rôle capital pour assurer le bon fonctionnement du dispositif. Le temps gagné avec la correction entre pairs sert, entre autres, à cela.

Pour pouvoir déterminer si ce système est efficace, j'ai abordé tout un autre sujet sans les arbres de connaissances. Ce dernier concernait les loisirs en géographie, où un prétest et un posttest ont également été faits afin de comparer les tailles d'effet (*annexe BDRP 4, p. 80*).

5.2 Du côté de Maxence

5.2.1 Préparation de l'arbre de connaissances

Le dispositif mis en place dans ma classe de 8P de l'Ouest lausannois a été mis en place comme prévu. J'ai décidé de le mettre en œuvre dans le cadre du thème de mathématiques "aires et périmètres". Une compétence était présentée sous la forme d'un tableau à double entrée (Fig. 12), précédé d'une brève description. Une entrée comportait les prénoms des élèves et l'autre les différents exercices (numérotés). Les exercices facultatifs étaient en blanc et le brevet en orange clair. D'éventuels exercices obligatoires précédant le brevet étaient en orange foncé. Une première différence avec le dispositif imaginé à l'origine y est observable : pour des questions de place et de gestion du matériel, j'ai décidé de remplacer les autocollants personnels par un simple espace où l'expert se contenterait d'écrire son nom. L'espace gris à côté des

1 Mesure d'aires/périmètres : carré et rectangle (quadrillage)

- Cette compétence montre que tu es capable de mesurer l'aire et le périmètre d'un carré ou d'un rectangle sur un quadrillage.
- Tu peux passer le brevet sans faire d'exercice d'entraînement.

	Brevet 1 : « carrés et rectangle sur quadrillage »	Rectangles équivalents (1A)	Rectangles à dessiner (1B)	Unités petites et grandes (1C)	Carreaux de cahiers (1D)
Jules					
Julien					
Julie					
Julia					
Juliette					
Giulia					
Giulio					
Jul					
Julius					
Julianne					
Juléa					
Julian					
Giulietta					
Jules-Henry					
Julianata					
Juliano					
Julienne					
Julio					
Juliana					

prénoms était prévu pour accueillir les griffes permettant de visualiser le nombre de fois qu'un expert a été sollicité dans une compétence. Une photo de la compétence 1, une fois que tous les élèves en ont validé le brevet, est incluse à la page suivante (Fig. 13).

Fig. 12 : Une compétence type, représentée par un tableau à double entrée présentant prénoms et exercices à réaliser

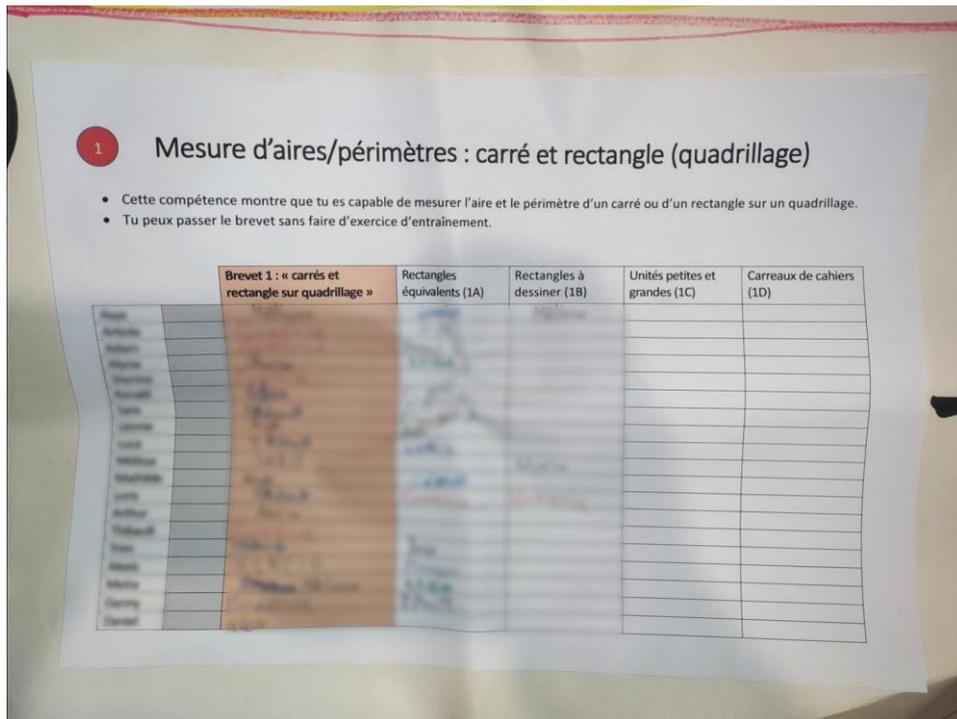
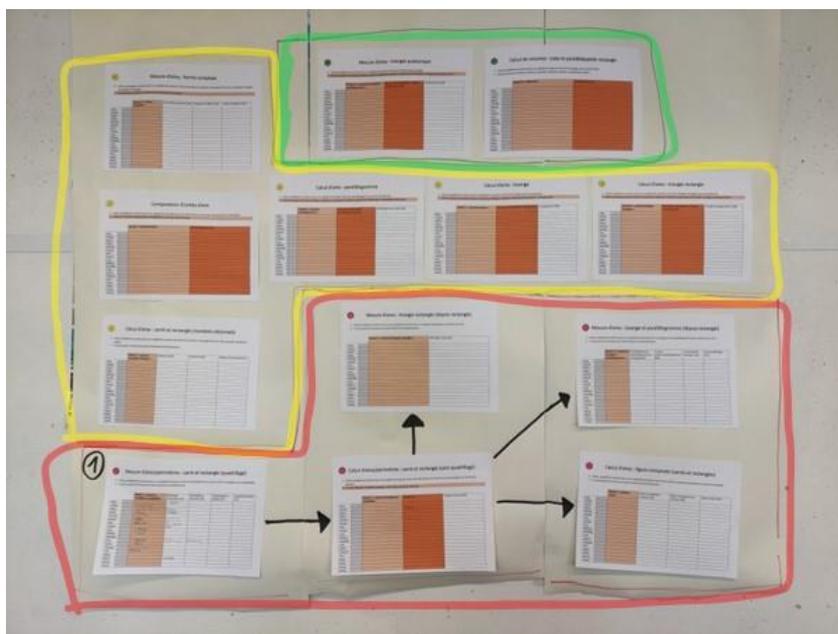


Fig. 13 : Compétence avec un brevet validé par tous les élèves. Prénoms floutés.

L'arbre entier était affiché au mur de la classe (Fig. 14), et composé de treize de ces compétences (Annexe BDRP 1A, p.80). Ces compétences étaient réparties sous la forme d'un embranchement divisé en trois catégories : rouge (compétences obligatoires pour tous les élèves), jaune (compétences facultatives) et verte (compétences facultatives plus avancées). Un



ordre était imposé pour les cinq premières compétences, mais les suivantes étaient organisées librement.

Fig. 14 : L'arbre de connaissance au mur de la classe, avec les zones de couleurs mises en évidence.

Ces brevets et exercices étaient répartis dans trois dossiers imprimés en recto verso (*Annexes BDRP 1B, 1C, 1D, p.80*). Un rouge, un jaune, et un vert. Tous les élèves commençaient avec un dossier rouge, et pouvaient par la suite demander les dossiers facultatifs. Sur la page de titre des dossiers, le même code couleur permet de différencier exercices facultatifs, obligatoires et brevets (*Fig. 15*).

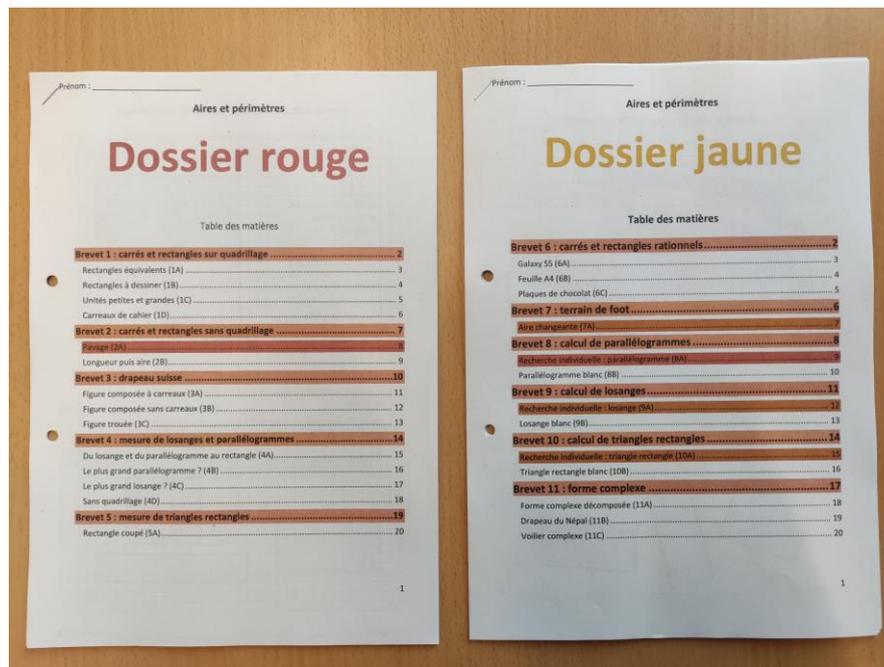


Fig. 15 : Deux des trois dossiers à disposition des élèves.

Je n'ai pas pu mettre en place une des ressources prévues par manque de temps : les aides informatiques sur Sqily. Certaines ont été remplacées par un dossier d'aide sur papier (*Annexe BDRP 1E, p. 80*). J'ai également préparé une évaluation diagnostique (*Annexe BDRP 1G, p. 80*) : cette dernière devait être utilisée une fois au début du thème, une fois au milieu, et une fois à la fin.

Je dois relever que le temps passé à préparer ce dispositif était conséquent. Beaucoup de contenus ont dû être créés sur mesure, et tout devait être prêt au début du thème, ce qui a occasionné de longues heures (voire nuits) de travail.

5.2.2 Mise en œuvre en classe.

La leçon d'introduction au dispositif s'est déroulée sans imprévu. Pour éviter d'alourdir les consignes initiales, je n'ai pas introduit les points rouges servant à répartir le travail entre experts dès le départ. J'avais prévu de les introduire si certains élèves se plaignaient d'être sollicités en permanence, mais cela n'est jamais arrivé. Il en a été de même pour les Sols : le matériel était prêt si un coup de pouce motivationnel avait été nécessaire, mais ce n'a pas été le cas. L'idée de fermer des branches de l'arbre au départ du thème n'a également pas été exploitée, car perçue comme peu utile dans ce cadre-ci. Cette leçon a permis aux élèves de se lancer dans le dispositif sans difficulté notable, ce sur quoi nous reviendrons quand nous détaillerons les observations comportementales des élèves.

Mais si cette période initiale s'est bien passée, et que les élèves ont pu découvrir le dispositif sans problème majeur durant les deux premières compétences, j'ai rencontré plusieurs problèmes en dehors de ce cadre. Je les ai triés dans plusieurs catégories.

- 5.2.2.1 Problèmes de forme

Certains de ces problèmes n'étaient pas propres aux arbres de connaissance : un problème d'imprimante⁶ modifia légèrement les proportions des figures de certaines pages, rendant certains exercices bien plus difficiles qu'ils n'étaient prévus (calculs à virgules plutôt que nombres entiers). Réimprimer ces pages spécifiquement était aussi compliqué, le dossier des élèves étant agrafé dans sa totalité. Il a été mentionné plus tôt que les dossiers étaient recto verso : cela empêchait les élèves de découper et réarranger les figures. J'avais oublié cette possibilité à l'impression. D'autres problèmes ont été remarqués au niveau de certaines figures, trop "proches" d'un rectangle. Par exemple, un parallélogramme avait une base de 7 cm, une hauteur de 4 cm et un côté incliné de 4,2 cm : cela compliquait la correction, vu qu'il fallait deviner si l'élève avait correctement multiplié la base et la hauteur, ou plutôt multiplié les deux côtés ensemble après avoir arrondi le 4,2 à 4...

⁶ L'imprimante était paramétrée en format "Lettre US" plutôt que "A4"

- 5.2.2.2 Problèmes externes à la classe

D'autres problèmes étaient externes à la classe. Le premier a eu lieu avant même le début du thème : à cause de diverses contraintes temporelles, le thème n'a pu commencer que quatre semaines avant les ECR, et devait à tout prix être conclu avant ces dernières. Cela laissait donc huit périodes pour le couvrir dans sa globalité. Cela n'était pas un problème avec le français, pour lequel neuf semaines (donc dix-huit périodes) étaient disponibles. J'ai donc renoncé aux arbres de connaissances lors des deux dernières périodes et imposé à tous les élèves une activité pour travailler les aires et périmètres de figures complexes (composée et trouée de plusieurs rectangles), concepts que quasiment aucun élève ne maîtrisait à l'évaluation diagnostique.

Un autre problème a été l'alignement curriculaire entre les éléments travaillés lors du thème et le TS qui a suivi. Toutes les classes de l'établissement ont les mêmes évaluations, et celle du thème aires et périmètres n'a été créée que très peu de temps avant sa passation par les élèves. Certains éléments centraux de l'arbre de connaissance (par exemple, la décomposition de parallélogrammes ou losanges en rectangles pour calculer leur aire) étaient totalement absents du test, ce dernier étant centré sur les aires et périmètres de figures complexes (la notion qui a dû être revue en urgence lors de la dernière période) ainsi que la résolution de problèmes (très peu mise en avant dans l'arbre). Cette mésaventure nous rappelle que, arbres de connaissances ou pas, il est d'une importance capitale que les contenus enseignés soient alignés curriculairement sur ceux évalués.

- 5.2.2.3 Problèmes de conception du dispositif

La mise en œuvre en classe a révélé deux problèmes liés directement à la conception du dispositif.

Le premier était les brevets "intouchables". Pour s'assurer que l'élève maîtrisait la compétence évaluée, les conditions de passation des brevets étaient très strictes : interdiction de demander de l'aide, et en cas d'erreur, obligation de faire un exercice d'entraînement, puis de repasser le

brevet de zéro. En plus d'avoir nécessité beaucoup d'explications lors de la présentation du dispositif, cette rigidité des brevets a été très compliquée à appliquer, tant par les élèves que moi-même. Souvent, les résultats erronés de certains élèves ayant manifestement compris la notion travaillée par une compétence étaient la conséquence d'un oubli d'inattention lors du calcul. Il semblait contre-productif de faire corriger ces oublis en demandant à l'élève de faire un autre exercice avant de recommencer son brevet de zéro, et les élèves ont très vite imité ma souplesse. Ces éléments n'étaient pas facilités par le fait que tout était regroupé dans un même dossier : remplacer un brevet erroné dans le dossier par un brevet imprimé à côté était un défi logistique. Par conséquent, après quelque temps de conseils, assistances et corrections officieuses de brevets erronés tant par moi que par les experts, j'ai aboli la "sacralité" des brevets. J'ai aussi imaginé une alternative à ce problème, mais sans la tester : chaque compétence serait composée d'exercices analogues et égaux, et la réussite sans aide de l'un d'entre eux (peu importe lequel) validerait la compétence.

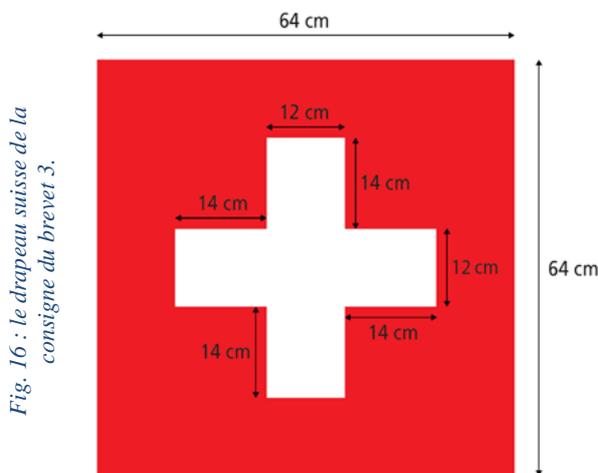


Fig. 16 : le drapeau suisse de la consigne du brevet 3.

Le deuxième était un saut curriculaire trop important entre deux compétences. Le brevet 3 reprenait un exercice de l'ECR de mathématiques de 2019. Cette dernière demandait le calcul de l'aire de la partie rouge d'un drapeau suisse, à partir d'informations données (Fig. 16).

Cette dernière était faisable directement après la compétence 2. Les élèves devaient y calculer l'aire d'un rectangle non gradué, en centimètres carrés (grandeur introduite dans l'exercice obligatoire de la compétence 3). Pour ce faire, ils devaient mesurer la longueur de ses côtés à la règle. L'écart de difficulté entre les compétences 2 et 3 était bien trop grand, causant de grandes difficultés chez les élèves. J'ai observé beaucoup de démarches erronées, listées ci-dessous :

- Essayer de calculer l'aire en centimètres carrés, en mesurant les différents côtés de la forme, sans prendre en compte le fait qu'elle était à une échelle réduite (situation qu'ils rencontraient pour la première fois) et que les mesures à utiliser étaient données.
- Ne pas trouver de façon de résoudre le problème, ou en trouver une qui se base sur des interprétations erronées : par exemple, certains élèves ont compris qu'une des façons de résoudre le problème était de décomposer la croix blanche en rectangles pour en calculer l'aire, puis de soustraire l'aire de tous ces rectangles à l'aire du carré rouge. Mais ils sont partis du principe que la croix était composée de cinq rectangles de dimensions identiques (12 x 14), ou ils ont tout simplement oublié le carré central.
- Beaucoup d'élèves, qui étaient pourtant capables d'expliquer la différence entre l'aire et le périmètre ainsi que les façons respectives de les calculer lors de tâches où leur manipulation n'était pas nécessaire, n'ont pas été capables spontanément de comprendre comment ces mesures interagissent. Ils ont tenté de résoudre le problème en soustrayant à l'aire du carré rouge le périmètre de la croix blanche, argumentant pour certains le bien-fondé de cette opération à cause d'une compréhension partielle de ces concepts (un élève a déclaré : "Oui, l'aire c'est la surface et le périmètre c'est le contour, mais si j'enlève le contour de la croix alors elle part avec"). Ces erreurs de raisonnement étaient probablement favorisées par la première question de ce brevet, qui demandait de calculer le périmètre de la croix blanche. Cela a pu pousser plusieurs élèves à voir dans cette question une étape de la résolution, plutôt qu'une question complètement séparée.
- Pour couronner ces difficultés, ce problème était le premier du thème à faire intervenir de longs enchaînements de calculs impliquant de grands nombres (une aire de 4096 centimètres carrés, contre 66 centimètres carrés pour le brevet 2). Des erreurs ou oublis de calculs étaient très nombreux, et forçaient parfois les élèves à reprendre depuis le début.

Ces difficultés ne sont pas propres aux arbres de connaissance, mais plutôt au thème en lui-même. Plusieurs ouvrages reviennent sur les difficultés que les élèves rencontrent à se représenter concrètement les différences entre aires et périmètres (*Perrin et Douady, 1988*), qui sont nombreuses. Ce n'est donc pas le fait que les élèves aient fait des fautes qui est problématique : les difficultés causées par cet exercice ne sont pas à percevoir comme un problème en soi, mais au contraire comme des opportunités sur lesquelles rebondir pour

construire un apprentissage. Par exemple, la justification de l'élève citée plus haut nous fait penser que ce dernier avait compris ce que représentaient l'aire et le périmètre, mais que les propriétés de ces notions (l'une représente une grandeur en une dimension et l'autre en deux, les soustraire ou additionner n'a pas de sens) étaient encore parasitées par des représentations spontanées (j'ai compris que le périmètre représente le contour et l'aire la surface, mais enlever le contour de la croix blanche revient à la découper, donc à la séparer du carré rouge : l'opération a du sens). Partir de cette conception erronée pour construire un apprentissage est la chose à faire.

Le problème causé par ces difficultés était leur nombre, et l'incapacité des élèves à les surmonter seuls. De plus en plus d'élèves étaient bloqués sur cette compétence, et nécessitaient des retours et raisonnements individualisés en fonction de leurs erreurs. Malheureusement, les exercices censés les préparer étaient trop simples pour avoir un réel effet sur la résolution de ce dernier. C'est ainsi la situation exacte que les arbres de connaissances devaient soulager qui s'est présentée : une quantité d'élèves de plus en plus grande avait besoin de mon assistance, et je me suis retrouvé submergé par les demandes. J'étais incapable de toutes y donner suite, et aucun élève ne progressait suffisamment vite pour devenir expert et m'assister dans cette tâche. Cette incapacité à avancer et absence d'assistance a frustré beaucoup d'élèves. Un élève en particulier, que nous allons appeler Jonathan⁷, se démarquait : ce dernier est très doué en mathématiques, mais souffre de problèmes de gestion des émotions, d'impulsivité et de frustration. Le fait de se retrouver bloqué sur ce problème sans pouvoir être assisté l'impactait énormément, et la colère engendrée par cette frustration augmentait à vue d'œil. Heureusement, ce "bouchon" de corrections n'est devenu ingérable qu'environ un quart d'heure avant la fin de la leçon, prévenant une catastrophe de gestion de classe.

⁷ Prénom d'emprunt

Je n’y ai pas pensé sur le moment, mais ce problème aurait pu être géré si, après avoir vu que certains élèves bloquaient sur ce brevet, j’avais imposé au reste de la classe de se concentrer sur d’autres compétences. C’est d’ailleurs ce que j’ai fait lors de la leçon suivante : j’ai focalisé

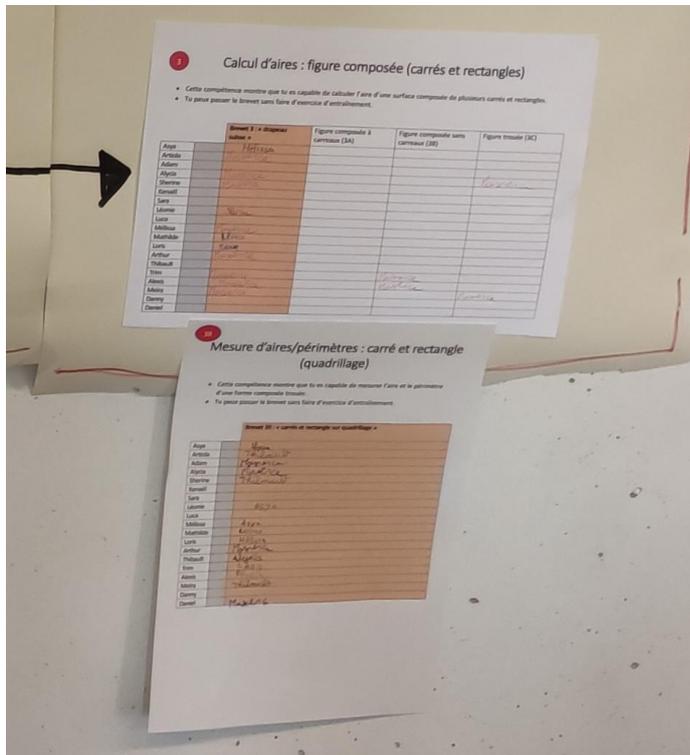


Fig. 17 : le brevet 3R sous le brevet 3.

la classe sur les compétences 4 et 5, et ai composé un petit groupe au fond de la classe avec qui j’ai résolu le problème du brevet 3 pas à pas, pour finalement leur donner à tous un corrigé détaillé de ce brevet et les promouvoir au rang d’expert. J’ai par la suite décidé de créer un nouveau brevet, plus simple, qui a remplacé le brevet 3 pour ceux qui ne l’avaient pas obtenu : le brevet 3R (R comme “Remplacement”) (Annexe BDRP 1F, p.80). Ce dernier était symbolisé sur l’arbre de la classe par une feuille collée en dessous du brevet 3 (Fig. 17).

Ces mesures étaient correctives sur le moment, mais cet incident rappelle l’importance d’augmenter très progressivement la difficulté entre les brevets. Une correction plus durable pour garder la compétence “drapeau suisse” serait de la faire précéder de deux compétences tierces (une comportant des figures dont les mesures sont données et une comportant des figures composées et “trouées”) pour décomposer la progression vers cette dernière, voire de ne la proposer qu’en prolongement d’une compétence analogue, mais plus simple (dans le style de la 3R).

- 5.2.2.4 Observations de l’utilisation du dispositif par les élèves

Ces nombreux problèmes liés à la conception du dispositif et à sa mise en place couverts, passons maintenant aux comportements observés chez les élèves.

Pour commencer, certains éléments du dispositif n'ont été qu'en partie, voire pas utilisés. Certains de ces manquements étaient mineurs : je n'ai vu aucun élève toucher au dossier d'aide théorique qui était à disposition. La plupart des brevets étaient accompagnés par plusieurs exercices, mais rares étaient les élèves qui avaient besoin de plus d'un exercice pour réussir le brevet : la majorité des pages du dossier restaient donc vierges chez beaucoup d'élèves.

D'autres étaient bien plus graves. Si tous les élèves prenaient au sérieux l'inscription de leur prénom sur une fiche corrigée, certains experts ont négligé de noter leur prénom sur l'arbre : heureusement, cela n'a pas eu de conséquence négative sur le fonctionnement du dispositif dans ces circonstances. En effet, les élèves qui négligeaient d'inscrire leur nom sur l'arbre étaient souvent dans les derniers à valider une compétence, et leur absence ne causait donc jamais un manque d'experts. L'absence de conséquences était aussi aidée par la durée très courte du thème (quatre doubles périodes). Ces oublis m'ont par contre compliqué la tâche quand je consultais l'arbre pour jauger de l'avancée de la classe.

Un autre aspect de l'évaluation était parfois négligé, et je l'ai remarqué lors des dernières leçons du thème : si je n'ai observé aucune évaluation de complaisance, il arrivait que certains élèves copient la réponse sur leur voisin, puis qu'un expert valide cette réponse correcte malgré l'absence de calcul. J'avais mis l'accent sur l'importance de faire sérieusement les exercices pour progresser, et que la triche n'aiderait en rien à se préparer au test, mais il serait également important d'instaurer la règle "pas de calcul = pas de validation" pour les experts, afin de prévenir ce genre de comportements.

J'ai aussi observé que le fonctionnement du dispositif était parfois entravé par des barrières comportementales. Ainsi, je n'ai vu que peu de propositions d'aide d'un expert à un élève en difficulté. D'ailleurs, certains élèves rechignaient à l'idée d'aller demander de l'aide à leurs camarades. Pour certains, qui restaient silencieux dans leur coin quand confrontés à une difficulté, c'était probablement en partie par timidité : lors d'une leçon de gymnastique, j'avais pu observer ces élèves refuser de s'impliquer dans une activité parce qu'ils ne voulaient pas se ridiculiser, et avaient peur que les autres se moquent. Je n'ai aucun mal à imaginer que ce genre de complexe les paralyse à l'idée de demander de l'aide à leurs pairs, et le cas de ces élèves sera traité plus en détail dans l'analyse des résultats. Pour d'autres, ça semblait être dû à des

problèmes relationnels : quand l'un des élèves a été le premier garçon de la classe à finir un exercice, et que je lui ai fait remarquer qu'une de ses camarades était déjà experte et qu'il n'avait donc pas besoin que ça soit moi qui corrige l'exercice, sa réponse a été : "Oh non pas elle, vous pouvez vraiment pas corriger vous ? Bon bah j'attendrai qu'un de mes potes soit expert".

Je dois relever l'importance de remédier à ces manquements majeurs. Chacun aurait, dans les mauvaises circonstances, le potentiel de ruiner le fonctionnement en arbres à lui seul. Les élèves doivent pouvoir consulter très vite une liste d'experts complète pour savoir vers qui s'orienter : des experts n'indiquant pas leur progression peuvent enrayer l'efficacité du dispositif et surcharger leurs confrères, surtout s'ils sont parmi les premiers à valider des compétences. En plus, cela empêche l'enseignant de se faire une bonne idée de leur progression en cours de thème. Pareil pour les brevets validés seulement sur base d'une réponse : en plus de promouvoir des experts potentiellement non qualifiés, ça donne une mauvaise idée de leur progression. Enfin, les arbres de connaissance ne peuvent bien fonctionner que dans un climat de classe propice, dans lequel tous les élèves acceptent de se faire corriger par tous les autres, avec bienveillance. Les comportements du style "je refuse qu'il/elle me corrige" devraient être à coup sûr repris et creusés pour en trouver la source, et pourraient même être sanctionnés dans certains cas. Si le dispositif des arbres de connaissances, en étant bien appliqué, permet de soulager l'enseignant d'une certaine charge de travail, le travail principal de l'enseignant est donc de s'assurer que le dispositif est bien appliqué, et de corriger tous ces éléments dysfonctionnels, ce que je n'ai malheureusement pas eu le temps de faire durant ma très courte mise en œuvre en classe.

Mais malgré tous ces problèmes de mise en œuvre et certaines utilisations problématiques du dispositif par les élèves, de nombreux éléments positifs ont été observés. Comme précisé plus tôt, les principes de base du dispositif ont été très vite compris, et la correction par les pairs était globalement prise très au sérieux et a très bien fonctionné, permettant à tous les élèves d'avancer à leur rythme. Cela m'a permis de mieux aider certains élèves avec leurs difficultés individuelles, ce qui était un des buts de ce dispositif. En plus, le fait de corriger leurs pairs a permis à plusieurs élèves de se sentir valorisés. Le cas le plus marquant est celui de Jonathan, mentionné plus tôt. Ses problèmes de frustration se manifestaient très souvent dans les leçons plus traditionnelles, la colère de ce dernier montant dès qu'il se trouvait face à une tâche qu'il

n'arrivait pas à surmonter, ou qu'il n'avait plus rien à faire, et être mis face à ses échecs de cette façon n'était pas valorisant. Au contraire, les quelques périodes passées à utiliser les arbres de connaissance lui ont permis de valoriser ses compétences et son travail : étant souvent un des premiers à finir les exercices (c'est le seul élève de la classe qui a pu passer au dossier jaune), il était très souvent sollicité par ses camarades pour des corrections et parfois pour de l'aide, et était en contrepartie volontiers aidé par d'autres élèves rapides lors des rares fois où il bloquait sur une tâche. Durant cette séquence, il a donné l'impression de changer complètement de rôle, passant d'un rôle d'élève difficile à superviser en permanence à celui d'un meneur du progrès de la classe. En parlant de progrès, j'avais déploré le manque de spontanéité concernant l'aide et les demandes d'aide, mais elle n'était pas pour autant inexistante. À la troisième leçon du thème, une élève de classe d'accueil a rejoint la classe pour ces périodes spécifiquement. Prévenu à la dernière minute, je n'avais pas eu le temps de prévoir du contenu pour elle, mais cela n'a pas été nécessaire : ses voisins se sont proposés spontanément pour l'aider, lui présenter les différentes notions, et avancer dans les exercices et brevets pas à pas. Il m'aurait été impossible de lui procurer un suivi aussi rapproché lors de leçons traditionnelles, mais les seules actions requises de ma part ont été d'ajouter son nom dans les grilles de l'arbre de connaissance, et de lui demander quelques fois lors de la leçon si tout se passait bien, en en profitant pour vérifier son progrès.

6. Analyse des résultats

6.1 Rappel de la question de recherche et des méthodes de calcul

Après avoir compilé toutes ces observations sur la mise en œuvre de nos arbres de connaissance en classe, et récolté les résultats des élèves aux différentes évaluations témoin, nous pouvons analyser ces données et voir si elles permettent de répondre à notre question de recherche :

Est-ce que la mise en place par l'enseignant d'un dispositif de validation mutuelle des connaissances permet d'améliorer les apprentissages effectués par les élèves ainsi que leur autonomie ?

Commençons par nous préoccuper de l'aspect "les arbres peuvent-ils améliorer les apprentissages ?". Notre idée pour répondre à cette question était de mettre en place chacun deux séquences différentes au sein d'une même branche, l'une d'entre elles avec les arbres de connaissances, et l'autre avec un enseignement plus traditionnel (davantage d'enseignement frontal et de travail individuel, et des corrections collectives ou à la charge de l'enseignant : nous les appellerons « séquences témoin » ou « thèmes témoin »). Nous voulions ensuite comparer les progrès des élèves dans ces différentes séquences pour voir si utiliser les arbres engendrait des progressions plus importantes.

Pour quantifier les progrès des élèves dans ces séquences, nous avons calculé notre taille d'effet, ou TE⁸. Cette dernière est une valeur quantifiant la progression de la classe, et nous pouvons la calculer⁹ en comparant les résultats de deux évaluations identiques (*Annexes BDRP IA et 3, p.80*) passées par les élèves en début et fin de séquence. Plus cette valeur est élevée, plus la progression des élèves durant la séquence a été importante. En nous inspirant d'un autre outil similaire, nous avons conçu un tableur Excel permettant de calculer la TE de la classe et de chaque élève, pour les représenter sous forme graphique. L'utilisation de ce tableur est détaillée dans l'Annexe 2 (*p. 82*).

⁸ Pour des raisons de lisibilité, « Taille d'effet » sera abrégé en TE dans les sections 6.1, 6.2 et 6.3. Des mots comme « effet » peuvent en être synonymes dans des expressions ressemblant à « l'effet observé vaut 0,4 ».

⁹ Le détail des calculs se trouve dans l'Annexe 1 (*p.81*)

Malheureusement, les impératifs du terrain ne nous ont pas permis de réaliser nos séquences au sein d'une seule branche, comme nous l'avions prévu. Nous avons déjà expliqué (p.31, 36) que les arbres de connaissances ont été utilisés par Maxence durant une séquence sur les aires et périmètres, et par Andreia dans une séquence sur le compte du pourquoi et du comment. La séquence témoin de Maxence avait pour thème le récit d'aventure, et celle d'Andreia les loisirs (en géographie).

Commençons par observer les résultats des élèves dans ces diverses séquences.

6.2 Comparaison et interprétation de nos mesures

6.2.1 : Présentation et comparaison de nos résultats

En Suisse, les notes sont le plus couramment données sur une échelle évoluant de 1 à 6, 4 étant le seuil de suffisance. Nous avons donc exprimé les résultats de nos évaluations sur cette échelle¹⁰ dans laquelle 1 signifie « aucun point obtenu » et 6 « tous les points obtenus ».

Les résultats des élèves lors de nos séquences sont rapportés dans les tableaux ci-dessous. Ceux des séquences faites avec les arbres de connaissances sont dans les tableaux jaunes (Fig. 20), et ceux des séquences témoin dans les tableaux bleus (Fig. 21). On y retrouve également la TE de chaque élève, les moyennes de classe en début et fin de thème, et la TE globale tout en bas (ainsi que les écarts-types, nécessaires à son calcul)¹¹.

Récit d'Aventure (Témoin M.)				Loisirs (Témoin A.)			
	Prétest	Posttest	TE par élève		Prétest	Posttest	TE par élève
M1	5,42	6,00	0,68	A1	3,69	5,04	1,66
M2	4,17	5,71	1,81	A2	3,31	4,65	1,66
M3	3,12	5,23	2,49	A3	2,73	5,04	2,84
M4	5,04	6,00	1,13	A4	2,15	4,08	2,37
M5	3,40	5,33	2,26	A5	2,54	3,69	1,42
M6	2,15	4,85	3,17	A6	1,00	5,04	4,97
M7	3,02	4,75	2,04	A7	3,31	5,42	2,60
M8	3,21	4,17	1,13	A8	2,92	4,46	1,89
M9	3,79	4,65	1,02	A9	1,58	3,12	1,89
M10	4,75	5,13	0,45	A10	4,46	5,23	0,95
M11			0,00	A11	3,69	5,04	1,66
M12	2,83	5,52	3,17	A12	3,31	5,23	2,37
M13	4,37	5,62	1,47	A13	1,77	4,85	3,79
M14	4,56	4,94	0,45	A14	2,92	3,69	0,95
M15	4,94	5,71	0,91	A15	2,54	5,81	4,02
M16	3,40	5,42	2,38	A16	2,15	5,42	4,02
M17	3,60	5,33	2,04	A17	2,73	5,42	3,31
M18	1,19	3,79	3,06	A18	4,08	6,00	2,37
M19	4,27	6,00	2,04	A19	3,12	4,46	1,66
Moyenne				Moyenne			
	3,74	5,23			2,84	4,83	
Ecart type				Ecart type			
	1,08	0,62			0,87	0,76	
Ecart type moyen				Ecart type moyen			
	0,85				0,81		
Taille d'effet				Taille d'effet			
	1,76				2,44		

Fig. 19 : tableaux regroupant les résultats de Maxence (M.) et Andreia (A.) dans les séquences témoin.

Aires et périmètres (Arbre M.)				Compte du pourquoi (Arbres A.)			
	Prétest	Posttest	TE par élève		Prétest	Posttest	TE par élève
M1	2,67	6,63	4,00	A1	3,65	3,94	0,44
M2	3,29	5,58	2,32	A2	3,79	4,24	0,67
M3	1,63	3,92	2,32	A3	2,91	3,50	0,89
M4	1,21	5,38	4,21	A4	3,06	4,24	1,77
M5	1,83	3,92	2,11	A5	1,59	3,65	3,11
M6	1,00	5,38	4,42	A6	3,06	2,76	-0,44
M7	2,04	5,17	3,16	A7	2,76	5,41	3,99
M8	1,21	3,92	2,74	A8	3,50	3,79	0,44
M9	2,25	3,08	0,84	A9	3,21	4,53	2,00
M10	1,21	2,04	0,84	A10	3,35	3,79	0,67
M11	2,88	3,29	0,42	A11	2,76	4,24	2,22
M12	1,00	3,50	2,53	A12	4,53	4,97	0,67
M13	2,67	4,96	2,32	A13	3,50	3,94	0,67
M14	3,29	4,96	1,68	A14	3,94	4,24	0,44
M15	2,46	4,33	1,90	A15	3,50	4,53	1,55
M16	2,04	5,79	3,79	A16	2,32	3,50	1,77
M17			0,00	A17	3,94	4,82	1,33
M18			0,00	A18	3,94	4,68	1,11
M19			0,00	A19	3,06	3,06	0,00
Moyenne				Moyenne			
	2,04	4,49			3,28	4,10	
Ecart type				Ecart type			
	0,79	1,19			0,67	0,66	
Ecart type moyen				Ecart type moyen			
	0,99				0,66		
Taille d'effet				Taille d'effet			
	2,47				1,23		

Fig. 18 : tableaux regroupant les résultats de Maxence (M.) et Andreia (A.) dans les séquences en arbres de connaissance

¹⁰ La formule utilisée est : $\frac{\text{Points obtenus}}{\text{Points totaux}} \cdot 5 + 1$

¹¹ Il faut relever quelques subtilités dans la lecture de ces tableaux. Certains élèves y sont omis, car absents lors d'une des deux évaluations. Des résultats supérieurs à 6 sont possibles pour la séquence « aires et périmètres », car l'évaluation comportait un exercice bonus plus difficile.

Rappelons que la TE est, telle que nous l'utilisons, un indicateur du progrès de la classe : plus cette valeur est élevée, plus la classe a progressé entre les deux évaluations de début et fin de séquence. On pourrait se dire que comme cette valeur indique une progression, l'enseignement a été efficace dès qu'elle est supérieure à 0. Mais pour Hattie (2017, p.5), ce n'est pas suffisant : même la plus infime des progressions engendre une TE positive. Ce dernier a calculé que l'effet moyen mesuré pendant une année scolaire était de 0,4, et en déduit qu'un enseignement engendrant un effet supérieur à 0,4 peut être considéré comme efficace.

Si l'on examine nos TE (comprises entre 1,23 et 2,47 [Fig. 20 et Fig. 21]) à partir de cet étalon, on réalise que toutes nos séquences ont eu un effet conséquent, compris entre trois et six fois le 0,4 mentionné par Hattie. Cette comparaison sera développée par la suite, mais une chose est claire : toutes nos séquences ont eu un impact positif sur les apprentissages, ce qui est corroboré par les augmentations de moyenne entre les prétests et posttests (entre 0,8 et 3 points sur 6 [Fig. 20 et Fig. 21]). Il nous faut cependant toujours répondre à notre question originale : observe-t-on une différence entre arbres de connaissance et enseignement traditionnel ?

En comparant nos mesures, nous remarquons que la TE de la séquence en arbres est bien supérieure à celle de la séquence traditionnelle chez Maxence. Cela est d'autant plus impressionnant quand on se rappelle que de nombreuses difficultés ont été rencontrées durant cette séquence (p. 40-47), notamment sa durée très réduite de quatre doubles périodes. Chez Andreia, l'effet inverse est observé : c'est la séquence traditionnelle qui a eu la TE la plus élevée, laissant les arbres en retrait. Quelles conclusions tirer de ces résultats ? Nos TE bien supérieures à 0,4 font-elles de nous des enseignants extraordinaires ? Maxence a-t-il bien mieux su tirer profit du potentiel des arbres de connaissance qu'Andreia, qui montrait sa force en enseignement frontal ?

Non, et cela pour deux raisons.

6.2.2 : Amplitude de nos TE

Pour savoir si nos tailles d'effet bien supérieures à 0,4 indiquent d'énormes apprentissages, nous devons interpréter correctement ce que signifie ce 0,4. Hattie mentionne que le seuil de 0,4 permet de savoir si l'enseignement « est ou n'est pas efficace » (Hattie, 2017, p.5). Or, efficace ne veut pas forcément dire suffisant.

Certaines de nos mesures illustrent particulièrement bien cette nuance. Prenons l'exemple de la progression en français de l'élève M1 (Fig. 21), qui obtient une note de 5,42 au prétest et 6 au posttest. Sa TE individuelle est 0,68 soit quasiment deux fois supérieure au 0,4 déterminant si l'enseignement reçu a été efficace. Mais tous ces nombres ne nous révèlent pas précisément quels apprentissages ont eu lieu pendant cette séquence chez cet élève. Pour cela, nous sommes obligés de comparer le contenu de ses productions écrites. En le faisant, on constate que son meilleur résultat s'explique par l'ajout de trois éléments entre la production initiale et finale :

- La description d'un lieu
- L'utilisation d'un verbe de parole¹² dans l'incise d'une réplique parlée
- La présence d'un organisateur temporel pour introduire la situation initiale

L'hypothèse que ces apprentissages proviennent de l'enseignement reçu nous semble vraisemblable. L'enseignement a donc été efficace, et c'est reflété par une TE positive supérieure à 0,4. Toutefois, ces apprentissages s'inscrivent dans une séquence ayant duré 9 semaines. Il semble évident que la plupart des éléments abordés durant la séquence n'ont pas profité à cet élève, car ce dernier les maîtrisait déjà lors de son évaluation initiale. Il a progressé certes, mais il nous semble évident qu'il aurait été possible de le faire progresser davantage, en différenciant notre enseignement pour lui permettre d'effectuer d'autres apprentissages plus complexes allant au-delà des objectifs d'évaluation.

Cet exemple illustre une précaution à prendre quand on évalue notre TE : cette dernière permet de quantifier et de comparer une progression dans les apprentissages, tant collectifs qu'individuels, mais il nous semble capital de la mettre en relation avec d'autres données pour

¹² Un verbe expliquant comment la réplique est prononcée, par exemple : s'exclame-t-il, chuchote-t-il...

estimer si cette progression est suffisante ou non. Comme les notes sont censées être un indicateur du niveau atteint, les analyser en parallèle de la TE peut compléter notre analyse : si on le fait pour nos quatre séquences, on remarque que les moyennes de classes sont toutes inférieures à 4 lors des prétests, et toutes supérieures à 4 lors des posttests. Nos TE indiquent donc que notre enseignement a fait progresser les groupes classe, et nos moyennes que cette progression a aidé les groupes classe à atteindre un niveau de maîtrise moyen supérieur au seuil de suffisance.

6.2.3 : Écarts entre nos TE

Mais même sans être à elles seules indicatrices de la suffisance des apprentissages, nos TE démontrent clairement que les élèves ont plus progressé avec les arbres qu'en enseignement traditionnel chez Maxence, et inversement chez Andreia. Peut-on tirer des conclusions de cette information ?

Non plus, car nous comparons des séquences qui ne sont pas vraiment comparables. Comme mentionné précédemment (p. 49), nous voulions initialement comparer des séquences faites avec et sans arbres dans la même branche, mais les impératifs du terrain ont rendu cela impossible. Nous avons donc tous deux mis en œuvre nos séquences « arbres » et « témoin » dans des branches différentes, mais surtout, dans des tâches différentes.

Nous avons tous deux mené une séquence de production écrite en français. Or, les préconceptions des élèves étaient nombreuses dans ces séquences : ils avaient déjà lu des histoires, et pour certains, travaillé à l'école divers genres de texte. Ils étaient donc déjà familiers, consciemment ou non, avec plusieurs éléments évalués dans leurs productions (Schéma quinaire, paragraphes, titres, etc.). Inversement, en mathématiques et géographie, les élèves étaient pour la première fois confrontés à un thème dont ils ignoraient presque tout. Cet écart de connaissances initiales est manifeste quand on considère les moyennes des prétests : 3,28 et 2,74 en français, contre 2,21 et 1,25 en mathématiques et géographie (*Fig. 20 et Fig. 21*).

Cette variation a un impact sur la TE. Il nous semble évident que si la difficulté est équivalente, un élève progressera plus dans un sujet qu'il découvre sans savoirs préalables que dans un sujet où il maîtrise déjà une partie des savoirs enseignés. Nous supposons donc que l'écart entre nos TE s'explique moins par l'utilisation d'arbres de connaissances que par les différences de niveau initial des élèves. C'est particulièrement évident quand on observe que six élèves ont des résultats supérieurs au 4,5 de moyenne lors des productions initiales de français, ce qui réduit leur marge de progression. Rien de tel dans les deux autres prétests : seuls deux élèves ont une note supérieure à 4 en géographie, et le meilleur résultat en mathématiques est 3,29, obtenu par deux élèves déjà familiers avec la notion de périmètre, ce qui leur a permis de le calculer sans difficulté dans tous les exercices¹³.

Comme nos séquences ne sont pas comparables, il nous est impossible de nous prononcer au sujet de l'impact qu'a l'utilisation ou non d'arbres de connaissances sur les résultats finaux des élèves. Comparer des séquences avec et sans arbres dans la même branche aurait sans doute permis une comparaison plus fiable, mais pas pour autant indiscutable : deux thèmes d'une certaine branche n'ont pas forcément la même complexité, et des différences de savoirs initiaux pourraient tout de même survenir. Ces points poseraient également moins problème avec un échantillon de mesures plus conséquent : prendre en compte la performance dans un même thème d'une grande quantité de classes avec et sans arbres de connaissances permettrait d'assurer que la complexité et le nombre de savoirs initiaux varieraient moins que dans deux thèmes différents.

6.3 Observations et tailles d'effet individuelles

Rappelons notre question de recherche : « Est-ce que la mise en place par l'enseignant d'un dispositif de validation mutuelle des connaissances permet d'améliorer les apprentissages effectués par les élèves ainsi que leur autonomie ? ». Les valeurs que nous avons récoltées ne nous permettent pas de nous prononcer sur une éventuelle amélioration des apprentissages :

¹³ Élèves ayant eu plus que 4,5 à la production initiale de français : M1 ; M4 ; M10 ; M14 ; M15 ; A12. Élèves ayant eu plus que 4 à la production initiale de géographie : A10, A18. Élèves ayant eu 3,29 à la production initiale de mathématiques : M2 et M14 (Fig. 20 et Fig. 21)

cependant, les observations effectuées en classe nous permettent de nous prononcer au sujet de l'autonomie des élèves.

6.3.1 Observations générales

Nous mentionnions en page 8 que “l'autonomie des élèves serait importante puisqu'elle permettrait aux enseignants de diminuer leur charge de travail, et donc de réinvestir des ressources ainsi économisées pour guider d'autres élèves”. Avons-nous réussi à diminuer notre charge de travail ? Une fois le thème lancé, oui. Nous avons tous deux observé que le temps nécessaire à la préparation des leçons en arbres était quasiment nulles lorsque le système fonctionnait, et que le temps passé par l'enseignant à corriger était réduit considérablement. C'était particulièrement le cas chez Maxence, car quasiment l'entier de la correction était à la charge des élèves. Comme corriger des productions écrites est plus complexe, Andreia devait valider les brevets déjà corrigés par un expert. Mais cette double correction lui a quand même fait gagner du temps, les experts ayant déjà fait le gros du travail. En effet, les enfants se chargeaient de vérifier que tous les éléments demandés figuraient bel et bien dans les textes de leurs camarades. Déchargée de ce travail, Andreia pouvait se concentrer sur d'autres aspects plus techniques des productions écrites, que les experts avaient du mal à identifier. Nuance, toutefois : ces gains de temps n'ont été possibles qu'au prix d'un investissement de temps préalable conséquent pour concevoir le dispositif.

Il nous faut aussi rappeler que des imprévus peuvent compromettre ces gains de temps en classe. Nous avons tous deux vécu une situation dans laquelle de plus en plus d'élèves restaient bloqués sur une compétence en particulier (*pp. 34 et 43*). Comme nous n'avions pas anticipé ces situations, nous nous sommes très vite retrouvés débordés, car nous continuions à essayer d'aider les élèves en difficulté individuellement malgré leur nombre croissant. En y réfléchissant ensuite, nous avons réalisé qu'éviter ce problème n'aurait pas été compliqué : demander aux élèves de se concentrer sur d'autres compétences, prendre quelques élèves à part pour former un petit groupe d'experts, ou encore proposer aux élèves peinant sur cette compétence d'y réfléchir ensemble au tableau auraient été des actions possibles.

Si le gain de temps pour l'enseignant en est un aspect, nous ne pouvons pas parler d'autonomie des élèves sans parler des comportements observés chez les eux. Chez Maxence, l'autonomie pouvait encore être améliorée sur certains points. Il avait mentionné que certains élèves oubliaient de s'indiquer comme experts après avoir réussi un brevet, ou que d'autres validaient des brevets dans lesquels la réponse était donnée sans aucun calcul visible (p.45). Ces éléments n'ont pas pu être repris vu la durée très courte consacrée aux arbres de connaissance, mais il serait indispensable de s'assurer de leur respect lors d'une utilisation plus poussée. Comme mentionné lors des observations, le temps gagné par l'enseignant doit non seulement être réinvesti pour aider les élèves en difficulté, mais aussi pour s'assurer que les élèves arrivent à utiliser le dispositif de façon autonome, et les reprendre si ce n'était pas le cas. Rappelons aussi que l'enseignant doit veiller, pour que les arbres fonctionnent, à instaurer un climat de classe respectueux : tout le monde doit pouvoir travailler et échanger avec tout le monde, et les réflexions comme "je ne veux pas que LUI me corrige" ne doivent pas être tolérées.

Mais d'autres observations, plus positives, ont été faites. Dans les deux classes, plusieurs élèves ont dit avoir apprécié pouvoir choisir l'ordre des compétences à faire, ainsi que jouer ce rôle d'habitude exclusif à l'enseignant. Malgré les oublis mentionnés au paragraphe précédent, les experts nous ont semblé prendre leur rôle très à cœur, répondant volontiers aux demandes d'aide et de correction, et aidant leurs pairs à comprendre et corriger leurs erreurs. Cet investissement des experts a été observé dans des proportions exceptionnelles lorsqu'un élève de classe d'accueil a rejoint la classe de Maxence sans qu'il ait été prévenu. L'un de ses voisins experts l'a spontanément guidé dans les premières compétences, en lui expliquant les notions qu'il avait découvertes précédemment dans la séquence. Cette assistance et ce suivi étaient bien plus importants que ce que Maxence aurait été en mesure de lui fournir lors d'un enseignement traditionnel (p.47). Mais nous avons également mentionné le cas d'un autre élève, que nous avons surnommé Jonathan (pp.43 et 47). Ce dernier gère très mal la frustration et l'échec, ce qui déclenche souvent des crises de colère lorsqu'il ne réussit pas une tâche et ne peut pas obtenir d'assistance. Cependant, il est capable de progresser très rapidement avec l'assistance appropriée. Travailler en arbres de connaissance lui a donc énormément profité : non seulement il pouvait compter sur ses camarades pour l'assister lorsqu'il se retrouvait bloqué, mais en plus, ces assistances lui permettaient de progresser à toute allure. Et ses progrès rapides étaient valorisés quand il expertisait d'autres camarades moins avancés que lui. Finalement, c'est lui

qui avait le plus progressé à la fin de cette courte séquence en arbres, car il était le seul à avoir terminé toutes les compétences obligatoires et à être passé aux compétences facultatives. Ce progrès est d'ailleurs manifeste si l'on s'intéresse à sa TE individuelle.

6.3.2 Tailles d'effets individuelles

Nos tableaux de résultats, exposés au début de l'analyse (*Fig. 20 et Fig. 21, p.50*), listent les TE individuelles des élèves dans chaque séquence, mais ces listes de valeurs sont assez abstraites. En plus, les TE individuelles partagent le problème que nous avons mentionné plus tôt pour les TE de la classe : elles quantifient un progrès, et permettent de comparer qui a plus ou moins progressé, mais sans indiquer si ce progrès est suffisant ou non.

La solution à ces deux problèmes est de compiler ces données dans un graphique, dans lequel l'axe X quantifie le niveau des élèves (note obtenue en fin de séquence) et l'axe Y quantifie leur progression (TE individuelle). Nous ne sommes pas les premiers à avoir cette idée, et avons au départ utilisé un tableur Excel conçu spécifiquement à cette fin par notre directeur de Mémoire, Mr. Fantoli (*Annexe 2, p.82*). Cependant, en l'utilisant, nous avons réalisé que ces graphiques pouvaient être divisés en cinq zones, qui permettent de visualiser encore mieux où se situent les élèves par rapport au groupe classe. C'est ce qui nous a poussés à créer notre propre tableur Excel, inspiré par celui de Mr. Fantoli, mais permettant de visualiser ces différentes zones. Voici à quoi ressemble un graphique produit par notre tableur (*Fig. 22*).

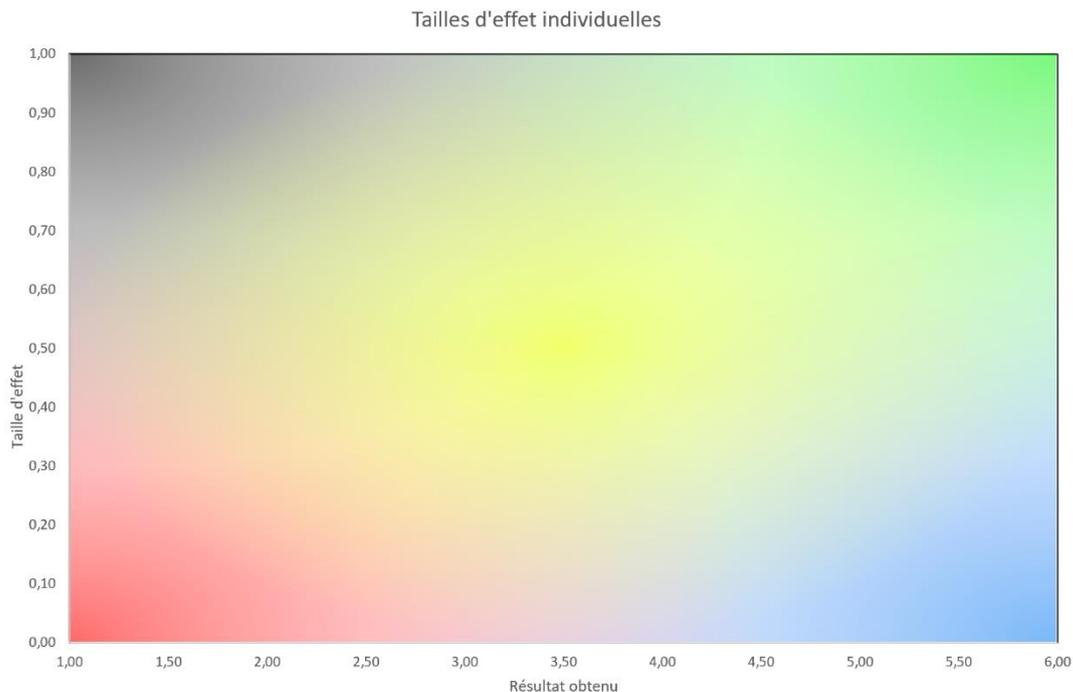


Fig. 22 : Tableau indiquant la taille d'effet en fonction du résultat final, avec des zones de couleur mises en évidence¹⁴.

Les cinq zones présentes dans ce graphique sont interprétées de la façon suivante¹⁵ :

- Zone rouge : faible progression et mauvais résultat final.
- Zone bleue : faible progression et bon résultat final.
- Zone verte : forte progression et bon résultat final.
- Zone jaune : progression intermédiaire et résultat final intermédiaire.
- Zone noire : forte progression et mauvais résultat final¹⁶.

Après cette introduction, voyons comment nos mesures s'inscrivent dans ces graphiques.

¹⁴ L'étendue des axes dépend bien sûr de chaque évaluation. Les couleurs couvrent donc des zones générales, et pas des valeurs précises (la zone bleue ne désigne pas invariablement des élèves obtenant la note de 6 avec un effet de 5). Il est même possible, dans le cas où l'évaluation contiendrait des exercices bonus, que des élèves obtiennent plus que 6 (raison pour laquelle l'étendue maximale de nos graphiques suivant est 7).

¹⁵ La note précédente implique que ce graphique ne doit pas être aveuglément cru. Si un élève est malade lors de l'évaluation finale et que sa TE valait -2, l'ajustement des axes pourraient placer même des élèves ayant une TE quasiment nulle au centre de la zone jaune.

¹⁶ Cette zone nous semble impossible à atteindre en conditions normales, car pour qu'un élève finisse avec très peu de points et une forte progression, il faudrait que son résultat au prétest soit négatif...

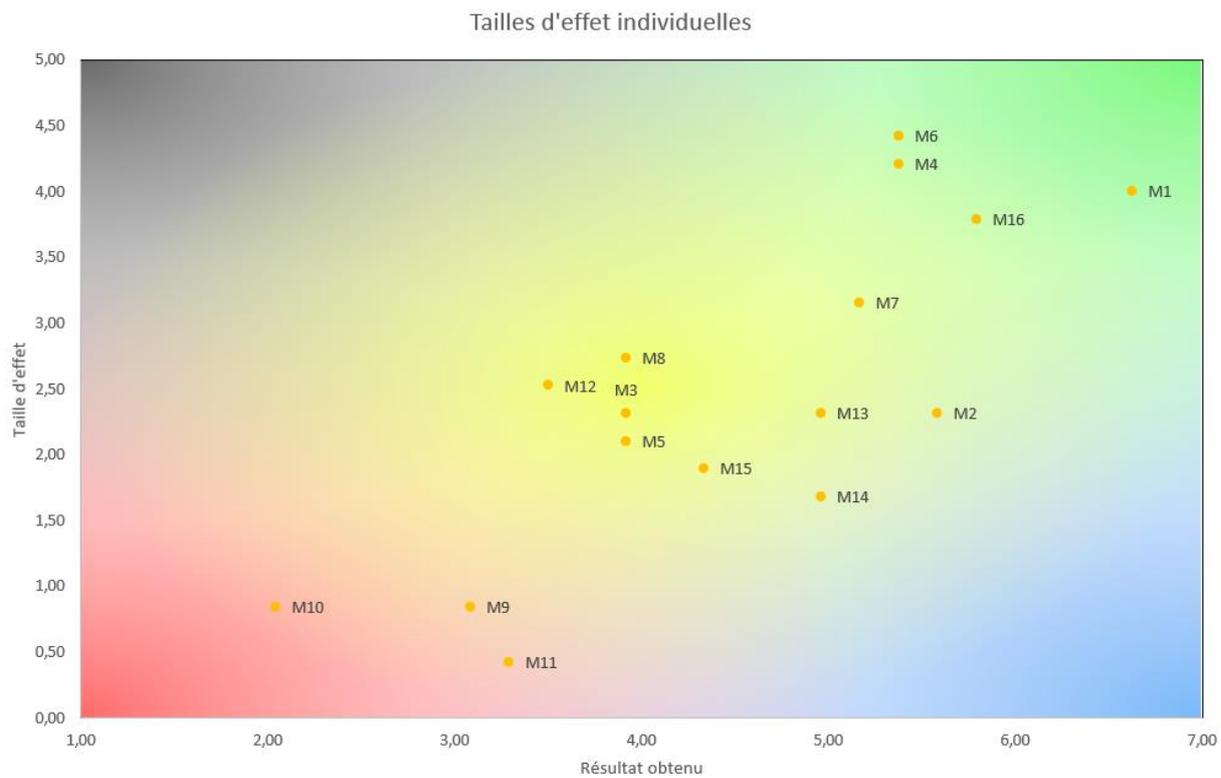


Fig. 23 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence dans laquelle Maxence a utilisé les arbres de connaissance.

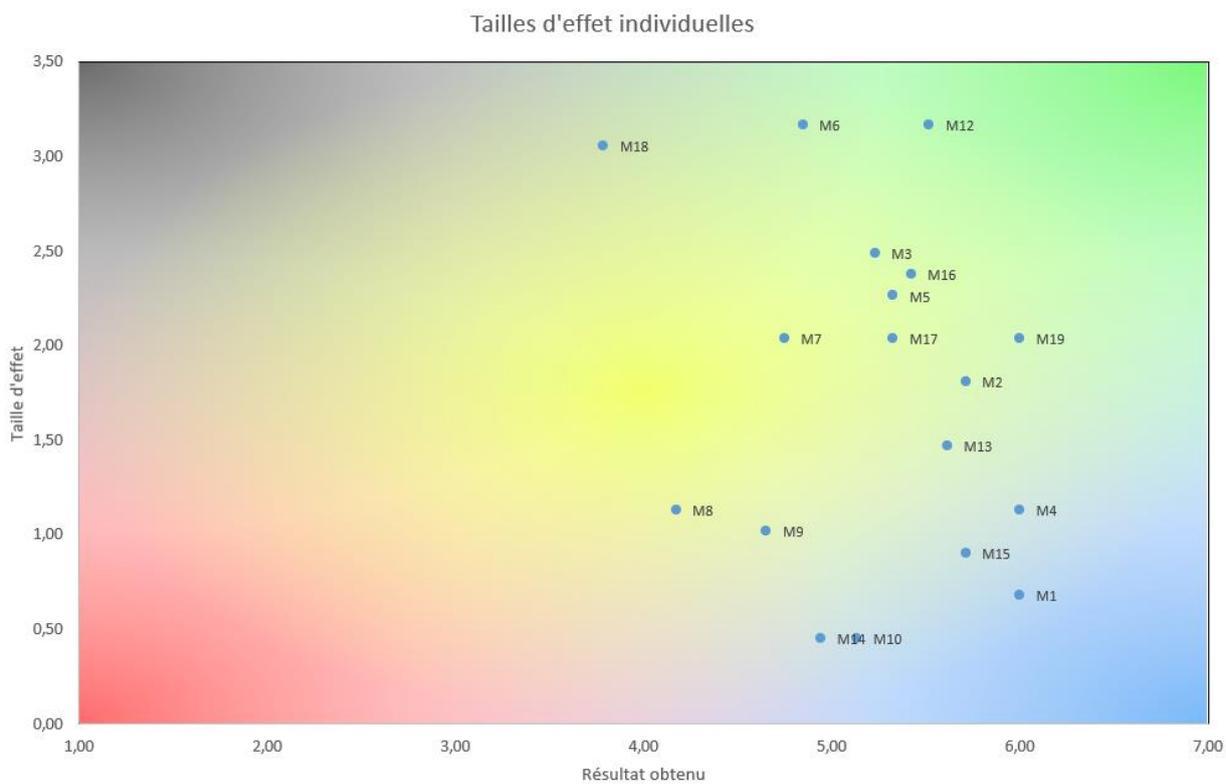


Fig. 24 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence témoin de Maxence

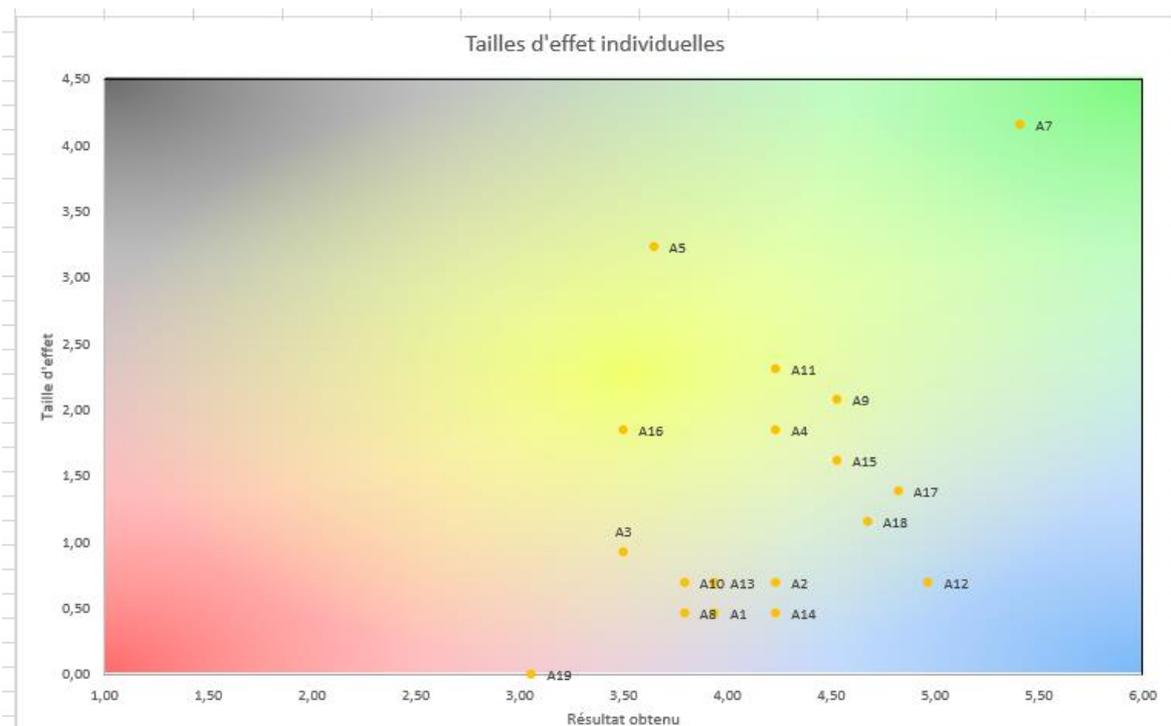


Fig. 25 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence dans laquelle Andreia a utilisé les arbres de connaissance.

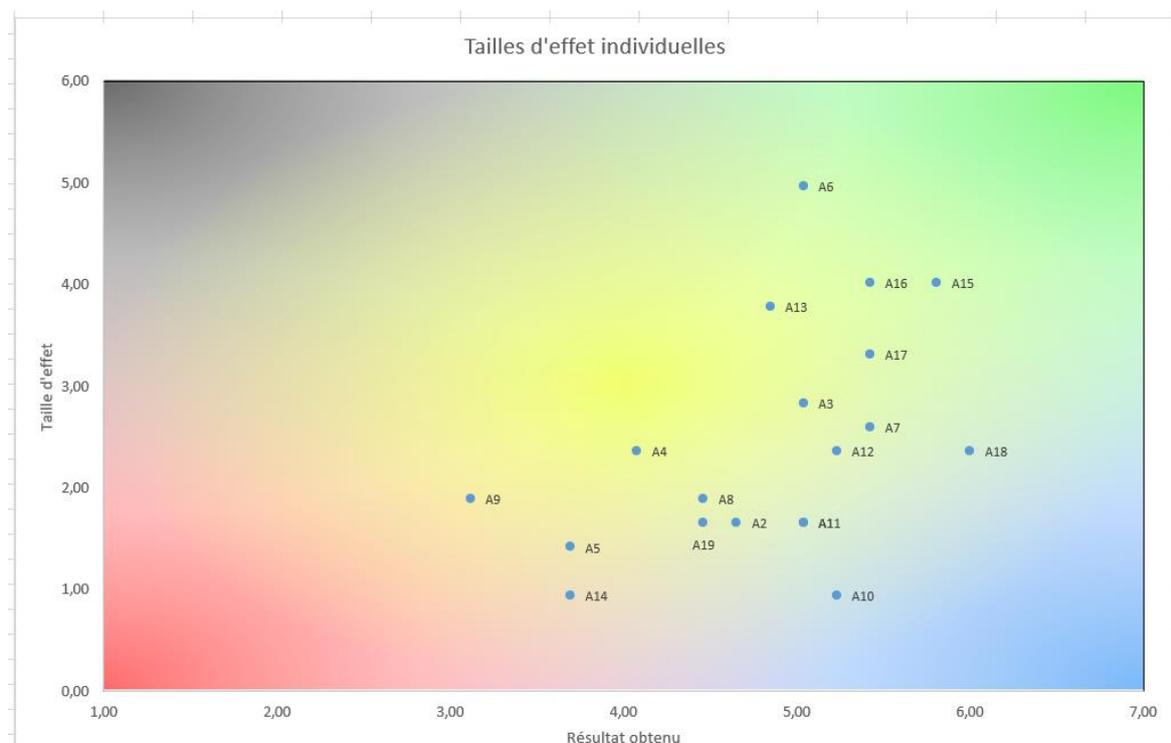


Fig. 26 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence témoin d'Andreia

On peut voir dans les graphiques de Maxence (*Fig. 23 et Fig. 24*) que Jonathan, l'élève M6, est parmi les élèves ayant fait le plus de progrès entre le début et la fin des deux séquences, se situant systématiquement en zone verte. Cette progression est impressionnante, mais il faut relever que Maxence a dû s'investir bien plus en français qu'en mathématiques pour arriver à ce résultat, lui consacrant parfois 10 à 15 minutes en une période. Il était donc probablement plus autonome grâce aux arbres de connaissance, même si l'on ne peut pas exclure qu'une affinité pour les mathématiques ait joué un rôle. Cette autonomie gagnée a permis à Maxence d'apporter son aide à d'autres élèves, plus en difficulté.

Ces graphiques nous permettent d'ailleurs de visualiser quels élèves ont grandement profité des arbres de connaissance, mais surtout quels élèves en ont le moins tiré profit : il s'agit des élèves se trouvant en bas des graphiques, dans les zones rouge et bleue. Chez Maxence (*Fig. 23*), les élèves M9, M10 et M11 sautent immédiatement aux yeux avec leur présence en zone rouge. Chez Andreia (*Fig. 25*), c'est le cas des élèves A3 et A19. On peut y ajouter l'élève A6, qui ne figure même pas sur le graphique à cause de sa TE négative. Les élèves A1, A2, A8, A10, A12, A13 et A14 ont également une TE faible comparée à d'autres de leurs camarades, mais leurs meilleurs résultats finaux les rapprochent de la zone bleue. Ce sont ces élèves-ci auxquels nous voulons accorder le plus d'attention. Le but d'un enseignant est de faire progresser toute sa classe : il est donc capital de comprendre pourquoi les arbres ont eu un impact très limité sur ces élèves, puis d'imaginer des remédiations afin qu'eux aussi puissent bénéficier du dispositif.

□ 6.3.2.1 Élèves en zone rouge chez Maxence

Intéressons-nous d'abord aux élèves M9, M10 et M11. En les connaissant, on comprend vite pourquoi ces derniers ont peu bénéficié des arbres : les élèves M9 et M10 sont très timides et refermés sur eux-mêmes, et ont beaucoup de mal à demander même à l'enseignant de les aider en temps normal, préférant rester bloqués pendant plusieurs dizaines de minutes sur un problème. De plus, ils ne montrent pas leur frustration, ce qui les rend très discrets. L'élève M11, quant à lui, a un trouble du déficit de l'attention. Il a notamment de la difficulté à structurer son travail et à rester concentré dessus, surtout lorsque ce dernier est répétitif, et se laisse facilement déconcentrer par des pensées ou stimuli externes. L'arbre de connaissances

mis en œuvre en classe était malheureusement un condensé de tous ses points faibles, vu que ce dernier devait lui-même structurer son parcours de travail parmi quantité de brevets et exercices, et était constamment déconcentré par l'agitation (normale) de la classe. L'aspect répétitif des tâches proposées n'arrangeait rien : tous les exercices et brevets étaient des fiches dans lesquelles il fallait faire des calculs pour trouver une réponse...

Comment venir en aide à ces élèves pour leur permettre de profiter pleinement des arbres ? La première idée concerne les élèves timides. Pour que ces derniers puissent recevoir l'aide dont ils ont besoin mais qu'ils ne demandent pas, il faudrait que cette aide puisse venir spontanément à eux. En enseignement traditionnel, cette tâche reviendrait à l'enseignant, qui pourrait aller régulièrement vérifier que tout se passe bien chez ces élèves spécifiques. Mais une autre option s'offre à nous : lors de l'élaboration de nos arbres de connaissance, nous avons considéré l'idée de mettre en place un système monétaire, récompensant la progression des élèves en leur permettant d'acheter diverses récompenses (p. 23-24). Or, l'un des buts de ce système monétaire était de stimuler l'entraide, en accordant une prime à tous les élèves lorsque la classe entière valide une compétence. Cela créerait une motivation supplémentaire chez les experts, les poussant à aider leurs camarades les moins avancés. Ces aides spontanées pourraient bénéficier aux élèves renonçant à chercher une assistance par timidité.

Par contre, si des propositions d'aide spontanées ponctuelles pourraient être bénéfiques pour l'élève M11, elles pourraient devenir néfastes en se multipliant trop, finissant par déconcentrer et agacer plus que l'aider. D'autres pistes qui lui seraient bénéfiques sont :

- Varier les activités et modalités de travail au sein de l'arbre, pour rompre une monotonie de "fiches" qui finira par démotiver, tôt ou tard, chaque élève.
- Mettre à disposition des élèves des aides à la concentration. Par exemple, des Pamir permettant de s'isoler du bruit, ou encore des timers pour structurer le temps passé sur une tâche.

□ 6.3.2.2 Élèves en zone rouge chez Andreia

Que dire maintenant des élèves A3, A6 et A19 ? Les raisons de leurs faibles progressions ne sont pas tout à fait identiques à celles des élèves M9, M10 et M11.

Commençons par analyser l'étonnante progression de l'élève A6, le seul ayant régressé entre le prétest et le posttest : il passe de 3,06 à 2,76, ce qui est indiqué par une TE de -0,44 (*Fig. 20 et Fig. 21, p.50*). C'est d'autant plus étrange que, si sa TE est si basse qu'elle ne figure pas dans le graphique de la séquence en arbres, il se retrouve en zone verte lors de la séquence de géographie, avec la TE la plus élevée de sa classe (*Fig. 26 p.61*). Sa progression en géographie est relativement facile à expliquer : lors du prétest, il était à côté de ce que l'on attendait comme réponses malgré les explications données par Andreia, et a obtenu la pire note : 1. Ceci s'explique par le fait que les questions étaient beaucoup trop abstraites pour lui puisque le sujet n'avait pas encore été travaillé. D'autres n'ont également obtenu que très peu de points au prétest dû à cette difficulté à visualiser le sujet. Comme son résultat au posttest est très bon (5,04, *Fig. 21, p.50*), sa taille d'effet est supérieure à d'autres ayant obtenu une note un peu meilleure que la sienne, mais partant d'une note initiale plus élevée. À l'inverse, en français, on peut observer une taille d'effet négative. Nous pensons que trois raisons permettent d'expliquer ce manque de progression. La première étant que l'élève a été absent trois périodes. Cela n'est pas négligeable si l'on considère que, étant encore stagiaires lorsque l'on a pu mettre ces arbres en place, nous n'avons pas maintes périodes à disposition. La deuxième raison concerne l'implication de l'enfant. Si l'implication était présente dans l'arbre de connaissances, elle ne l'était plus dans la production écrite en posttest. Cela nous amène à la troisième raison qui concerne la grille de critères mise à disposition lors du posttest. En effet, contrairement au prétest, les élèves ont eu le droit à une grille de critères lors du posttest. On ne peut alors qu'espérer un meilleur résultat puisque nos attentes sont clairement formulées. Or, cet élève n'a pas pris la peine de relire et utiliser cette grille ce qui peut, en partie, expliquer une amélioration moindre que chez les élèves l'ayant utilisée. On peut également signaler la non-utilisation du dictionnaire et du Bescherelle pourtant bien à disposition (ce qui rejoint le point précédent concernant l'implication).

On peut ensuite mettre en avant la taille d'effet de l'élève A19 qui est de 0 (*Fig. Fig. 21, p.50*). Nous pensons que cette stagnation est due, au moins en partie, aux raisons suivantes. Premièrement, l'enfant en question ne travaillait pas si l'on n'était pas constamment derrière lui. Il n'a donc pas pleinement profité de ce que ce système avait à offrir. Deuxièmement, comme pour l'élève 6, la grille mise à disposition ainsi que les outils de correction n'ont pas

été utilisés lors du posttest, malgré les quatre rappels et incitations de la part d'Andreia. Pour terminer, l'élève était tellement concentré sur le fait de placer ses éléments à lui dans son texte (blagues, personnages d'*anime*) qu'il en a oublié certaines exigences du genre textuel, que la grille à sa disposition aurait cependant pu les lui rappeler.

Pour terminer, il nous semble important d'évoquer le cas de l'élève A3. Cet élève fait partie de ceux ayant fait le moins de progrès. Si cela n'est pas une certitude, Andreia (après discussion avec sa PraFo) peut cependant avancer l'hypothèse suivante. L'enfant part, dans quelques mois, vivre à l'étranger. Par conséquent, il n'est pas toujours très attentif, car son départ futur occupe souvent ses pensées. Une diminution de l'attention et de la productivité a également été observée dans les autres matières. On ne le remarque pas dans la taille d'effet de géographie, car le posttest a été effectué avant que l'enfant n'apprenne la nouvelle. Si ce n'est pas l'unique cause et explication de cette taille d'effet, nous pensons tout du moins que cela a eu un impact non négligeable.

Comment aider ces élèves-ci, dont les faibles TE sont dues à un manque d'implication pour diverses raisons ? Nous pensons que les démarches proposées pour les élèves de Maxence (p.63) pourraient également leur bénéficier : avoir d'autres camarades leur proposant régulièrement de l'aide pourrait les aider à prendre conscience que leur progression a de l'importance, même aux yeux des autres. Cela pourrait être une source de motivation. Bien sûr, ces propositions d'aides doivent être régulées pour ne pas devenir du harcèlement. La simple présence d'une monnaie récompensant la progression pourrait aussi jouer un rôle motivateur.

Cela dit, la chose la plus importante à faire pour aider ces élèves, c'est les repérer. Cela pourra être fait en classe en observant d'éventuels « retards » dans l'arbre, mais nous trouvons que le fait de représenter les TE individuelles sous forme graphique permet d'identifier extrêmement rapidement quels élèves ont besoin d'aide. Nous recommandons donc cette méthode.

❑ 6.3.2.3 Élèves en zone bleue

Les élèves en zones rouge ont le plus besoin de notre attention, car leur faible progression les empêche d'atteindre un niveau de maîtrise suffisant. C'est l'inverse pour les élèves en zone bleue : il leur est difficile de progresser, car leurs évaluations initiales montrent qu'ils maîtrisent déjà une bonne partie de ce qui est enseigné dans la séquence. Chez Andreia, ce problème est rencontré par les élèves A1, A2, A8, A10, A12, A13 et A14 (Fig. 25, p. 61). Leurs productions initiales montrent qu'ils avaient une bonne maîtrise de certains contenus abordés dans la séquence avant que cette dernière ne commence, par exemple du schéma narratif. Maxence ne rencontre pas ce problème dans sa séquence en arbres de connaissance, à cause des maigres connaissances initiales des élèves sur ce sujet. Par contre, dans sa séquence traditionnelle sur le récit d'aventure, il observe les mêmes faibles progressions dues à une bonne maîtrise initiale chez les élèves M1, M10, M14, et M15 (Fig. 24, p. 60). Nous avons donc beaucoup d'élèves, déjà très bons au début des séquences, à qui ces dernières n'ont pas beaucoup bénéficié car elles reviennent sur leurs acquis. Comment permettre à ces élèves de progresser davantage ?

La solution à cette situation tient en un mot : différencier. Nous avons tous deux proposé des activités supplémentaires aux élèves durant ces séquences, mais ces dernières étaient surtout des variantes plus complexes des exercices obligatoires. Si Andreia a proposé à ses élèves une compétence facultative (permettant de travailler les dialogues), cela n'a pas été le cas de Maxence. Pour ces élèves, il faudrait donc prévoir plus d'activités permettant aux élèves avancés de découvrir et entraîner de nouvelles notions, linguistiques (ex. figures de style adaptées au genre, utilisation de champs lexicaux, etc.) comme scénaristiques (ex. *foreshadowing*, *hareng rouge*, *plot twist*, autres genres textuels, etc.). Le fonctionnement en arbre de connaissances est idéal pour permettre ce genre de différenciation. Naturellement, pour que ces progrès soient reflétés dans la taille d'effet, il faut qu'ils soient pris en compte dans les évaluations, mais sans pour autant péjorer les élèves ayant un moins bon niveau de départ. Ces points avancés pourraient, par exemple, être quantifiés sous forme de points bonus.

6.4 Interprétation de nos résultats

Finalement, quels sont les points clés à retenir de nos dizaines de pages d'observations et d'analyses ? A-t-on une réponse à notre question de recherche ? Est-ce que la mise en place par l'enseignant d'un dispositif de validation mutuelle des connaissances permet d'améliorer les apprentissages effectués par les élèves ainsi que leur autonomie ?

Nous n'avons pas été en mesure de savoir si les élèves apprenaient mieux en utilisant les arbres de connaissances qu'avec un enseignement plus traditionnel. Mesurer notre taille d'effet lors de nos séquences nous a permis de voir dans lesquelles la classe a le moins et le plus progressé. Cependant, il nous semble évident que des différences intrinsèques entre ces thèmes ont bien plus causé ces variations de progrès que l'utilisation ou non des arbres de connaissance (p. 50-54). En revanche, nos tailles d'effet nous permettent de dire que dans les séquences où ils ont été mis en place, les arbres ont effectivement permis aux élèves de progresser.

Nos observations nous permettent davantage de nous prononcer au sujet de l'impact des arbres sur l'autonomie des élèves. Une fois le dispositif mis en place, nous avons observé que ce dernier permettait à l'enseignant un réel gain de temps (p. 55), le soulageant de certaines activités d'aide et de correction désormais confiées aux élèves. Malgré quelques accrochages, les élèves ont semblé motivés à s'acquitter de leurs nouvelles responsabilités, et se sont investis dans l'activité d'entraide-corrrection dans nos deux classes (p. 56). Nous sommes donc personnellement convaincus de l'effet positif de ce dispositif sur l'autonomie des élèves, ce qui nous encourage à le réutiliser.

Cependant, mettant ce dispositif en place pour la première fois, nous avons été confrontés à plusieurs difficultés que nous n'avions pas anticipées, et avons noté certaines précautions à prendre pour éviter qu'elles se reproduisent et tirer au maximum profit des arbres de connaissance. Parmi ces dernières, il est crucial que l'enseignant s'assure que les élèves respectent le fonctionnement du dispositif (p. 56). Plus le dispositif est simple, plus il sera facile pour les élèves de s'en approprier le fonctionnement. Ce dispositif ne peut également fonctionner que dans un climat de classe bienveillant, dans lequel tout élève peut faire confiance à tout autre élève pour le corriger (p.45 et 46). Enfin, il est essentiel de repérer les élèves ne

profitant que peu voire pas du dispositif, d'identifier les raisons de cette moindre progression, et trouver des remédiations propres à ces élèves. Nous avons l'impression que deux méthodes sont prometteuses pour remédier à des problèmes qui nous semblent courants. Premièrement, différencier en prévoyant un bon nombre de ressources avancées, dépassant les objectifs de la séquence, pour offrir à tous les élèves la possibilité de progresser, même à ceux ayant déjà une grande connaissance préalable du thème travaillé (p.66). Deuxièmement, mettre en place un système permettant d'encourager l'entraide et les propositions d'aides spontanées aux élèves les plus en retrait (p.63).

Nous pouvons également mettre en évidence l'apport de représenter graphiquement la taille d'effet individuelle de chaque élève en fonction de son résultat, ce qui nous a permis d'identifier les apprenants à qui notre enseignement a le moins profité. Cette méthode étant très simple à mettre en œuvre grâce aux outils présentés en annexe 2 (p.82), nous envisageons également de nous en servir à l'avenir, aux côtés de nouveaux arbres de connaissance.

7. Conclusion

7.1 : Rappel de la démarche

Notre motivation initiale était de trouver des méthodes permettant de rendre les élèves plus autonomes en classe. Lors de nos recherches (p.10), nous avons découvert le dispositif des arbres de connaissances (Authier et Lévy, 1999), dont le postulat était de permettre à chacun d’enseigner autrui. En voyant comment certains l’avaient mis en œuvre dans des classes (Fantoli, 1997 et Ruffieux, 2020), nous avons été conquis à l’idée de permettre à chaque élève de devenir expert dans divers domaines, puis lui donner la responsabilité d’enseigner à ses camarades les notions qu’il venait d’acquérir. Nous avons alors choisi de centrer le présent mémoire autour de la question de recherche suivante : « est-ce que la mise en place par l’enseignant d’un dispositif de validation mutuelle des connaissances permet d’améliorer les apprentissages effectués par les élèves ainsi que leur autonomie ? »

Nous avons donc considéré plusieurs façons possibles de mettre en place ces arbres dans nos classes (p13-29), puis les avons construits et mis en place en classe, observant comment les élèves s’appropriaient à cette nouvelle façon d’apprendre (pp. 31-47). Nous avons aussi mesuré et comparé la progression des élèves lors de séquences effectuées avec les arbres de connaissances et en enseignement plus traditionnel. Ces mesures, couplées aux observations des élèves effectuées en classe, nous ont permis d’arriver aux deux conclusions suivantes :

À cause de contraintes du terrain, nous avons mis en place nos séquences en arbres de connaissances et traditionnelles dans des branches et des thèmes très différents. Les progressions des élèves nous empêchent donc de nous prononcer au sujet de l’existence d’une amélioration des résultats des élèves provoquée par les arbres.

Nous sommes cependant convaincus de l’impact positif des arbres sur l’autonomie des élèves, et même si cela n’était pas dans notre question de recherche, sur leur motivation. Toutes les observations positives que nous avons effectuées nous semblent compenser amplement les écueils que nous avons vécus, pour la plupart dus à notre inexpérience et corrigibles facilement. Nous utiliserons tous deux les arbres de connaissances dans notre enseignement à l’avenir, et encourageons d’autres enseignants à s’essayer au dispositif.

7.2 : Connaissances apportées par ce travail

Notre travail présente de nouvelles façons d'utiliser divers outils que d'autres ont déjà exploités avant nous. D'autres ont déjà évalué l'effet de leur enseignement à l'aide de la taille d'effet avant nous, et nous avons modifié des outils préexistants pour permettre une autre façon de la visualiser et d'identifier les élèves ayant le plus besoin d'assistance. D'autres ont déjà utilisé des dispositifs d'enseignement par les pairs en classe, en s'inspirant ou non des arbres de connaissances, et nous avons exploré plusieurs façons de mettre en place ce genre de dispositif en classe avant de nous fixer sur l'une d'elles. Ce n'est qu'une pierre apportée à un immense édifice en perpétuelle construction, mais nous espérons que notre façon d'utiliser ces outils pédagogiques ainsi que les réflexions qui y ont mené pourront devenir une source d'inspiration.

Personnellement, ce travail nous a beaucoup enrichis. Nous avons découvert et expérimenté de nouvelles méthodes pédagogiques, ainsi que de nouvelles façons d'évaluer notre impact sur la classe. Et les difficultés que nous avons rencontrées en mettant ces dispositifs en place nous ont mieux préparés à la réalité du métier d'enseignant, notamment en nous préparant à gérer des imprévus.

Nous espérons que notre travail peut servir de porte d'entrée à d'autres pour concevoir des dispositifs inspirés des arbres de connaissances. Nous avons décrit le processus de conception de nos arbres de connaissance, les choix que nous avons faits et leurs effets potentiels, et les effets que nous avons observés chez les élèves. Nous espérons que ces réflexions pourront donner à d'autres enseignants des idées pour concevoir leur propre dispositif, basé sur les mêmes principes, mais à leur façon. Et surtout, nous espérons que les problèmes que nous avons rencontrés et les solutions que nous y avons imaginées pourront permettre à ces enseignants de les anticiper et de prendre des précautions pour les éviter.

7.3 : Perspectives pratiques

C'est le principal apport de notre mémoire : dans ce dernier, nous considérons une grande quantité de façons de mettre en œuvre les arbres de connaissances. Deux aspects nous semblent essentiels dans ces derniers : l'autonomie et l'assistance par les pairs. Pour le reste, tous les choix sont possibles. C'est ce que nous espérons faire ressortir dans cette section, où nous

exposons ce que nous pensons modifier lors de nos prochaines séquences en arbres, puis présentons d'autres recommandations.

Nous pensons conserver le statut d'expert, atteint par un élève maîtrisant une compétence, et lui donnant le pouvoir d'assister ses camarades (sans forcément le copier mot à mot : nous avons entendu certains enseignants parler de "minimaître" et "minimaîtresse" au lieu d'experts). Il est nécessaire, pour que le dispositif soit efficace, qu'un dispositif simple d'utilisation permette à chaque élève de demander l'aide d'un expert rapidement, et à chaque expert de proposer son aide aux élèves en retrait. En dehors de ces aspects, le dispositif peut prendre des formes extrêmement variées, et pas forcément aussi complexes que ceux que nous avons mis en place, et se mélanger avec d'autres modalités d'enseignement.

7.3.1 Corrections envisagées par Maxence ou Andreia

Lors de productions écrites, Andreia envisage la possibilité de laisser les compétences facilement corrigées par les élèves être traitées avec les arbres et revenir à la méthode "traditionnelle" pour les compétences un peu plus subjectives. En résumé, on laisserait l'enseignant s'occuper des moments de rédaction, alors que les élèves continueraient de travailler en commun les autres compétences qui ne nécessitent pas la rédaction d'un texte.

Elle aimerait aussi créer une copie de son arbre sur Sqily pour les élèves à besoins particuliers (différenciation). Elle envisage même de tout informatiser si les moyens le permettent ou, tout du moins, de mettre certains des exercices sur ordinateur afin de varier le support sur lequel travaillent les élèves.

Pour terminer, elle préfère initier ses élèves aux arbres de connaissances en les utilisant lors d'une séquence peu complexe. Il lui semble préférable de commencer par un sujet facile à corriger par les élèves (corrections par vrai ou faux) afin que ces derniers intègrent bien le fonctionnement des arbres. Une fois le système maîtrisé, il lui sera plus facile de lancer les élèves dans un sujet plus abstrait (par exemple une production écrite).

Maxence envisage, quant à lui, les changements suivants. Il aimerait tout d'abord simplifier son système en supprimant la notion de brevet. Pour rappel, un problème lié à la mise en place des brevets a eu lieu dans sa classe (p.42). Normalement, si un brevet était échoué, il devait être recommencé de zéro après avoir fait un exercice d'entraînement. Or, lors de la correction des brevets des premiers élèves, Maxence s'est rendu compte que certains enfants faisaient des erreurs d'inattention (et non de compréhension). Il a estimé que faire tout recommencer à ces derniers aurait été contre-productif. Maxence a alors commencé à pointer du doigt les fautes d'inattention et à laisser la possibilité aux élèves de se corriger. Les experts lui ont très vite emboité le pas, et la différence entre brevet et exercice s'est estompée, ce qui n'a pas semblé entraver l'efficacité du système. Mais pour s'assurer que la validation d'une compétence indique sa maîtrise, Maxence compte proposer plusieurs exercices similaires au sein de chaque compétence, et valider cette dernière dès que l'un des exercices est réussi sans aide.

Il aimerait aussi présenter les exercices autrement qu'en dossiers. Il a été mentionné à la page 44 qu'une grande partie du dossier est restée vierge. Cela parce que les élèves n'avaient, la plupart du temps, pas besoin de plus d'un exercice avant de réussir le brevet. Le dossier sera donc remplacé par une série de fiches disponibles individuellement, permettant d'économiser beaucoup de papier. Si possible, il aimerait même que les élèves puissent imprimer sur demande les exercices dont ils ont besoin. Cependant, la mise en place de cette méthode nécessite une bonne organisation.

Maxence veut également mettre plus l'accent sur la responsabilité des élèves. Tout d'abord, en abordant les évaluations faites par les élèves. Les enfants devront comprendre que mal corriger un camarade aura un réel impact dans l'apprentissage de ce dernier. Ensuite, en travaillant sur la relation entre les élèves. Maxence avait mentionné, aux pages 44 et 45, des élèves qui sont restés bloqués sur des exercices à cause de leur timidité ainsi qu'un élève qui a refusé de se faire corriger par un camarade en particulier. Il faudra, entre autres, que Maxence surveille mieux le fonctionnement du dispositif.

7.3.2 Autres suggestions de modifications possibles

Les éléments suivants sont des possibilités que nous avons considérées, mais pas retenues en préparant notre dispositif. Nous espérons qu'elles pourront servir de pistes pour enrichir de futures itérations.

Une modification nous semble obligatoire, bien que nos arbres aient fonctionné sans : il faut proposer d'autres activités que des fiches à remplir. C'est capital pour entretenir l'intérêt des élèves. Jeux à faire puis valider à plusieurs, activités demandant de collaborer, activités de découpage, de dessin, cartes à associer, résumé à remettre dans l'ordre... les possibilités sont infinies, tant que l'apprentissage peut être validé par un expert.

Rappelons aussi une idée de Ruffieux (2020) : permettre aux élèves experts de créer leurs propres brevets. Même si nous avons décidé de ne pas aller jusque-là dans notre mémoire, c'est toujours une possibilité que nous avons à disposition. De plus, si l'on rechigne à faire reposer la création d'une épreuve de validation sur un élève, la création d'un exercice peut toujours être une compétence à part entière, par exemple validée lorsqu'un ou plusieurs experts ayant déjà créé leur exercice arrivent à le résoudre.

Il est possible d'utiliser, ou non, les MITIC dans le cadre des arbres de connaissances. Nous pensons que leur utilisation, si facile au sein de l'établissement, peut permettre d'autres choses pour les élèves, par exemple d'autres types d'activité.

Nous avons remarqué que beaucoup d'enseignants fonctionnent occasionnellement en utilisant des plans de travail²². Ce genre de fonctionnement peut être adapté en arbres de connaissances très facilement, simplement en créant un tableau à double entrée comprenant les exercices et les noms des élèves, et en mettant celui-ci en évidence (bien sûr, il ne pourra pas se passer de l'expliquer aux élèves).

²² Liste d'activités, que chaque élève a à sa disposition, et qu'il doit effectuer. Ces activités peuvent être obligatoires ou facultatives.

Fonctionner en arbres de connaissances ne signifie d'ailleurs pas y rester cantonnés en permanence. On peut citer Andreia, demandant de vérifier quand même les brevets corrigés par des experts. L'idée de restreindre l'accès à certaines "branches" de l'arbre, ou compétences, est toujours possible : l'ouverture d'une branche peut suivre un moment de théorie frontale ou une phase de découverte en groupes, nécessaire.

En parlant d'activités de groupes, il nous semble aussi possible d'inclure dans l'arbre des activités collectives : par exemple, certaines compétences pourraient être validées par groupes d'élèves, voire être faites par toute la classe en même temps. Dans le cadre d'un autre thème, Maxence avait réalisé un escape game mathématique : divers groupes d'élèves devaient circuler dans la classe et résoudre divers problèmes, puis les réponses devaient être mises ensemble pour trouver un code. Ce genre d'activité pourrait être une "compétence classe", validée pour tous les élèves après la mise en œuvre de cette dernière.

L'idée de mettre en place un dispositif pour stimuler l'aide spontanée, par exemple en récompensant l'atteinte d'une compétence par toute la classe, nous semble très prometteuse. De plus, elle peut aussi aider à reprendre les experts qui ne se seraient pas indiqués dans le tableau, ces derniers finissant par recevoir des propositions d'aides pour des exercices déjà réalisés. Cependant, l'enseignant devra faire attention à ce que ces offres d'aides ne deviennent pas du harcèlement (plusieurs experts ne lâchant pas le dernier élève devant remplir la compétence pour lui apporter leur aide), voire du mépris (le dernier élève étant vu comme "ralentissant" la classe).

Naturellement, les variations possibles ne se limitent pas à ces idées. Mais rappelons que les arbres de connaissances, peu importe les variations qui y sont apportées, ne peuvent fonctionner que si certaines conditions sont respectées. L'enseignant doit s'assurer que le dispositif est respecté, par exemple que les experts inscrivent bien leurs noms à l'endroit prévu à cet effet, ou que des évaluations de complaisances n'ont pas mieux. Pour cela, les modalités de fonctionnement (ce que les élèves ont le droit ou non de faire) doivent être explicites. Il doit aussi instaurer dans sa classe un climat de bienveillance, d'entraide et de non-jugement, dans lequel chaque élève peut avoir confiance en chaque autre élève pour le corriger. Il doit s'assurer que le dispositif répond aux besoins de chaque élève, et proposer des adaptations quand ça ne

serait pas le cas (on revient sur l'exemple des Pamir, de timers et d'une table peut-être un peu plus en retrait pour des élèves atteints d'un TDA/H ou ayant des difficultés similaires). Et pour ce faire, il nous semble indispensable de mesurer les progrès de chaque élève à l'aide de la taille d'effet, pour voir quel enfant a besoin d'assistance pour profiter pleinement du dispositif. Ces tâches sont conséquentes, mais une fois le dispositif mis en place, les gains de temps qui en seront retirés seront, nous n'en doutons pas, indéniables.

Une mise en garde nous semble également pertinente : l'enseignant doit faire attention à ne pas se faire dépasser par la quantité, et surtout la taille, de son matériel. Il est évident que les exercices doivent être faciles d'accès et bien rangés, pour que les élèves puissent en disposer de façon autonome. Mais l'espace dans la classe a aussi son importance. L'arbre mis en place dans la classe de Maxence était très imposant : si on voulait utiliser un arbre de compétences de la même taille pour chaque séquence en cours, les murs de la classe risquent vite de ne plus suffire. La situation est encore pire si on imagine donner la même séquence en arbres dans plusieurs classes, dans lesquelles nos collègues auront probablement prévu d'utiliser leurs murs autrement. Nous encourageons donc les enseignants s'investissant sérieusement dans cette méthode à chercher des moyens de "compacter" leurs arbres le plus possible, voir à les rendre transportables facilement (par exemple avec un classeur regroupant les diverses compétences). Naturellement, cela ne doit pas se faire au détriment de leur lisibilité.

Une autre solution serait d'informatiser les tableaux permettant aux experts de se signaler. C'est ce qu'a fait l'une des étudiantes avec qui nous avons eu l'occasion d'échanger au sujet de ce mémoire : elle avait laissé un ordinateur à disposition devant la classe, sur lequel une feuille de calcul « numbers » était ouverte et regroupait les noms des élèves et les exercices à réaliser. Une image de réussite était placée sous le tableau, et les nouveaux experts pouvaient copier cette image et la coller sous leur prénom. Selon elle, c'était un franc succès en classe. Une solution permettant d'informatiser un arbre en embranchements tel que réalisé par Maxence nous a également traversé l'esprit : en installant le logiciel "OneNote" sur une tablette dotée d'un stylet, et en y insérant des images de tableaux à double entrée, similaires à ceux utilisés par Maxence, et disposés comme au mur de la classe, on pourrait permettre aux élèves d'y

inscrire leur nom à la main²³, tout en rendant cet arbre extrêmement facilement transportable et en le faisant prendre très peu de place.

Pour conclure, nous nous sommes à de nombreuses reprises demandé si l'entièreté du cursus scolaire pouvait être adaptée en arbres de connaissances. Et nous en sommes arrivés à la conclusion que, si tout pouvait probablement être effectué selon cette modalité avec des aménagements plus ou moins importants, certains facteurs étaient à prendre en compte.

- L'âge des bénéficiaires de ce dispositif influence la mise en place des arbres. Des élèves à différents niveaux scolaires n'ont pas les mêmes capacités, difficultés et besoins.
- Les arbres de connaissances ne seront pas tous faits avec la même aisance de conception selon le type de tâche demandée. Il est facile pour les enfants de dire si un élément est vrai ou faux, présent ou absent, mais il leur est, par exemple, plus compliqué d'analyser des productions écrites (ou d'autres productions créatives).
- Les productions écrites (ou créatives) ne nous semblent pas impossibles à travailler. Toutefois, on peut imaginer avoir fait un autre sujet avec les arbres auparavant. Ainsi, les élèves seraient déjà familiarisés avec cette méthode, ce qui faciliterait tout le processus.

Par conséquent, en ayant considéré tous ces éléments et recommandations, nous réitérons notre invitation à expérimenter cette méthode en classe, en l'adaptant chacun à nos besoins.

²³ Là encore, précaution obligatoire : se prémunir contre l'effacement des prénoms d'autres élèves, bien plus facile sur ce logiciel que sur une feuille contre le mur de la classe.

8. Bibliographie

- Authier, M., & Lévy, P. (1999). *Les arbres de connaissances*. La découverte.
- Barrera-Osorio, F., & Linden, L. L. (2009). *The use and misuse of computers in education : Evidence from a randomized experiment in Colombia*. The World Bank.
- Barrow, L., Markman, L., & Rouse, C. E. (2008). Technology's edge : The educational benefits of computer-aided instruction. *American Economic Journal: Economic Policy*, 1(1), 52-74.
- Bélangier, N., & Farmer, D. (2012). Autonomie de l'élève et construction de situations scolaires. Études de cas à l'école de langue française en Ontario (Canada). *Éducation et sociétés*, n° 29 (1), 173 — 191. <https://doi.org/10.3917/es.029.0173>
- CIIP. (2010, 2016) *PER (Plan d'Études Romand)*. <https://www.plandetudes.ch/per>
- Cox, M., Webb, M., Abbott, C., Blakeley, B., Beauchamp, T., & Rhodes, V. (2004). *A review of the research literature relating to ICT and attainment*.
- CSPS. (2018). *Dyslexie-dysorthographe à l'école régulière : Informations à l'intention des enseignants sur le trouble, les mesures de différenciation pédagogiques et la compensation des désavantages*. <https://www.ciip.ch/Activites/Pedagogie-specialisee/Fiches-pedagogiques>
- Dynarski, M., Agodini, R., Heaviside, S., Novak, T., Carey, N., Campuzano, L., Means, B., Murphy, R., Penuel, W., & Javitz, H. (2007). *Effectiveness of reading and mathematics software products : Findings from the first student cohort*.
- Dynarski, M., Campuzano, L., Agodini, R., & Rall, K. (2009). *Effectiveness of Reading and Mathematics Software Products : Findings From Two Student Cohorts*.

- Fantoli, C. (1997). *Les arbres de connaissances : une adaptation*.
<https://www.bdrp.ch/document-pedagogique/les-arbres-de-connaissances-une-adaptation-au-service-des-mitic>
- Harrison, C., Comber, C., Fisher, T., Haw, K., Lewin, C., Lunzer, E., McFarlane, A., Mavers, D., Scrimshaw, P., & Somekh, B. (2002). *ImpaCT2: The impact of information and communication technologies on pupil learning and attainment*. British Educational Communications and Technology Agency (BECTA).
- Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. routledge.
- Hattie, J. (2017). *L'apprentissage visible pour les enseignants : Connaître son impact pour maximiser le rendement des élèves*. (Presse universitaire du Québec)
- Lahire, B. (2001). La construction de l'« autonomie » à l'école primaire : Entre savoirs et pouvoirs. *Revue française de pédagogie*, 135 (1), 151 — 161.
- Lédé, S., & Pélissier, C. (2018). *Des indicateurs pour le développement de la compétence d'autonomie : Retour d'expérience sur un scénario pédagogique en IUT*.
- Linden, L. L., MacLeod, M., & He, F. (2008). *How to teach English in India : Testing the relative productivity of instruction methods within the Pratham English language education program*.
- Nestojko, J. F., Bui, D. C., Kornell, N., & Bjork, E. L. (2014). Expecting to teach enhances learning and organization of knowledge in free recall of text passages. *Memory & Cognition*, 42 (7), 1038- 1048. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0416-z>
- Pernet, L., & Käser, A. (2013). *Entre le dire et le faire, il y a la mer* [Mémoire Professionnel, HEPL]. <https://www.patrinum.ch/record/16939?ln=fr>

- Perrin, M.-J., & Douady, R. (1988). *Conceptions des élèves à propos d'aires de surfaces planes*. 161-172.
- Rouse, C. E., & Krueger, A. B. (2004). Putting computerized instruction to the test : A randomized evaluation of a “scientifically based” reading program. *Economics of Education Review*, 23(4), 323-338.
- Ruffieux, P. (2020). *Perspective psychosociale et systémique de la complexité du changement de posture enseignante : Acceptation d'un dispositif technopédagogique de validation mutuelle des compétences en classe* [University of Geneva].
<https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:143487>
- Serdyukova, N., & Serdyukov, P. (2013). *Student Autonomy in Online Learning*. 229-233.
<https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0004353102290233>
- Thomas, M., Barab, S., & Tuzun, H. (2009). Developing critical implementations of technology-rich innovations : A cross-case study of the implementation of Quest Atlantis. *Journal of Educational Computing Research*, 41(2), 125-153.
<https://doi.org/10.2190/EC.41.2.a>

9. Annexes BDRP

Les annexes BDRP sont disponibles sur le site de la BDRP. Les liens d'accès sont indiqués. Dans le cas où plusieurs fichiers sont sur la même page, les noms sont indiqués en dessous.

Annexe 1 en privé : Ressource numéro 6584

<https://bdrp.ch/document-pedagogique/arbres-de-connaissances-aires-et-perimetres#>

Annexe 1A : Arbre_connaissances_aires_périmètres_Grilles

Annexe 1B : Arbre_connaissances_aires_périmètres_dossier_Rouge

Annexe 1C : Arbre_connaissances_aires_périmètres_dossier_Jaune

Annexe 1D : Arbre_connaissances_aires_périmètres_dossier_Vert

Annexe 1E : Arbre_connaissances_aires_périmètres_aide

Annexe 1F : Arbre_connaissances_aires_périmètres_3R

Annexe 1G : Arbre_connaissances_aires_périmètres_Eval_Diag

Annexe 2 en privé : Ressource numéro 6585

[Séquence des contes du pourquoi et du comment - arbres de connaissance | BDRP](#)

Annexe 3 en libre accès : Ressource numéro 6586

<https://bdrp.ch/document-pedagogique/grille-devaluation-recit-daventure>

Annexe 4 en libre accès : Ressource numéro 6587

[Géographie-test diagnostique-loisirs | BDRP](#)

10. Annexes

Annexe 1 : Formules de calcul de la taille d'effet

Pour résumer l'explication qu'en fait Hattie (2017, pp. 329-331), voici les différents calculs.

- La taille d'effet du groupe classe s'obtient comme suit :

$$\circ d = \frac{\text{moyenne posttest} - \text{moyenne prétest}}{\text{écart type moyen}}$$

- L'écart type, quant à lui, se calcule de la façon suivante :

- Écart type d'un test = somme des écarts à la moyenne, mis individuellement au carré. Cette somme est ensuite divisée par le nombre de mesures initiales (ici, d'élèves, noté "n"). On fait la racine du résultat de cette division pour obtenir l'écart type.

$$\text{Écart type} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{note élève} - \text{moyenne classe})^2}$$

- Enfin, l'écart type moyen est calculé à l'aide de cette formule :

$$\circ \text{Écart type moyen} = \frac{\text{écart type prétest} + \text{écart type post test}}{2}$$

Pour calculer la taille d'effet d'un élève, il nous faut soustraire le résultat du prétest d'un élève à son résultat du post test. Une fois cela fait, on divise le résultat obtenu par l'écart type mentionné plus haut. La formule est donc comme suit :

$$D \text{ d'un élève} = \frac{\text{Résultat de l'élève au post test} - \text{résultat de l'élève au prétest}}{\text{écart type moyen}}$$

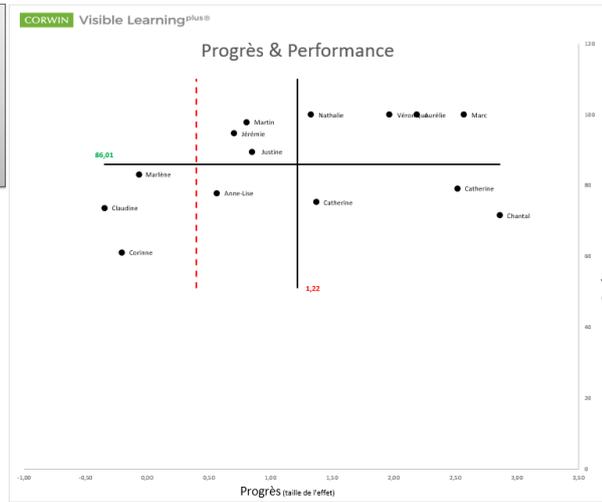
Cependant, ces formules mathématiques au premier abord velues ne devraient pas décourager le lecteur. Toutes ces variables sont extrêmement faciles à calculer à l'aide d'un logiciel comme Excel, ce qui est expliqué dans l'annexe suivante.

Annexe 2 : Tableaux Excel permettant de représenter sa taille d'effet

Nous avons à l'origine utilisé un tableur permettant de calculer automatiquement sa TE à partir des résultats initiaux et finaux des élèves, puis de les représenter graphiquement. Ce tableur, créé par Mr. Christian Fantoli et disponible à l'adresse <https://bdrp.ch/document-pedagogique/calculateur-de-taille-deffet-graphique-couleur-et-multiples-evaluations>, permet

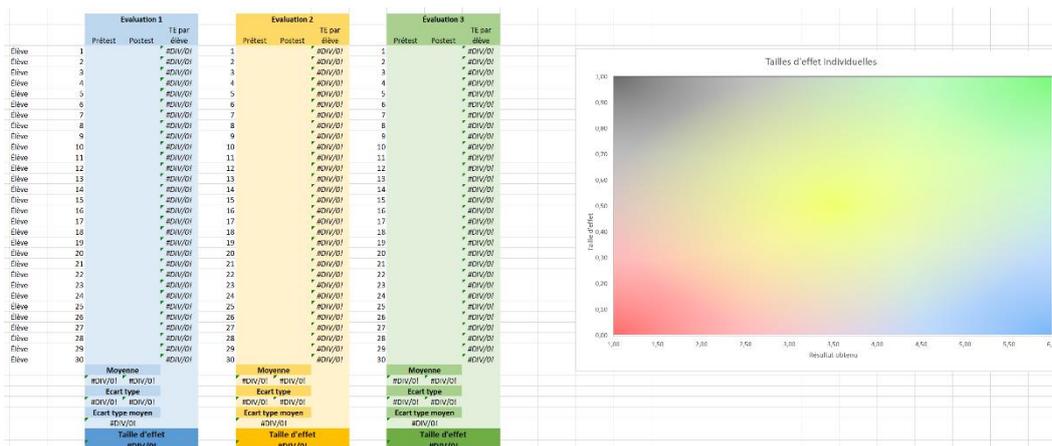
Étudiant	Temps 1	Temps 2	Taille d'effet
Anne-Lise	29,5	77,5	0,26
Aurélien	87,4	100	2,19
Catherine	24,9	75,3	1,07
Catherine	41,7	79,2	2,52
Chantal	29	71,6	2,86
Claudine	79,9	73,2	-0,22
Corinne	64,2	61,1	-0,21
Jérémy	86,2	84,7	0,70
Judith	79,8	89,5	0,65
Marc	61,7	100	2,57
Martine	81,2	83,2	0,07
Martin	85,8	97,5	0,50
Nathalie	80,2	100	1,33
Yannick	72,7	100	1,57
Étudiant 14			
Étudiant 15			
Étudiant 16			
Étudiant 17			
Étudiant 18			
Étudiant 19			
Étudiant 20			
Étudiant 21			
Étudiant 22			
Étudiant 23			
Étudiant 24			
Étudiant 25			
Étudiant 26			
Étudiant 27			
Étudiant 28			
Étudiant 29			
Moyenne	67,81	85,01	1,23
Écart type	16,73	13,99	
Écart moyen		15,81	

Instructions
Copiez et collez les données de votre élève dans les colonnes B3 à D32. Les tailles d'effet ne seront calculées que s'il existe des données dans trois colonnes (B, C & D).
La ligne horizontale dans le graphique représente le rendement moyen de la cohorte. La ligne verticale représente la taille de l'effet de cohorte.
Pour supprimer des données, sélectionnez les cellules de la colonne B à D, cliquez avec le bouton droit de la souris.



notamment d'afficher sur le graphique, en plus des résultats des élèves, le 0,4 « charnière », la moyenne de classe et la taille d'effet de la classe.

Mais, par volonté de rendre la dispersion des progressions des élèves plus facilement interprétables et de permettre la comparaison de plusieurs évaluations sur un seul graphique, nous nous sommes inspirés du tableur précédent en construisant notre propre modèle. Il faut y entrer les résultats de la même façon que dans le précédent, mais trois tableaux permettent de comparer trois évaluations sur un même graphique. De plus, ce graphique permet de visualiser la dispersion des élèves dans les cinq zones que nous décrivons à la page 59. Ce dernier est accessible à l'adresse <https://bdrp.ch/document-pedagogique/calculateur-de-taille-deffet-graphique-couleur-et-multiples-evaluations>



11. Table des illustrations

Fig. 1 : Arbre tel que représenté par Fantoli (1997).....	16
Fig. 2 : Exemple de parcours dans Learnflow : les suites d'activités ne peuvent, au moment de la rédaction, que prendre cette forme linéaire. L'activité 5 est une activité facultative.....	19
Fig. 3 : Représentation de "l'arbre de la connaissance de la conduite".	20
Fig. 4 : Illustration de l'arbre de connaissance "conduite" reproduit dans Sqily.....	21
Fig. 5 : « Sol » tel que réalisé par Fantoli.....	24
Fig. 6 : Matériel prévu pour concrétiser, au besoin, un système monétaire à base de Sols	26
Fig. 7 : Compétences organisées librement.....	27
Fig. 8 : Compétences organisées en embranchement.....	27
Fig. 9 : Exemple d'une compétence, dans laquelle sont inscrits des experts fictifs.....	28
Fig. 10 : 3 compétences groupées à un endroit de la classe	32
Fig. 11 : Quatrième compétence, subdivisée, et placée à un autre endroit.	32
Fig. 12 : Une compétence type, représentée par un tableau à double entrée présentant prénoms et exercices à réaliser.....	36
Fig. 13 : Compétence avec un brevet validé par tous les élèves. Prénoms floutés.	37
Fig. 14 : L'arbre de connaissance au mur de la classe, avec les zones de couleurs mises en évidence.....	37
Fig. 15 : Deux des trois dossiers à disposition des élèves.....	38
Fig. 16 : le drapeau suisse de la consigne du brevet 3.	41
Fig. 17 : le brevet 3R sous le brevet 3.....	44
Fig. 18 : tableaux regroupant les résultats de Maxence (M.) et Andreia (A.) dans les séquences en arbres de connaissance.....	50
Fig. 19 : tableaux regroupant les résultats de Maxence (M.) et Andreia (A.) dans les séquences témoin.....	50
Fig. 20 : tableaux regroupant les résultats de Maxence (M.) et Andreia (A.) dans les séquences en arbres de connaissance.....	50
Fig. 21 : tableaux regroupant les résultats de Maxence (M.) et Andreia (A.) dans les séquences témoin.....	50
Fig. 22 : Tableau indiquant la taille d'effet en fonction du résultat final, avec des zones de couleur mises en évidence.....	59

Fig. 23 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence dans laquelle Maxence a utilisé les arbres de connaissance.	60
Fig. 24 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence témoin de Maxence .	60
Fig. 25 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence dans laquelle Andreia a utilisé les arbres de connaissance.	61
Fig. 26 : Graphique de la progression et des résultats pour la séquence témoin d'Andreia.....	61

Résumé

Notre but original était de trouver plusieurs façons de développer l'autonomie des élèves. Cependant, après discussion avec notre directeur de mémoire, nous avons changé de question de recherche. On est finalement partis sur les validations mutuelles des connaissances des élèves. Ainsi, nous avons dévié de notre question de base tout en abordant le même thème,

Dans ce mémoire, nous explicitons ce qu'est ce système des arbres de connaissances et comment nous l'avons mis en place dans nos classes de stage. En effet, nous n'avons pas exactement tout fait pareil. Nous expliquons ensuite comment on a vécu cette expérience et ce que l'on a pu observer. Une séquence enseignée de manière « traditionnelle » a également été faite et présentée afin que l'on puisse comparer les deux dispositifs. Tout ceci est accompagné de photos prises classe afin de mieux illustrer nos propos.

Une fois cela fait, nous abordons comment calculer la progression des apprentissages des élèves dans ce système ainsi que dans le système « traditionnel » dans le but de comprendre lequel des deux systèmes est le plus performant. Une analyse des résultats des deux classes en général puis de certains élèves en particulier est faite. En parallèle, nous évaluons également l'autonomie des élèves dans ce dispositif.

En fin de mémoire, nous revenons sur les éléments que l'on changera pour les prochaines mises en place des arbres de connaissance.

Mots-clés : arbres de connaissances, autonomie, taille d'effet, mesure des apprentissages, compétences, enseignement par les pairs.