

THÈSE de DOCTORAT



de l'UNIVERSITÉ TOULOUSE CAPITOLE

Présentée et soutenue par

Monsieur Denis OLLIVIER

Le 2 juin 2025

Conception et évaluation d'un système interactif soutenant les effets test et d'espacement pour le travail hors-classe dans l'enseignement secondaire

École doctorale : **Mathématiques, Informatique et Télécommunications de Toulouse**

Spécialité : **Informatique et Télécommunications**

Unité de recherche : **IRIT : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse**

Thèse dirigée par Monsieur Franck SILVESTRE et M. Julien BROISIN

Composition du jury

Rapporteuse : Mme Elise LAVOUÉ

Rapporteuse : Mme Nour EL MAWAS

Examinatrice : Mme Iza MARFISI

Examineur : M. Frédéric AMBLARD

Directeur de thèse : M. Franck SILVESTRE

Co-directeur de thèse : M. Julien BROISIN

**UNIVERSITÉ
TOULOUSE
CAPITOLE**



Remerciements

J'aimerais commencer par remercier les membres de mon équipe de thèse, pour leur grande bienveillance et leur investissement sans faille à travers une présence régulière dans des moments autant professionnels que conviviaux. Si certaines thèses sont solitaires, la mienne a été une aventure collective avec vous, et je vous en remercie sincèrement.

Tout d'abord, je tiens à remercier mes trois encadrants quotidiens : Franck, Jean-Baptiste et Emmanuel. Un grand merci Franck, sans toi rien de tout ce projet ne serait arrivé. Merci pour ta confiance depuis le Master 1 déjà et pour m'avoir invité dans cette aventure tout en me guidant au long de celle-ci avec un excellent équilibre entre liberté et accompagnement. Merci Emmanuel pour ton écoute à l'égard de mes besoins en entreprise, ponctuée d'anecdotes enrichissantes sur Toulouse et Nantes. Merci Jean-Baptiste pour m'avoir rassuré tout au long de ce parcours en ayant toujours su déceler les moments où j'avais besoin de l'être.

Ensuite, je souhaite remercier Julien et John, pour leur accompagnement lors de moments clefs. Merci Julien pour tes conseils avisés qui m'ont permis de prendre le recul dont j'avais besoin dans ces instants. Merci John pour ta patience et ta pédagogie lorsque tu nous as accompagnés tout au long du développement.

Pour terminer avec cette bulle, je souhaite remercier mon compagnon de route, Rémi. Que l'on soit à distance à coder, dans les bureaux à démêler nos noeuds cérébraux, ou autour d'un ramen à rêver de voyage, tu as été là dans tous les instants de cette aventure, avec une motivation et un enthousiasme contagieux qui ont été des moteurs tout au long de cette thèse dont je n'aurais voulu me passer pour rien au monde.

En étendant un peu ma bulle professionnelle, j'aimerais d'abord remercier Sonia, Rachelle, Christophe et Isabelle pour leur investissement dans mes travaux de thèse. L'expérience de travail partagée avec eux a été des plus motivantes, et constituera encore longtemps un souvenir marquant de cette thèse, qui alimentera ma carrière future. Ensuite, j'aimerais remercier l'entreprise Kosmos, pour la liberté de recherche qui m'a été accordée, pour la confiance placée en moi et pour l'accueil chaleureux de tous les Kosmonautes et Nfranciens toujours curieux et intéressés lors de nos échanges. Merci Gaëtan, Jocelyne et Xavier pour votre accueil qui m'a aidé à être à l'aise dans l'univers de l'entreprise avant même que cette aventure ne débute.

D'autre part, j'aimerais remercier l'équipe TALENT, pour m'avoir offert un cadre enrichissant et convivial dans lequel j'ai pu m'épanouir, entre autres à travers les occasionnelles après-midis à papillonner d'un bureau de membre à l'autre. Merci à toutes et tous, pour ne pas citer toute l'équipe, pour ces échanges riches et ouverts en toute circonstance, au plaisir de collaborer avec vous si l'occasion se présente à nouveau.

Ensuite, j'aimerais remercier la communauté scientifique, pour les échanges variés que nous avons pu avoir durant mon parcours. D'abord, merci à l'ensemble des membres de mon jury pour leurs questions enrichissantes et l'intérêt porté à mes travaux : Frédéric pour sa curiosité dans ce contexte qui lui était moins familier ; Elise et Nour, mes rapportrices, pour leurs retours constructifs m'ayant aidé à mieux communiquer mes travaux ; Iza pour sa posture rassurante dès le comité de suivi et ses conseils ayant apporté un recul nécessaire avant la rédaction.

Je ne citerai pas toutes les excellentes rencontres que j'ai pu faire à travers les divers événements auxquels j'ai pu participer, mais j'aimerais remercier plus particulièrement le groupe de doctorants (déjà docteurs pour la plupart) de la communauté EIAH. Nous nous retrouvions lors des diverses conférences, et en partageant vos expériences respectives vous m'avez aidé à prendre conscience d'à quel point la thèse est une aventure unique, à vivre pleinement, et je vous en suis très reconnaissant.

Pour ce qui est de ma bulle personnelle, j'aimerais remercier tous les amis qui m'ont soutenus au cours de cette aventure. Estelle pour avoir été l'étincelle d'ambition qui m'a incité à me lancer dans cette aventure. Gabriel, Miggy, Pianzi, Luc et Alex, mes soutiens toulousains, merci d'être toujours présents pour partager un moment, que ce soit pour célébrer ou se changer les idées. Hélène et Quentin N., merci d'entretenir mon envie d'essayer de nouvelles choses avec votre créativité et de m'aider à renouveler l'élan qui peut parfois s'essouffler. Mayi, merci d'être un soutien quotidien, un pilier moral pour moi, même à distance, en m'incitant toujours à aller de l'avant. Merci à tous les amis qui continuent de m'encourager à chaque occasion, même quand nos échanges sont plus rares : Elo', Quentin V., Tessa, Adriane et Camille.

Évidemment, merci à toute ma famille, ainsi qu'aux tontons/tatas de coeur et à mon parrain, qui me soutiennent depuis bien longtemps avant que cette aventure ne démarre. Merci d'avoir toujours été curieux à mon égard, de m'avoir encouragé dans mes études et d'avoir continué à m'écouter même quand mes travaux vous paraissaient bien plus flous, m'aidant ainsi à les clarifier et à les rendre plus accessibles.

Pour finir, si je pense que ce qui fait un foyer ce n'est pas l'endroit mais les personnes qui le constituent, c'est grâce à vous, Maman et Noëllie. Merci d'être l'une comme l'autre des soutiens inconditionnels, en toute heure, en tout lieu. Vous m'avez toujours encouragé à aller de l'avant, et m'aidez à être la meilleure version de moi-même sous bien des aspects. Merci d'être absolument toujours là.

Résumé

Les travaux issus de la recherche en psychologie cognitive ont mis en évidence deux effets favorisant la rétention des connaissances à long terme. L'effet test s'observe quand on se teste sur des connaissances au lieu de les relire (Bae et al., 2019; Zaromb & Roediger, 2010). L'effet d'espacement apparaît lorsqu'on espace les moments de travail plutôt que les concentrer au même moment (Cepeda et al., 2006; Rohrer & Taylor, 2006). Le travail des élèves pour consolider leurs apprentissages hors classe repose en partie sur les révisions. Or, la littérature montre que les élèves sont victimes d'« illusions » métacognitives et sous-estiment l'intérêt des tests espacés (Yue, 2020). Ils privilégient la relecture (Roediger III & Karpicke, 2006), et révisent en masse à proximité des évaluations sommatives (Blasiman et al., 2017; Latimier, 2019).

Les outils soutenant ces effets hors classe¹ ou en classe² (Silvestre, 2015; Wang & Tahir, 2020), ne sont pas conçus pour un travail de révision adapté au contexte institutionnalisé. De plus, il y a peu d'études sur l'utilisation du numérique en soutien des révisions dans un environnement scolaire réel (Latimier, 2019). L'objectif de notre thèse est de formuler des recommandations pour la conception de systèmes interactifs supportant les effets test et d'espacement dans les révisions, tout en étant adaptés à l'enseignement secondaire.

Les travaux présentés apportent des éléments de réponse aux questions de recherche suivantes :

QR 1 : Quelles pratiques effectives de révision des élèves du secondaire peuvent être inférées à partir des traces d'usage d'un système interactif de révision permettant aux élèves de se tester de manière espacée ?

QR 2 : Quelles recommandations, fondées sur l'analyse des pratiques effectives de révision identifiées et s'appuyant sur les effets test et d'espacement, peut-on formuler pour améliorer la conception d'un système interactif destiné aux révisions des élèves du secondaire ?

Le cycle de Design-Based Research (DBR) réalisé durant notre thèse a débuté par une étude qualitative visant à identifier les besoins des élèves et des enseignants, ainsi qu'à formuler nos hypothèses scientifiques. De ces hypothèses, nous avons dérivé des spécifications qui ont orienté la conception d'une première version de système interactif soutenant les révisions. Enfin, une

¹Duolingo, Memrise, Mondly

²Kahoot!, Wooclap, Plickers

étude quantitative en collège (4 enseignants, 297 élèves) a permis d'évaluer ce système pour tester en contexte écologique ces hypothèses.

Les résultats de cette étude nous ont permis d'apporter des éclairages sur les pratiques (P) des élèves avec le travail hors classe et d'en tirer des recommandations (R) de conception :

(P1) Les élèves utilisent de manière significative l'ordinateur et le mobile pour réviser avec un outil numérique, avec une tendance nette en faveur de l'ordinateur.

(R1) L'outil doit garantir une accessibilité équivalente sur ordinateur et mobile, en tenant compte de la préférence marquée des élèves pour l'ordinateur dans le cadre des révisions.

(P2) Lorsque les élèves révisant avec des outils numériques disposent simultanément d'un outil permettant la relecture d'un test et d'un outil de test permettant de refaire ce même test, la majorité d'entre eux utilise l'outil de test.

(R2) L'outil doit proposer des tests prêts à l'emploi : la simple mise à disposition d'un système proposant des tests prêts à l'emploi sur les notions abordées en classe incite les élèves disposés à réviser avec un outil numérique à privilégier le test à la relecture sur ces mêmes notions.

(P3) En l'absence d'incitation, les élèves privilégient une stratégie de travail massé proche d'une évaluation sommative, et ne bénéficient pas ou peu de l'effet d'espacement.

(R3) L'outil devrait aider à réguler l'activité de l'élève.

Les recherches se poursuivent à travers une nouvelle thèse sur le développement de mesures incitatives pour les révisions avec des tests espacés, qu'elles soient intégrées directement au système ou facilitées par une supervision renforcée des enseignants.

Abstract

Research in cognitive psychology has identified two effects that promote long-term knowledge retention. The testing effect occurs when learners test themselves on knowledge instead of simply rereading it (Bae et al., 2019; Zaromb & Roediger, 2010). The spacing effect is observed when study sessions are distributed over time rather than massed together (Cepeda et al., 2006; Rohrer & Taylor, 2006). The students' work to consolidate their out-of-class learning is partially based on revisions. However, the literature shows that students fall prey to metacognitive "illusions" and underestimate the value of spaced tests (Yue, 2020). They favor rereading (Roediger III & Karpicke, 2006) and engage in mass review shortly before summative evaluations (Blasiman et al., 2017; Latimier, 2019). The tools supporting these effects out-of-class³ or in-class⁴ (Silvestre, 2015; Wang & Tahir, 2020), are not designed for revision work adapted to an institutional educational context. In addition, there are few studies on the use of digital technologies to support revisions in an real school environments (Latimier, 2019). The objective of our thesis is to formulate recommendations for the design of interactive systems that support the testing and spacing effects in revisions, while being adapted to secondary education. The research presented provide answers to the following research questions:

QR 1 : What effective revision practices among secondary school students can be inferred from usage traces of an interactive revision system that allows self-testing at spaced intervals?

QR 2 : What design recommendations can be made, based on the analysis of the actual revision practices identified and supporting testing and spacing effects, to improve interactive revision system for secondary school students?

The Design-Based Research (DBR) cycle conducted during our thesis began with a qualitative study aimed at identifying the needs of students and teachers, as well as formulating our scientific hypotheses. Based on these hypotheses, we derived specifications that guided the design of an initial version of an interactive system supporting revisions. Finally, a quantitative study in the middle school (4 teachers, 297 students) allowed to evaluate this system to test the hypotheses in an ecological context. The results of this study allowed us to shed light on students' out-of-class work practices (P) and to draw design recommendations (R):

³Duolingo, Memrise, Mondly

⁴Kahoot!, Wooclap, Plickers

(P1) Students use computers and mobile devices to study with a digital tool in significant ways, with a clear trend favoring computers.

(R1) The tool should ensure equivalent accessibility on desktop and mobile, taking into account students' strong preference for using computers during revision.

(P2) When students revising with digital tools have both a test tool and a re-reading tool, the majority of them use the testing tool.

(R2) The tool must offer ready-to-use tests: simply providing tests aligned with the concepts covered in class encourages students who choose to revise digitally to favor testing over rereading..

(P3) In the absence of incentives, students prefer a strategy of massed work shortly before summative assessments, and therefore benefit little or not at all from the spacing effect.

(R3) The tool should support the regulation of student activity to promote distributed revision over time.

The research is continuing through a new thesis focused on the development of incentives for revision using spaced tests, whether directly integrated into the system or facilitated by enhanced teacher supervision.

Table des matières

1. Introduction	1
1.1. Contexte Général	1
1.1.1. L'entreprise Kosmos	2
1.1.2. L'équipe de recherche	3
1.1.3. Elaastic	4
1.1.4. L'équipe de thèse	5
1.2. Objectifs et questions de recherche	6
1.2.1. Objectifs	6
1.2.2. Questions de recherche	7
1.3. Méthode de conduite de la recherche	8
1.4. Contributions	9
1.4.1. Hypothèses, pratiques, recommandations et perspectives	9
1.4.2. Publications	12
1.5. Organisation du manuscrit	12
2. État de l'art	15
2.1. L'effet test	15
2.2. L'effet d'espacement	19
2.3. Le numérique en soutien des effets tests et d'espacement	22
3. Étude qualitative exploratoire	27
3.1. Contexte de l'étude	28
3.1.1. Participants	28
3.1.2. Prototypage pré-entretiens	31
3.1.3. Entretiens individuels semi-dirigés	35
3.1.4. Analyse thématique	37
3.2. Résultats de l'analyse thématique	40
3.2.1. Étendre l'accessibilité aux autres équipements que le smartphone	40
3.2.2. Réguler l'utilisation du smartphone en contexte éducatif	41
3.2.3. L'engouement autour du numérique et de l'outil	42
3.2.4. Surveiller le besoin d'une motivation extrinsèque	43
3.2.5. Tirer parti des révisions des élèves en s'appuyant sur des indicateurs	43
3.3. Discussion et hypothèses résultantes	45
3.3.1. Accéder à l'outil via différents équipements	45
3.3.2. Proposer un outil de test aux élèves les incite à se tester plus	46

3.3.3. Les élèves réviseront en masse à l'approche des évaluations sommatives	46
3.3.4. Des indicateurs nominatifs sur l'activité étudiante	47
3.3.5. Hypothèses et exigences résultantes	48
4. Conception de l'outil Konsolidation	50
4.1. Exigences détaillées de l'outil	50
4.1.1. Exigences fonctionnelles liées à la recherche	51
4.1.2. Exigences fonctionnelles pour les élèves	53
4.2. Architecture de Konsolidation	62
4.3. Point technique critique : Interopérabilité tri-partite	64
5. Étude quantitative	69
5.1. Contexte de l'étude	70
5.1.1. Participants	70
5.1.2. Matériel utilisé	72
5.1.3. Elaastic	76
5.2. Protocole	78
5.2.1. S'adapter au contexte écologique	78
5.2.2. Données collectées	81
5.2.3. Protocole résultant pour l'utilisation des outils	85
5.3. Résultats	87
5.3.1. Filtrage des données récoltées	87
5.3.2. Statistiques descriptives générales	90
5.3.3. Équipements utilisés	92
5.3.4. Effet test	100
5.3.5. Effet d'espacement	107
5.4. Discussion	115
5.4.1. Équipements utilisés	116
5.4.2. Effet test	119
5.4.3. Effet d'espacement	123
6. Conclusion	126
6.1. Synthèse	126
6.2. Travaux futurs	128
6.2.1. Court terme : analyse des données restantes	128
6.2.2. Moyen terme : nouvelle itération sur l'outil	129
6.2.3. Long terme : analyser le système à plus grande échelle	130

Bibliographie	132
7. Annexes	136

Table des figures

Fig. 1 Schéma d'organisation de l'équipe de thèse	6
Fig. 2 Le cycle DBR complet avec le modèle séquentiel exploratoire de Creswell	9
Fig. 3 L'outil développé durant la thèse : Konsolidation	10
Fig. 4 Plan du manuscrit	14
Fig. 5 Écran d'accueil, profil « élève » sur Elaastic	32
Fig. 6 Maquette de l'accueil de Konsolidation inspirée d'Elaastic	32
Fig. 7 Maquettes présentées durant les entretiens - version pour mobile	33
Fig. 8 Maquette présentée durant les entretiens - version pour ordinateur 1/2	34
Fig. 9 Maquette présentée durant les entretiens - version pour ordinateur 2/2	34
Fig. 10 Arbre des codes utilisé pour l'analyse thématique	39
Fig. 11 Argumentations d'autres élèves pour s'autoévaluer	43
Fig. 12 Maquettes de Konsolidation revisitées - version pour mobile	60
Fig. 13 Maquette N°1 de Konsolidation revisitées - version pour ordinateur	61
Fig. 14 Maquette n°2 de Konsolidation revisitées - version pour ordinateur	61
Fig. 15 Architecture logicielle de Konsolidation	62
Fig. 16 Récupération par Konsolidation des données exposées par l'API d'Elaastic	64
Fig. 17 Diagramme de séquence de la mise à jour du contenu de Konsolidation	65
Fig. 18 Diagramme de flux pour la connexion d'un élève et l'association au contenu autorisé	66
Fig. 19 Exemple de la table de correspondance entre les différents outils sur Konsolidation	67
Fig. 20 Liens vers les outils depuis l'ENT Skolengo	68
Fig. 21 Exemple de révisions et de la consigne pour une évaluation sommative en Histoire	75
Fig. 22 Exemple de question de compréhension de document, avec l'exercice associé dans l'évaluation sommative en SVT	76
Fig. 23 Orchestration d'une séquence Elaastic en classe	76

Fig. 24	Sélection de réponses argumentées durant la phase de résultats sur Elaastic .	78
Fig. 25	Espace de stockage institutionnel Résana	79
Fig. 26	Planning initial de l'expérimentation, début décembre 2023	80
Fig. 27	Exemple fourni aux enseignants pour remplir le carnet de bord	82
Fig. 28	Exemple de notes (factices) transmises via le carnet de bord	84
Fig. 29	Questionnaire fournis aux élèves avant le passage en phase 2	84
Fig. 30	Questionnaire fourni aux élèves en fin d'expérimentation	85
Fig. 31	Planning de la phase 1	86
Fig. 32	Planning de la phase 2	87
Fig. 33	Distribution des élèves ayant utilisé les outils à chaque phase, par niveau . . .	90
Fig. 34	Nombre d'élève par type d'équipement accessible, et pourcentage associé par rapport à l'ensemble des élèves	92
Fig. 35	Répartition des équipements utilisés pour accéder à Elaastic en phase 1	94
Fig. 36	Répartition des équipements utilisés pour accéder à Elaastic en phase 2	94
Fig. 37	Répartition des équipements utilisés avec Konsolidation en phase 2	95
Fig. 38	Nombre d'élèves ayant accédé à Konsolidation selon les équipements à disposition, parmi les 108 élèves ayant utilisé l'outil	95
Fig. 39	6ème actifs sur les outils de révisions, selon la phase et l'outil utilisé	102
Fig. 40	4ème actifs sur les outils de révisions, selon la phase et l'outil utilisé	102
Fig. 41	Nombre de tentatives de révisions sur Konsolidation par jour pour l'évaluation 39	109
Fig. 42	Nombre de tentatives de révisions sur Konsolidation par jour pour l'évaluation 42	110
Fig. 43	Nombre de tentatives moyens jour par jour selon la distance à l'évaluation sur Konsolidation	111
Fig. 44	Nombre de tentatives moyen par regroupement de 2 jours selon la distance à l'évaluation sur Konsolidation	112
Fig. 45	Nombre de tentatives moyens par regroupement de 3 jours selon la distance à l'évaluation sur Konsolidation	113

Liste des tableaux

Tableau 1	Hypothèses résultantes de l'étude qualitative	10
Tableau 2	Les groupes et leurs conditions dans l'expérimentation de Bae et al.	16
Tableau 3	Le profil des enseignants participant à l'étude	29
Tableau 4	L'aisance technologique déclarée par les enseignants	29
Tableau 5	Le profil des élèves participant à l'étude	31
Tableau 6	Le questionnaire utilisé pour les entretiens avec les enseignants	35
Tableau 7	Le questionnaire utilisé pour les entretiens avec les élèves	36
Tableau 8	Hypothèses résultantes de l'étude qualitative	48
Tableau 9	Exigences associées aux hypothèses	49
Tableau 10	Exigences induites par les hypothèses de recherche	51
Tableau 11	Le profil des enseignants acteurs dans l'expérimentation	71
Tableau 12	Les classes d'élèves participant à l'expérimentation	72
Tableau 13	Quantité de ressources produite sur Elaastic lors de l'expérimentation	73
Tableau 14	Liste des sujets traités avec les élèves dans les outils	74
Tableau 15	Distribution par niveau des élèves ayant utilisé Elaastic en phase 1	91
Tableau 16	Distribution par niveau des élèves ayant utilisé Elaastic en phase 2	91
Tableau 17	Distribution par niveau des élèves ayant utilisé Konsolidation en phase 2	91
Tableau 18	Nombre d'élèves ayant à disposition les équipements personnellement ou par emprunt familial	92
Tableau 19	Hypothèses concernant les équipements utilisés étudiées dans l'étude quantitative	93
Tableau 20	Pourcentage des tentatives des élèves sur Konsolidation via un équipement donné, relativement aux équipements disponibles déclarés	96
Tableau 21	Extrait de la table des pourcentages d'utilisation de chaque équipement par élève	97
Tableau 22	Synthèse des résultats et intervalles de confiance à 99% du test de proportion unilatéral à droite sur les équipements utilisés	98
Tableau 23	Résultats du test t unilatéral à droite pour l'utilisation des équipements par élève, au seuil de 50%	99
Tableau 24	Hypothèses sur l'effet test étudiées dans l'étude quantitative	101

Tableau 25	Tableau de contingence du nombre d'élèves ayant révisé selon les phases	101
Tableau 26	Tableau du nombre d'élèves ayant utilisé les outils parmi ceux ayant révisé	104
Tableau 27	Données pour les tests binomiaux exacts comparant les accès Elaastic et Konsolidation	105
Tableau 28	Tableau du nombre d'élèves ayant utilisé les outils parmi ceux ayant révisé	107
Tableau 29	Hypothèse concernant l'effet d'espacement étudiée lors de l'étude quantitative	108
Tableau 30	Test de Spearman sur le nombre de tentatives selon le nombre de jours avant l'évaluation, groupées par période de 1, 2 ou 3 jours	114
Tableau 31	Synthèse des réponses déclaratives concernant la non-utilisation des outils	120

Liste des annexes

Annexe 1	Formulaire de consentement et notice d'information transmis aux parents et aux élèves	136
-----------------	--	------------

Chapitre 1

Introduction

Contenu

1.1. Contexte Général	1
1.1.1. L'entreprise Kosmos	2
1.1.2. L'équipe de recherche	3
1.1.3. Elaastic	4
1.1.4. L'équipe de thèse	5
1.2. Objectifs et questions de recherche	6
1.2.1. Objectifs	6
1.2.2. Questions de recherche	7
1.3. Méthode de conduite de la recherche	8
1.4. Contributions	9
1.4.1. Hypothèses, pratiques, recommandations et perspectives	9
1.4.2. Publications	12
1.5. Organisation du manuscrit	12

1.1. Contexte Général

Ce manuscrit présente une synthèse des travaux effectués dans le cadre de ma thèse de 3 ans, inscrite dans le dispositif des Conventions Industrielles de Formation par la REcherche (CIFRE). Ceux-ci ont démarré le 1er février 2022, en partenariat avec l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) et l'entreprise Kosmos. Le sujet de cette thèse est la « Conception d'un Système Interactif pour la mise en œuvre des effets test et d'espacement dans un contexte de travail scolaire hors classe ». Elle a été réalisée sous la direction de Franck SILVESTRE, la co-direction de Julien Broisin, et le co-encadrement de Jean-Baptiste RACLET, tous trois membres

de l'IRIT. Elle a également été co-encadrée par Emmanuel LESCURE, en tant que représentant de Kosmos.

1.1.1. L'entreprise Kosmos

Kosmos est une entreprise fondée en 1998 oeuvrant dans le domaine de l'édition de logiciel pour l'éducation. Plus spécifiquement, avec Skolengo, son *Education Management Software* (EMS), Kosmos propose une plateforme modulaire à destination des établissements scolaires. Les différents modules proposés couvrent différents aspects de l'organisation scolaire (financier, administratif, emploi du temps, vie scolaire, pédagogie, communication...). Cette solution est actuellement déployée dans plus de 3600 établissements, pour plus de 5 millions d'utilisateurs de tout profil (élèves, enseignants, directeurs d'établissement, AESH, parents...) au quotidien.

L'entreprise s'investit depuis sa création dans l'innovation, la recherche et le développement. À ce titre, Kosmos mène une veille active sur l'impact du numérique dans les métiers de l'éducation. La société consacre ainsi 30% de son chiffre d'affaires au développement de ses produits afin de continuer à innover et proposer des solutions à valeur ajoutée pour répondre aux problématiques métiers de la communauté éducative.

Dans ce contexte d'innovation, Kosmos a souhaité mettre en place un partenariat avec l'IRIT qui s'est concrétisé à travers cette thèse CIFRE. Pour Kosmos, cette thèse doit permettre l'obtention d'une première version d'un outil de révisions et de principes de conception réutilisables pour l'amélioration de celle-ci. Pour atteindre ces objectifs, Kosmos a d'abord contribué par un financement du projet permettant de contracter plusieurs intervenants. Ensuite, l'entreprise et sa solution Skolengo étant fortement implantées en Haute-Garonne, les communications institutionnelles ont été soutenues, avec la Direction de Région Académique du Numérique pour l'Éducation (DRANE) par exemple, de même que la mise en place d'un protocole expérimental adapté au contexte écologique a été facilitée à travers Skolengo. Enfin, Kosmos a contribué au développement du nouvel outil, en assistant à l'articulation technique des outils expérimentaux avec la solution Skolengo, permettant ainsi de l'intégrer en son sein et de fournir un environnement à la fois sécurisant et contrôlé pour les

élèves, mais aussi de simplifier la récupération des données que les enseignants ont acceptées de partager, telles que les consignes données.

1.1.2. L'équipe de recherche

Durant ces trois années, j'ai également collaboré avec l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT). L'IRIT est une institution majeure de la recherche en informatique en France, avec plus de 600 membres. L'institut est structuré par ses divers départements, et par les domaines d'application stratégiques (DAS) à travers lesquels les recherches se matérialisent. Ces domaines sont :

- la santé,
- la ville intelligente,
- l'aéronautique, l'espace et les transports,
- les médias sociaux numériques et la diffusion de l'information,
- l'e-Éducation,
- la cybersécurité, sécurité des biens et des personnes.

Ces DAS font intervenir des membres de l'IRIT provenant de n'importe quel département et permettent de travailler une même thématique sous l'angle d'expertises différentes. Ainsi, parmi les DAS présentés, mes travaux s'inscrivent dans le domaine e-Éducation. Durant ma thèse, j'ai été encadré par les deux chercheurs qui co-animent le DAS e-Éducation : Franck SILVESTRE et Jean-Baptiste RACLET. Tous deux collaborent déjà depuis de nombreuses années dans le contexte de leurs activités d'enseignement et de recherche, même s'ils sont associés à des équipes différentes :

- Franck SILVESTRE, membre de l'équipe TALENT (Teaching And Learning Enhanced by Technologies)
- Jean-Baptiste RACLET, membre de l'équipe ACADIE (Assistance à la Certification d'Applications DIstribuées et Embarquées).

Parmi ces deux équipes, mes travaux s'inscrivent directement dans ceux poursuivis par l'équipe TALENT, initialement sous la responsabilité de Julien BROISIN puis depuis mars 2025 sous la responsabilité de Franck SILVESTRE. L'équipe compte une vingtaine de membres répartis en 4 membres permanents (dont 2 HDR), 5 post-doctorants, 6 doctorants, 3 chercheurs associés et 2 autres membres non permanents

4 1.1. Contexte Général

(un alternant, un ingénieur de recherches). Les travaux de ces membres portent sur trois axes principaux qui sont :

- l'ingénierie d'Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH), afin de soutenir l'apprentissage actif,
- l'analyse de l'apprentissage pour un apprentissage personnalisé et autogéré,
- les compétences numériques et le développement pour l'éducation du futur.

L'équipe TALENT concentre donc ses actions sur le numérique pour l'éducation. Avec Franck SILVESTRE, fort de son expérience et de ses contacts dans le secteur privé, l'équipe a été à l'initiative du partenariat avec Kosmos. L'équipe a ensuite su offrir un encadrement scientifique soutenu par les membres investis dans le projet. J'ai également pu bénéficier d'initiatives enrichissantes à travers la veille scientifique régulièrement proposée par l'équipe, mais aussi à travers les contacts divers qu'elle offre avec les chercheurs associés et son investissement dans la communauté des EIAH. Enfin, l'équipe TALENT est à l'origine de l'outil Elaastic, qui a été le support initial sur lequel les travaux de cette thèse se sont appuyés pour démarrer.

1.1.3. Elaastic

Elaastic⁵ est une plateforme en ligne dérivée de l'outil Tsaap-Notes conçu initialement par Franck SILVESTRE dans le cadre des travaux de sa thèse soutenue en 2013. Aujourd'hui la plateforme Elaastic est toujours active et sous sa responsabilité technique. Depuis, plusieurs contributeurs sont intervenus pour aider à la conception et au développement de l'outil, parmi lesquels on peut citer les principaux en 2022, à savoir Franck SILVESTRE, John TRANIER, Rialy ANDRIAMISEZA et Jean-Baptiste RACLET. Elaastic est un EIAH dédié à l'orchestration de séances d'évaluations formatives pendant les cours (Silvestre, 2015) ou en dehors des cours (Silvestre et al., 2015).

Durant leur étude de 2015, Silvestre et al. ont proposé à des étudiants du supérieur des tests de révisions construits sur la base de questions travaillées en classe à travers Elaastic (Tsaap-notes à l'époque). Les *feedbacks* textuels dans ces tests s'appuyaient sur les réponses des étudiants ayant suscité le plus d'adhésion. L'étude a montré que ces tests ont été exploités sur une période très condensée uniquement, précédant

⁵<https://www.irit.fr/elaastic/>

l'évaluation sommative. Les apprenants dans cette étude profitaient alors de l'effet test mais ne profitaient pas de l'effet d'espacement.

Depuis, Elaastic a continué de se développer, et d'après la base de données en mi 2024, Elaastic a déjà été utilisé par plus de 1300 enseignants pour plus de 11400 élèves, à travers des établissements et des niveaux divers (établissements du supérieur, lycées, collèges) et de tous types de disciplines (mathématiques, français, sciences physiques, sciences cognitives, musique, SVT, programmation, ...) offrant ainsi un panel diversifié d'utilisateurs avec lesquels collaborer.

Pour aller plus loin dans le recyclage du matériel enseignant et apprenant pour générer des tests de révisions dans un système interactif promouvant les effets test et d'espacement, nous avons voulu travailler dans le secondaire. Ce focus sur le travail hors-classe d'élèves plus jeunes rend essentiel la co-construction avec les enseignants du secondaire. De cette façon, la forte implantation de Kosmos dans le secondaire et la diversification des utilisateurs d'Elaastic se sont complétées pour identifier les enseignants avec lesquels co-construire un outil de test recyclant le matériel provenant d'Elaastic dans les meilleures conditions possibles.

1.1.4. L'équipe de thèse

Ma thèse s'inscrivant dans le dispositif CIFRE, les contributeurs qui sont intervenus durant celle-ci sont associés à différentes entités. Ainsi, je vais présenter ici les différents contributeurs et leur rôle au sein de la thèse qui sont aussi représentés dans la Fig. 1. Tout d'abord, mes travaux ont été dirigés par Franck SILVESTRE et Julien BROISIN, tous les deux de l'équipe TALENT, en étroite collaboration avec le troisième co-encadrant scientifique Jean-Baptiste RACLET de l'équipe ACADIE. Ensuite du côté de l'entreprise Kosmos, Emmanuel LESCURE a assuré le co-encadrement de la thèse durant les 3 ans en tant que directeur de projet. L'entreprise a également recruté Rémi SAUREL en tant qu'alternant en Master MIAGE durant deux ans, pour aider au développement de l'outil et à l'analyse de données. Enfin, par l'intermédiaire de l'IRIT, John TRANIER — architecte logiciel freelance, fondateur de la société Ticetime et l'un des principaux contributeurs d'Elaastic — a été sollicité pour développer une API chargée de transmettre le matériel Elaastic et pour apporter une expertise technique dans la conception du nouveau système.

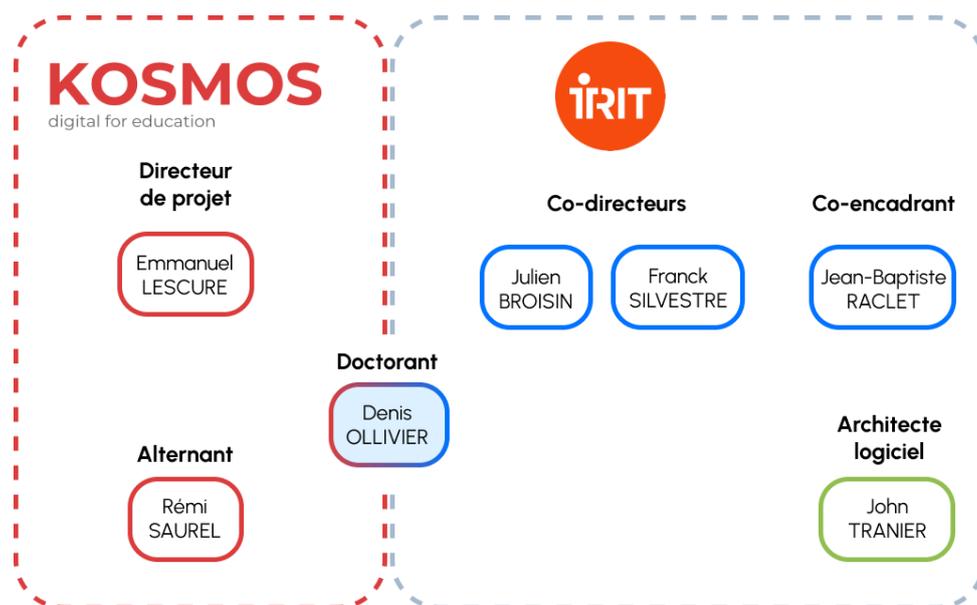


Fig. 1. – Schéma d'organisation de l'équipe de thèse

1.2. Objectifs et questions de recherche

1.2.1. Objectifs

Dans cette section, nous utiliserons l'expression "activité de tests espacés" pour qualifier une activité d'apprentissage mettant en jeu conjointement les effets test et d'espacement. Une telle activité consiste à interroger, à l'aide de questions, à différentes reprises espacées dans le temps, un apprenant sur un thème donné. Dans un contexte écologique, l'activité de révision constitue l'une des principales activités hors-classe de l'élève lui permettant de consolider ses connaissances. Pour que l'activité de révisions soit la plus bénéfique possible pour l'élève, il est intéressant qu'elle prenne la forme d'une activité de tests espacés. Afin d'aider l'élève à adopter cette stratégie, on peut s'appuyer sur le numérique pour lui proposer un contenu de révisions adapté et l'engager dans une activité de tests espacés.

Les travaux effectués durant ces trois années avaient pour objectif l'apport de nouvelles connaissances sur la conception de systèmes interactifs utilisés dans un contexte écologique, pour soutenir les élèves dans leurs révisions en les engageant dans des activités de tests espacés. Ces travaux s'inscrivent dans la continuité de ceux de Silvestre et al. (Silvestre et al., 2015), soulignant le potentiel exploitable de la réutilisation de contenu produit par les enseignants et les élèves en classe, détaillé dans le Chapitre 1.1.3.. En nous appuyant sur le contenu produit en classe en recyclant

le matériel pour engager les élèves dans l'activité de test, l'objectif de cette thèse est donc de déterminer des recommandations pour les concepteurs de systèmes de révisions dans un contexte institutionnel.

1.2.2. Questions de recherche

L'effet test (Bae et al., 2019; Zaromb & Roediger, 2010) comme l'effet d'espacement (Cepeda et al., 2006; Rohrer & Taylor, 2006) sont tous deux des effets psychologiques connus dans le domaine de l'apprentissage pour leur effet bénéfique sur la rétention à long terme des connaissances. Malgré cet aspect bénéfique, la littérature montre que les élèves se laissent prendre par des « illusions » méta-cognitives et ne perçoivent pas toujours l'intérêt de réviser sous la forme d'activité de tests espacés (Yue, 2020). Ils privilégient alors un travail de relecture (Roediger III & Karpicke, 2006), et révisent plutôt de manière massée à proximité des évaluations sommatives (Blasiman et al., 2017; Latimier, 2019).

La littérature souligne déjà l'existence de certains outils soutenant les effets test et d'espacement, dans des contextes ciblés comme l'apprentissage des langues⁶. D'autres outils permettent de travailler avec les élèves en classe⁷ (Silvestre, 2015; Wang & Tahir, 2020), en les engageant dans des activités de test. Cependant, ces outils ne sont pas conçus pour un travail de révision adapté au contexte institutionnalisé. De plus, il y a peu d'études sur l'utilisation du numérique en soutien des révisions dans un environnement scolaire réel (Latimier, 2019).

Pour répondre à ces enjeux, nous avons décidé de développer un système interactif permettant aux collégiens de se tester de manière espacée. En analysant l'utilisation de ce système par les élèves, en contexte écologique, notre thèse vise à observer les pratiques des élèves afin de guider les praticiens comme les concepteurs d'outils dans le domaine éducatif. Dans un premier temps, nous posons donc la question suivante :

QR 1 : Quelles pratiques effectives de révision des élèves du secondaire peuvent être inférées à partir des traces d'usage d'un système

⁶Duolingo, Memrise, Mondly

⁷Kahoot!, Wooclap, Plickers

interactif de révision permettant aux élèves de se tester de manière espacée ?

À l'aide des pratiques observées, nous essayerons de déterminer des recommandations pour la conception de systèmes numériques interactifs soutenant les effets test et d'espacement pour les révisions dans le secondaire. Nous posons donc cette deuxième question :

QR 2 : Quelles recommandations, fondées sur l'analyse des pratiques effectives de révision identifiées et s'appuyant sur les effets test et d'espacement, peut-on formuler pour améliorer la conception d'un système interactif destiné aux révisions des élèves du secondaire ?

1.3. Méthode de conduite de la recherche

Pour répondre aux questions de recherche proposées, nous avons décidé de nous appuyer sur une approche de recherche orientée par la conception, ou en anglais *Design Based Research* (DBR) (Anderson & Shattuck, 2012; Mandran et al., 2021). Dans un contexte écologique, la recherche orientée par la conception se caractérise par une approche itérative ayant pour vocation d'apporter de nouvelles connaissances et des réponses aux problématiques de terrain concrètes (Armstrong et al., 2020). Cette approche dans notre projet se caractérise par la réalisation d'un cycle complet ayant permis de concevoir un système de révisions, d'évaluer son fonctionnement en contexte écologique, et de tirer de nos analyses des recommandations de conception pour des itérations futures ou d'autres concepteurs. Ainsi, l'approche cadre le projet en soutenant l'implication des enseignants et des élèves nécessaire pour répondre aux problématiques concrètes du contexte écologique.

Lors du cycle réalisé durant ma thèse, nous nous sommes appuyés sur des méthodes mixtes en suivant le modèle séquentiel exploratoire de Creswell (Creswell et al., 2003). En s'appuyant sur ce modèle, l'approche qualitative permet de co-construire la problématique et d'identifier les hypothèses de recherches tandis que l'approche quantitative qui suit permet de tester ces hypothèses à travers l'outil. Ainsi, comme illustré sur la Fig. 2, (1) nous avons d'abord cherché à comprendre le contexte

des élèves et des enseignants à travers une étude qualitative. De cette étude sont ressorties des hypothèses, à partir desquelles nous avons obtenus des (2) exigences systèmes pour le développement, et des exigences pour le protocole expérimental. Ensuite, (3) l'outil a été développé, conditionné par les exigences systèmes, et les pistes de conceptions issues de l'étude qualitative. Enfin, (4) nous avons conduit notre étude quantitative pour évaluer l'outil et vérifier nos hypothèses, en respectant les exigences de protocoles identifiées. Ce cycle a permis d'apporter des réponses à nos deux questions de recherche en identifiant des pratiques et en proposant des recommandations de conception.

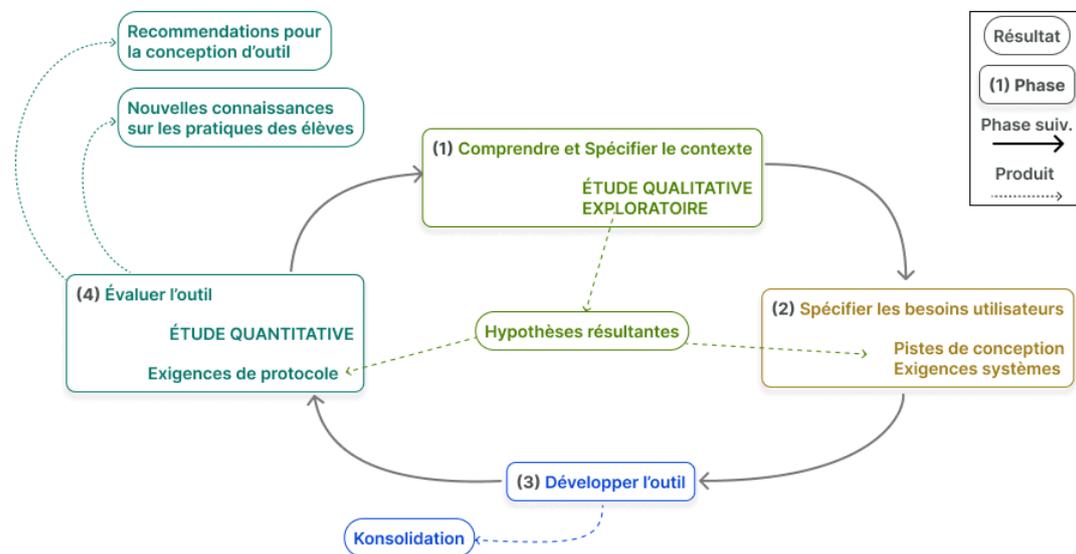


Fig. 2. – Le cycle DBR complet avec le modèle séquentiel exploratoire de Creswell

1.4. Contributions

1.4.1. Hypothèses, pratiques, recommandations et perspectives

Pour répondre à ces deux questions de recherches, nous avons d'abord conduit une étude qualitative nous permettant de raffiner nos hypothèses de recherche et de les construire en adéquation avec la réalité du contexte écologique. A l'issue de notre étude qualitative, nous avons produit 5 hypothèses de recherche à travailler, résumées dans le Tableau 1.

	Hypothèses résultantes
H1	Les élèves vont accéder au système de révisions avec divers équipements.
H2	Fournir aux élèves un outil de révisions mettant en place l'effet test aura un effet bénéfique sur leur pratique du test comme méthode de révisions.
H3	L'usage de l'outil sera particulièrement marqué à proximité des examens.
H4	Les enseignants souhaitent avoir accès à des données nominatives pour améliorer le suivi individualisé malgré la charge de travail induite.
H5	Les élèves et leurs parents accepteront que l'on collecte des données à caractère personnel pour construire des indicateurs pour les enseignants.

Tableau 1. – Hypothèses résultantes de l'étude qualitative

À partir de ces hypothèses, nous avons défini un ensemble d'exigences visant à spécifier un système interactif permettant aux élèves de réviser en se testant. Certaines de ces exigences avaient également pour objectif de garantir que les données recueillies via cet outil permettraient de confronter nos hypothèses en conditions écologiques. Sur cette base, nous avons conçu et développé une première version du système, nommé Konsolidation, représenté sur la Fig. 3.

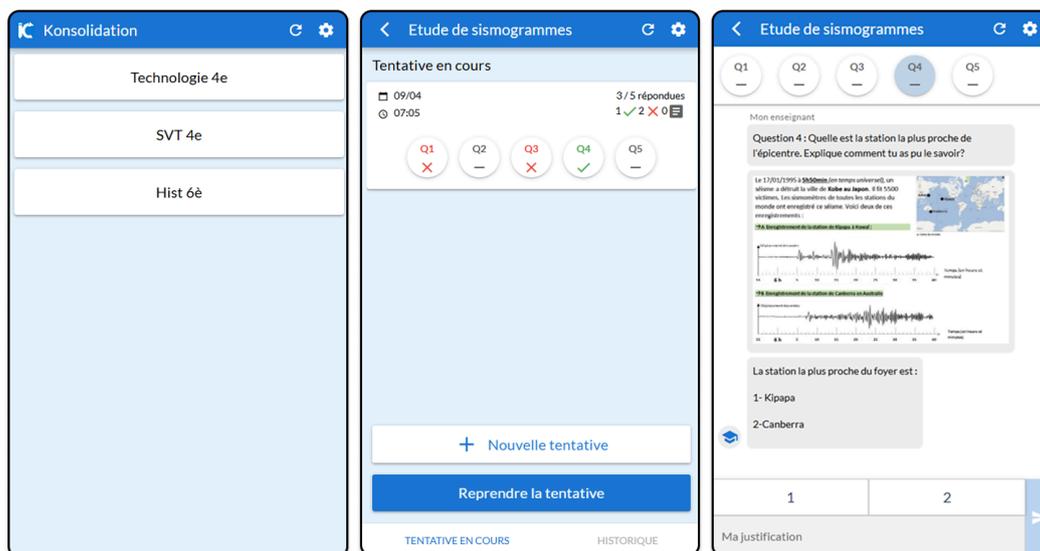


Fig. 3. – L'outil développé durant la thèse : Konsolidation

À partir de cet outil, nous avons conduit une étude quantitative dans un contexte écologique. Durant celle-ci, nous avons observé les pratiques des élèves en nous

intéressant plus particulièrement aux trois premières hypothèses identifiées précédemment. Cette étude a souligné les pratiques suivantes **(P)**, à partir desquelles nous avons formulé des recommandations **(R)** pour la conception de systèmes interactifs de révisions adaptés à une utilisation dans l'enseignement secondaire.

(P1) Les élèves utilisent de manière significative l'ordinateur et le mobile pour réviser avec un outil numérique, avec une tendance nette en faveur de l'ordinateur.

(R1) L'outil doit garantir une accessibilité équivalente sur ordinateur et mobile, en tenant compte de la préférence marquée des élèves pour l'ordinateur dans le cadre des révisions.)

(P2) Lorsque les élèves révisant avec des outils numériques disposent simultanément d'un outil permettant la relecture d'un test et d'un outil de test permettant de refaire ce même test, la majorité d'entre eux utilise l'outil de test.

(R2) L'outil doit proposer des tests prêts à l'emploi : la simple mise à disposition d'un système proposant des tests prêts à l'emploi sur les notions abordées en classe incite les élèves disposés à réviser avec un outil numérique à privilégier le test à la relecture sur ces mêmes notions.

(P3) En l'absence d'incitation, les élèves privilégient une stratégie de travail massé proche d'une évaluation sommative, et ne bénéficient pas ou peu de l'effet d'espacement.

(R3) L'outil devrait aider à réguler l'activité de l'élève.

Pour approfondir ces travaux, nous pensons qu'un travail conjoint avec les enseignants doit rester une priorité pour s'intégrer au contexte écologique. Dans ce sens, la poursuite des travaux de recherche pourra s'appuyer sur le développement de nouvelles versions de Konsolidation et de nouvelles études dans des contextes écologiques différents.

1.4.2. Publications

Durant ma thèse, l'étude qualitative exploratoire a fait l'objet de deux publications. La première était pour la conférence nationale francophone « EIAH » en 2023 classée A par l'Association des Technologies de l'Information pour l'Éducation et la Formation (ATIEF) :

- Ollivier, D., Silvestre, F., Raclet, J. B., Lescure, E., & Broisin, J. (2023, June). Conception d'un système de révisions : une étude qualitative exploratoire pour identifier les besoins des enseignants et des élèves. In 11ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH 2023) (pp. 36-41).

La seconde publication était un papier long à destination du public anglophone pour la conférence internationale European Conference on Technology-Enhanced Learning (ECTEL) en 2023, classée A+ par l'ATIEF :

- Ollivier, D., Silvestre, F., Raclet, J. B., Lescure, E., & Broisin, J. (2023, August). Designing a Revision System: An Exploratory Qualitative Study to Identify the Needs of French Teachers and Students. In European Conference on Technology Enhanced Learning (pp. 294-307). Cham: Springer Nature Switzerland.

Une dernière publication portant sur l'étude quantitative est en cours de rédaction à destination de la revue internationale « Journal of Computer Assisted Learning » (JCAL), classée A+ par l'ATIEF.

1.5. Organisation du manuscrit

Ce manuscrit est articulé conformément à la Fig. 4. Nous introduisons d'abord le contexte ainsi que les enjeux de nos travaux dans ce premier chapitre. Ensuite, le chapitre 2 présente la littérature de référence qui justifie nos questions de recherches. Pour y répondre, le manuscrit s'appuie sur les différentes étapes du cycle de recherche orientée par la conception (Design-Based Research, DBR), en commençant par

l'étude qualitative exploratoire, détaillée au chapitre 3. Ce chapitre se conclut par la formulation d'hypothèses de recherche, qui permettent de définir des exigences guidant la conception exposée dans le chapitre 4. Le chapitre 5 est consacré à l'étude quantitative : il précise d'abord le cadre de l'expérimentation menée à l'aide de l'outil développé, puis présente et analyse les résultats obtenus, afin de mieux comprendre les pratiques des élèves du secondaire et de formuler des recommandations de conception. Enfin, nous clôturons ce manuscrit en rappelant les principaux résultats obtenus, et en ouvrant sur des perspectives pour approfondir les travaux réalisés au cours de cette thèse.

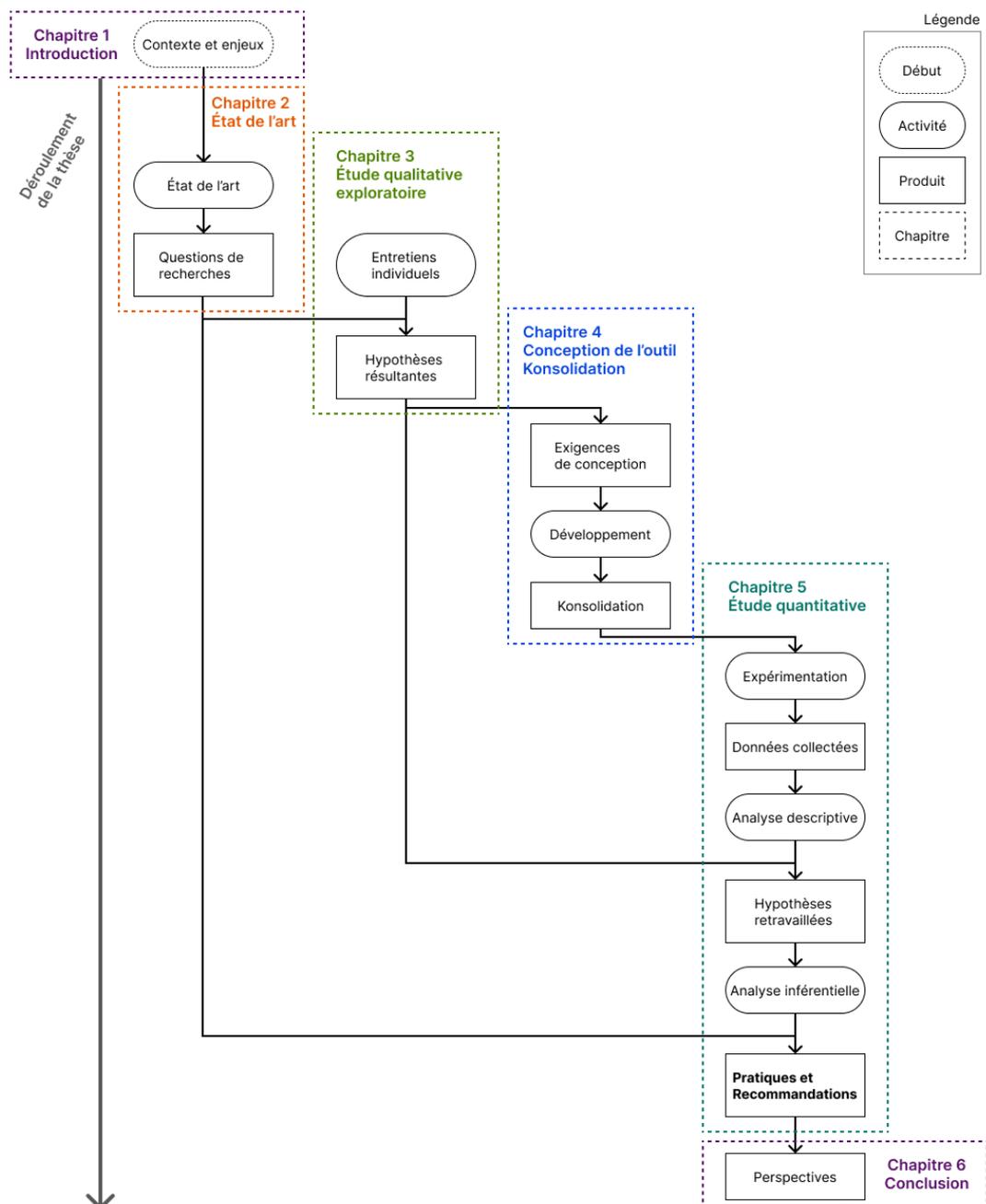


Fig. 4. – Plan du manuscrit

Chapitre 2

État de l'art

Contenu

2.1. L'effet test	15
2.2. L'effet d'espacement	19
2.3. Le numérique en soutien des effets tests et d'espacement	22

2.1. L'effet test

L'effet test ou *testing effect* est un phénomène psychologique bien connu en apprentissage. Il consiste à souligner qu'un apprenant aura une meilleure rétention de l'information à long terme s'il teste ses connaissances sur un sujet donné que s'il se contente de simples relectures passives de ce sujet.

Il est important de préciser que cet effet ne nécessite pas plus de travail, comme l'a montré l'étude de Roediger III & Karpicke (2006) avec une expérimentation en temps d'apprentissage constant. Dans cette expérimentation, les 120 étudiants sujets de l'expérimentation apprenaient pendant quatre périodes de sept minutes, de différentes façons. Cette étude a montré que les groupes qui avaient effectués des tests parmi leurs périodes de sept minutes avaient mieux retenu les informations quand on les testait deux jours après et une semaine après, avec un écart de plus de 10% avec les groupes n'ayant effectué que de la relecture.

Avec les méta-analyses réalisées par Phelps (2012) ainsi que Rowland (2014) de nombreuses études ont été croisées permettant d'affirmer que l'effet test est bien répliqué dans de nombreuses expérimentations. Rowland met également en avant dans son analyse que l'effet test a été un temps soupçonné de n'être observé que grâce à la similitude entre la façon d'apprendre (par les tests) et la façon d'être évalué (des

tests également). Cependant, ce soupçon s'est révélé infondé : le simple fait de se tester, peu importe la forme permet aux apprenants de mieux retenir à long terme.

Pour mieux comprendre cet aspect on peut illustrer le propos avec l'expérimentation de Bae et al. (2019), qui a testé neuf conditions différentes entre des groupes d'apprenants universitaires en psychologie, en faisant varier les méthodes de travail entre trois sessions et les combinant différemment selon les groupes, puis avec un examen prenant la même forme pour les neuf conditions. Les sessions d'apprentissage pouvaient consister en de la lecture/relecture, de la mémorisation de mot-clef et/ou mnémotechniques, de la création de tests, du test à partir de questionnaire, et enfin un travail de rappel libre. Les conditions testées dans cette étude sont résumées dans le Tableau 2.

Groupe	Activité 1	Activité 2	Activité 3
Témoin	Lecture	Relecture	Relecture
1	Lecture	Relecture	Rappel libre
2	Lecture	Relecture	Test questionnaire
3	Lecture	Relecture	Mots-clefs
4	Lecture	Relecture	Création de tests
5	Lecture	Rappel libre	Rappel libre
6	Lecture	Rappel libre	Test questionnaire
7	Lecture	Rappel libre	Mots-clefs
8	Lecture	Rappel libre	Création de tests

Tableau 2. – Les groupes et leurs conditions dans l'expérimentation de Bae et al.

L'étude en comparant ces neuf conditions a obtenu un résultat significatif montrant l'impact de l'effet test, avec les huit groupes effectuant du test de quelque forme obtenant de meilleurs résultats que le groupe témoin. Ils ont également pu identifier que les activités de rappel libre, et de tests par questionnaires donnaient lieu à de meilleurs résultats que les deux autres activités, montrant ainsi que si toutes les formes étaient meilleures que la simple relecture, certaines méthodes étaient tout de même plus intéressantes que d'autres.

L'effet test ne promeut pas seulement une meilleure mémorisation des informations, il assiste également les élèves à un niveau de complexité plus élevé en les aidant à mieux organiser les informations retenues. Pour illustrer ce propos, les travaux de Zaromb

& Roediger (2010) ont dans un premier temps répliqué une situation d'apprentissage permettant de mettre en avant l'effet test, puis en ont effectué une seconde qui se focalisait sur les processus organisationnels. Cette seconde expérimentation a mis en lumière qu'avec l'effet test, les participants avaient à la fois mieux retenu les catégories des mots de vocabulaire, les mots de vocabulaire eux-mêmes ainsi que les associations entre les catégories et les mots à apprendre, tout en ayant moins « d'intrus » dans la catégorisation. Cette expérimentation a donc mis en avant que l'effet test induit également une meilleure organisation des informations en mémoire à long terme. On peut aussi ajouter avec l'étude de Bae et al. (2019) que les apprenants obtiennent de meilleurs résultats lorsque la quantité de tests effectués augmente.

Ces effets bénéfiques semblent toutefois concentrés sur la seule mémorisation de l'information et sa catégorisation, il est donc pertinent d'interroger son efficacité lorsqu'il s'agit de comprendre des concepts et de les réexpliquer et pas seulement de faire preuve de mémorisation. Pour cela, on peut se référer aux travaux de Karpicke & Blunt (2011) qui ont testé 80 étudiants répartis chacun dans l'une de ces quatre-conditions d'apprentissage différentes : lecture simple, lectures multiples, création de carte conceptuelle et tests de rappel. Une semaine après la session d'apprentissage, les élèves ont tous été évalués de deux façons différentes. D'abord, ils ont répondu à de simples questions de rappels factuels, pour lesquels les élèves ayant appris en se testant ont eu de meilleurs résultats que les trois autres conditions. Ensuite, les élèves ont dû répondre à des questions dites d'inférence, exigeant d'appliquer les concepts appris à des situations nouvelles ou inédites. Pour ces dernières questions, la condition de test a encore donné lieu à des résultats supérieurs aux trois autres conditions. Ces résultats illustrent que l'effet test ne produit pas seulement une meilleure mémorisation, mais qu'il assiste également les élèves dans leur compréhension des concepts et leur capacité à les exploiter.

Dans un contexte écologique, les élèves acquièrent de nouvelles connaissances avec leurs enseignants, puis sont évalués de manière sommative à un moment ultérieur. Entre l'introduction de ces connaissances et leur évaluation, une période s'installe durant laquelle les élèves doivent les consolider afin de les retenir durablement. Pour cela, ils font appel à l'activité de révisions qui constitue l'une des activités principales de consolidation des connaissances. Si cette activité peut prendre diverses formes, à

travers des tests, du rappel libre ou bien de la relecture, par exemple, c'est souvent cette dernière qui est privilégiée, ce qui ne leur permet pas de bénéficier de la meilleure mémorisation à long terme que permet l'effet test.

À ce sujet, les travaux de Yue (2020) expliquent que les apprenants se laissent prendre par des « illusions » méta-cognitives qui tendent à laisser penser que la relecture est une stratégie adaptée, à tort. Cette illusion est corroborée par l'expérience menée par Roediger III & Karpicke (2006), dans laquelle l'impact de l'effet test était comparé à la relecture à différents intervalles de rétention. Là où les résultats montraient les bénéfices de l'effet test pour des examens effectués deux jours et une semaine après, lorsque les apprenants étaient testés cinq minutes après la séance de travail, la stratégie de relecture produisait les meilleurs résultats. Cette expérimentation explique qu'avec la relecture, les apprenants aient plus confiance en eux puisqu'ils font face à l'information et ont un sentiment biaisé de la connaître s'ils vérifient leurs connaissances peu de temps après (Roediger III & Karpicke, 2006; Yue, 2020). Ce premier comportement renforce la pratique de la relecture, tandis qu'une autre « illusion » vient freiner l'adoption du test. Le test n'est perçu qu'en tant que méthode d'évaluation des connaissances uniquement et non comme un outil pour réviser les connaissances (Yue, 2020). De cette façon, les apprenants ne considèrent pas l'activité de révisions sous la forme du test, mais sous la forme de la relecture plus naturellement.

De plus, lorsque l'on explicite les révisions sous la forme de tests et qu'on demande aux apprenants de les comparer à la relecture, ceux-ci sont perçus comme moins efficaces (Blasiman et al., 2017). Pour souligner cette perception, l'étude de Karpicke & Blunt (2011) avait également demandé aux élèves de prédire leurs résultats d'évaluation après une session d'apprentissage selon différentes méthodes. Les élèves ayant utilisé les tests pour apprendre ont eu les prédictions les plus pessimistes par rapport à ceux ayant appris avec une ou plusieurs lectures ainsi que ceux ayant conçu des cartes conceptuelles. Pour autant, les résultats d'expérimentation obtenus montraient bien que la meilleure performance aux évaluations était pour ceux ayant appris en se testant. Cette perception erronée des apprenants peut être corrigée de plusieurs façons, mais l'un des leviers consiste simplement à les pousser à se tester

plus souvent, de sorte qu'ils puissent en ressentir les bénéfices et que leur perception évolue (Yue, 2020).

En considérant cet aspect, on peut comprendre qu'aussi simple et bénéfique que soit l'effet test, il persiste un défi à faire adopter la pratique des tests comme méthode de révisions aux apprenants, qui n'en perçoivent pas directement l'intérêt.

2.2. L'effet d'espacement

L'effet d'espacement ou *spacing effect* est un phénomène psychologique aussi bien documenté que l'effet de test dans le domaine de l'apprentissage. Il favorise également une meilleure rétention des connaissances à long terme, mais repose sur un principe différent : il se manifeste lorsque les sessions d'apprentissage sont réparties dans le temps, plutôt que concentrées sur une courte période.

Pour illustrer et comprendre cet effet, on peut s'appuyer sur la première expérience menée dans l'étude de Rohrer & Taylor (2006). Cette étude consistait à faire travailler deux groupes d'étudiants dans des conditions les plus similaires possibles, à savoir un même nombre d'exercices portant sur les mêmes contenus testés avec les mêmes questionnaires ordonnés identiquement, à l'exception de la condition d'espacement du travail qui changeait pour les deux groupes. Pour le 1er groupe, dix exercices ont été réalisés le même jour, pour le second groupe, cinq exercices ont été réalisés un 1er jour, et les cinq restants ont été réalisés une semaine plus tard. Chaque groupe a ensuite été testé une semaine après leur dernier jour respectif d'exercice, puis un mois après sans avoir été avertis en amont de ces deux évaluations. Si les résultats des deux groupes une semaine après étaient sensiblement proches l'un de l'autre, ils ont été différents un mois plus tard. En effet, le groupe qui avait travaillé en deux sessions a obtenu des résultats similaires pour les évaluations à une semaine et à un mois, tandis que le groupe ayant travaillé d'un seul bloc a vu ses résultats chuter pour l'évaluation éloignée d'un mois. Cette expérience illustre la rétention de l'information à plus long terme lorsque l'on privilégie l'espacement des sessions de travail au lieu de les masser. D'un point de vue pratique, pour un apprenant qui souhaite retenir le plus longtemps possible ce qu'il étudie, cela veut dire qu'à quantité et durée égales de sessions d'apprentissage, il est plus intéressant pour lui d'espacer les sessions que de les masser au même moment.

Cet effet a été l'objet de nombreuses études comme le montre la meta-analyse de Cepeda et al. (2006) qui à travers 184 articles ont dénombré un total de 317 expérimentations, permettant d'apporter des précisions sur la notion d'espacement. Il ressort de celle-ci une relation intéressante entre les durées de rétentions de l'information et celles d'espacement entre les tests, à savoir que plus on espace les sessions d'entraînement, plus l'information pourra être retenue longtemps après la dernière session. Toutefois, il semble également exister une limite sous la forme d'un seuil encore non-déterminé au-delà duquel l'information n'est plus retenue du tout, et qui nécessite des études sur de plus longues durées.

Dans l'approfondissement des recherches sur l'intervalle d'apprentissage et celui de rétention, plusieurs tentatives ont été effectuées pour déterminer si une planification avec un espacement stable présentait des avantages sur un espacement croissant. Cependant cette méta-analyse de même que celle de Latimier (2019) dans sa thèse s'accordent sur l'absence de résultats concluants sur l'une ou l'autre des planifications.

Dans les travaux de Rohrer & Taylor (2006), l'effet d'espacement a été étudié de manière conjointe avec l'effet test comme le montrait les conditions d'apprentissage des élèves, qui ont utilisé des exercices pour la mémorisation. Cette condition est fréquemment employée sous le nom de répétition espacée ou *spaced repetition*. De nombreuses études utilisent cette condition expérimentale et montrent l'existence de l'effet d'espacement dans un contexte où des étudiants se testent tous. Cette condition montre que des apprenants bénéficiant de l'effet test bénéficient également de l'effet d'espacement. Dans sa thèse, Latimier (2019) a examiné la question de l'additivité et de l'interaction entre les effets de test et d'espacement. Son expérimentation n'a pas permis de conclure de manière définitive, l'effet d'espacement n'ayant pas été observé de façon significative dans les résultats obtenus. Néanmoins, à la lumière des travaux existants sur l'effet d'espacement, l'hypothèse d'une interaction reste pertinente et mérite d'être approfondie à travers des études menées sur des périodes plus longues.

L'effet d'espacement a fait l'objet d'études dans de divers contextes, et ne semble pas se limiter à un domaine d'application. Pour l'illustrer, on peut citer les travaux de Lyle et al. (2020) qui montrent son impact dans l'apprentissage des mathématiques,

sur des notions de compréhension. On peut s'appuyer également sur les travaux de Carvalho et al. (2020) qui l'ont montré avec 747 participants à un cours en ligne sur la psychologie, ou encore avec l'étude de Bird (2011) qui s'intéressait à l'acquisition de l'anglais comme deuxième langue. Dans toutes ces disciplines, l'apprentissage a toujours été favorisé par la condition de répétition espacée, appuyant ainsi l'intérêt d'en faire bénéficier les élèves. Dans ce but, Carpenter et al. (2012) concluent dans leur revue de littérature avec trois recommandations pour les enseignants. Si deux d'entre elles s'appliquent en classe, la dernière consiste à intégrer aux devoirs un travail de révisions, pour inciter les élèves à consolider leurs connaissances régulièrement.

En pratique cependant, au même titre qu'avec l'effet test, on peut se demander si les apprenants appliquent ce principe. Dans les travaux de Blasiman et al. (2017) qui interrogent les pratiques des élèves en terme d'apprentissage, on observe déjà une tendance à masser les révisions très proches de l'évaluation sommative associée. Pour expliquer cette tendance, Latimier (2019) apporte déjà des éléments de réponses. Dans sa thèse, elle a conduit une expérimentation visant à étudier l'impact de la granularité des sessions d'apprentissage lors de laquelle elle a pu mesurer la durée des sessions d'apprentissage. Les sessions des conditions lecture-relecture ne duraient en moyenne qu'une trentaine de minutes, tandis que les sessions lecture-test duraient approximativement 55 minutes. Ce paramètre montre déjà un impact organisationnel qui peut inciter les apprenants à ne pas chercher à espacer leur apprentissage. De plus, comme pour l'effet test, les étudiants composent également avec l'illusion de mieux savoir avec un travail massé qu'espacé. Lorsque Latimier (2019) a interrogé les étudiants dans son étude sur l'additivité des effets, ces derniers ont manifesté une confiance en eux plus élevée dans les conditions de relecture que dans celles de test. Cette surestimation était également plus marquée chez les participants ayant relu de manière massée que chez ceux ayant réparti leurs séances, et ce malgré des résultats effectivement moins bons.

On pourrait supposer que cette limite est liée à l'âge des participants, qui n'auraient pas les compétences adaptées lorsqu'ils sont plus jeunes. Cependant, lorsqu'on s'intéresse aux participants des études que nous avons citées, on observe qu'il ne s'agit aucunement de jeunes apprenants. Dans les travaux de Latimier (2019), elle a

fait appel à des adultes sur une plateforme d'apprentissage en ligne, tandis que dans ceux de Rohrer & Taylor (2006), de Bird (2011) ou de Lyle et al. (2020), il s'agissait d'étudiants à l'université. La méta-analyse de Cepeda et al. (2006) confirme cette idée, en précisant qu'une majorité des études (85%) concernait des jeunes adultes, et ne permettait donc pas de garantir les effets concernant les plus jeunes apprenants.

Finalement, l'espacement malgré l'avantage de pouvoir se joindre au test par une pratique adaptée ne semble pas être une méthode privilégiée par les étudiants. De plus, les bénéfices de cet effet ne sont pas perçus alors que les études sur le sujet se sont focalisées sur un public d'apprenants adultes, ce qui laisse imaginer la difficulté à en percevoir les intérêts pour un public plus jeune et moins formé. Dans ce contexte, on comprend que faire adopter la pratique de l'espacement à des apprenants qui n'en perçoivent pas l'intérêt reste un défi à relever.

2.3. Le numérique en soutien des effets tests et d'espacement

Aider les apprenants à bénéficier des effets test et d'espacement est un enjeu de longue date, ainsi l'apparition d'outils permettant de les soutenir n'a pas attendu l'avènement du numérique. On trouve des travaux comme ceux de Browder & Roberts (1993) qui proposent déjà en 1993 des *guidelines* pour travailler avec des outils comme les *flashcards*. Cet outil assez connu permet aux élèves de se tester en autonomie en disposant d'un jeu de cartes comportant au recto une question ou un élément de vocabulaire, et au verso la réponse à la question ou bien la traduction du même terme dans une autre langue par exemple (Wissman et al., 2012). Un tel support soutient l'effet test en incitant l'élève à retrouver l'information en mémoire avant d'être exposé à la réponse, et peut éventuellement soutenir l'effet d'espacement si l'emploi de l'outil est espacé (Kornell, 2009). La technologie avant le numérique permettait aussi le support de cet effet en classe, avec des pratiques assez répandues comme celle de tester les élèves sur leur connaissance des tables de multiplication avec des ardoises en classe, ou encore en utilisant des cartons imprimés (Meltzer & Manivannan, 2002).

Les pratiques et outils soutenant les effets test et d'espacement ne sont donc pas nécessairement nouvelles, mais elles ont également connu une évolution lorsque le numérique s'est développé. Des supports comme les *flashcards* ont alors été trans-

posés au format numérique et on trouve désormais des *digital flashcards* comme Cram⁸, Quizlet⁹ ou encore Wooflash¹⁰. Sur les sites de ces outils, on peut voir que certains mettent à disposition des banques de données de *flashcards* déjà prêtes à l'emploi, tandis que d'autres valorisent la création de *flashcards* personnelles. D'autres mettent en avant la possibilité de partager, et collaborer avec les autres dans la création et l'édition, offrant une dimension sociale à ces outils. Ces différences ont fait l'objet d'analyses, et des travaux comme ceux de Nakata (2011) qui détaillent les différentes options proposées par ces outils, mais aussi les limites qui se présentent avec ces *flashcards* numériques, par exemple en soulignant une forte emphase sur l'apprentissage de langues. Cette forte emphase se retrouve encore aujourd'hui, avec un marché inondé d'applications d'apprentissage des langues qui soutiennent entre autres les effets test et d'espacement comme Duolingo¹¹, Memrise¹², ou encore Mondly¹³. Ces outils sont enrichis par de nombreuses autres ressources spécialisées pour les langues et exploitent le numérique en proposant des ressources vidéos et sonores; ils s'appuient sur les technologies qui équipent les smartphones en proposant de l'analyse de prononciation illustrant ainsi très bien les atouts du numérique pour supporter un apprentissage spécialisé.

Si le numérique présente des avantages dans le cadre d'apprentissage spécialisé, il est pertinent de s'intéresser à des plateformes plus générales qui soutiennent les effets test et d'espacement pour tous types d'apprentissage. Dans ce contexte, on retrouve la plateforme Didask¹⁴ qui a fait l'objet d'une expérimentation durant la thèse de Latimier (2019). Dans cette expérimentation, Latimier a été en mesure d'observer l'effet test chez les apprenants qui travaillent le cours avec des questions portant sur le contenu à travers la plateforme. Cette étude portait toutefois sur l'apprentissage avec de jeunes adultes, dans un cadre hors-scolaire. Les outils d'apprentissage des langues ainsi que Didask illustrent bien qu'on peut supporter les effets test et d'espacement pour l'apprentissage hors classe, mais ne s'inscrivent pas dans le contexte scolaire.

⁸<https://www.cram.com/>

⁹<https://quizlet.com/fr>

¹⁰<https://www.wooflash.com/fr>

¹¹<https://fr.duolingo.com/>

¹²<https://www.memrise.com/fr/>

¹³<https://app.mondly.com/>

¹⁴<https://www.didask.com>

Dans le contexte scolaire, il est nécessaire d'évaluer l'apprentissage de l'élève pour déterminer s'il a ou non atteint les objectifs définis dans le programme scolaire, c'est l'évaluation sommative (Sadler, 1989). On peut cependant évaluer l'élève dans le but d'aider à la fois l'enseignant et l'élève à adapter leurs comportements vis-à-vis des enseignements respectivement transmis et reçus. Cette évaluation pour l'apprentissage qu'on appelle alors évaluation formative peut se décliner sous la forme de plusieurs activités différentes présentées par Black & Wiliam (2009), parmi lesquelles on retrouve le questionnement à la classe. Cette évaluation formative peut donc, sans numérique, prendre la forme d'interrogation des élèves en classe, avec l'attente d'une réponse écrite sur une ardoise ou carton levé par exemple (Meltzer & Manivannan, 2002). Ce genre d'activité permet à l'enseignant d'avoir une idée du niveau des apprenants, et d'adapter son enseignement en conséquence. Toutefois, à mesure que le nombre d'élèves interrogés simultanément augmente, la difficulté pour l'enseignant d'analyser et de traiter toutes les réponses augmente également.

Avec l'arrivée du numérique, l'interrogation en classe a pu être transposée à travers des systèmes de vote interactifs en classe comme Plickers¹⁵, Wooclap¹⁶, ou Kahoot!¹⁷. D'après la revue de littérature de Wang & Tahir (2020) sur 93 articles concernant Kahoot!, les élèves sont plus motivés pour participer dans ce genre d'environnement, et les enseignants peuvent bénéficier des résultats des votes en temps réel. L'étude de Gauci et al. (2009) souligne qu'à partir de ces résultats les discussions en classe peuvent alors être adaptées pour mieux répondre aux besoins des participants. Ces outils numériques soutiennent bien l'effet test en classe, au même titre que les outils avant le numérique le faisaient, mais répliquent les mêmes limites, avec un soutien de l'effet d'espace qui reste dépendant de la méthode pédagogique mise en place par l'enseignant. Dans ce contexte, l'évaluation formative constitue un processus à travers lequel on régule les apprentissages en classe, mais pas nécessairement au-delà.

Pourtant, le travail en dehors la classe est une part importante de l'apprentissage pour permettre aux élèves de réinvestir les connaissances, entre autres lors des évaluations sommatives. Pour que les élèves soient capables de réinvestir leurs connaissances,

¹⁵<https://get.plickers.com/>

¹⁶<https://www.wooclap.com/fr/>

¹⁷<https://kahoot.com/>

on leur demande de consolider leurs connaissances à travers l'activité de révision. Même s'il existe des outils pouvant soutenir cette activité, la plupart ne sont pas conçus spécifiquement à cette fin. Le principe de l'alignement constructiviste de Biggs (1996) souligne l'importance d'aligner les activités d'apprentissages avec leurs évaluations. Dans cette perspective, il est important que l'activité de révision dans laquelle s'engage l'élève soit alignée avec l'évaluation sommative afin qu'il s'y prépare. Afin de garantir l'alignement des révisions (l'activité d'apprentissage) avec l'évaluation, il peut être pertinent de réexploiter le contenu travaillé en cours dans un outil conçu pour réviser.

En effet, dans leurs travaux de 2015, Silvestre et al. (2015) ont proposé aux apprenants des tests de révisions construits sur la base de questions travaillées en classe. Cette étude a souligné la pertinence de la réutilisation du matériel de classe pour les révisions, avec des tests de révisions qui ont été utilisés par les élèves. Même si leur expérimentation permettait aux élèves de réviser en se testant, elle a également souligné qu'ils révisaient de manière massée à l'approche des examens et ne bénéficiaient donc pas ou peu de l'effet d'espacement. Ces observations effectuées dans l'enseignement supérieur nous montrent bien le potentiel de la réutilisation de contenu de cours comme ressource pour des tests de révisions, mais ne nous permettent pas de garantir le bon soutien des deux effets dans le secondaire.

À la lumière de ces éléments, nous pensons qu'il est nécessaire d'approfondir les recherches sur le soutien des effets test et d'espacement à travers le numérique dans le cadre spécifique des activités de révisions des élèves du secondaire. Pour cela, nous proposons de nous intéresser aux pratiques effectives des élèves lors des révisions via un système interactif, en accord avec notre première question de recherche :

QR 1 : Quelles pratiques effectives de révision des élèves du secondaire peuvent être inférées à partir des traces d'usage d'un système interactif de révision permettant aux élèves de se tester de manière espacée ?

Puis, à la lumière de ces pratiques, en nous appuyant sur les effets test et d'espacement, de déterminer des recommandations pour les systèmes interactifs de

révision à destination des élèves du secondaire, comme le souligne notre seconde question de recherche :

QR 2 : Quelles recommandations, fondées sur l'analyse des pratiques effectives de révision identifiées et s'appuyant sur les effets test et d'espacement, peut-on formuler pour améliorer la conception d'un système interactif destiné aux révisions des élèves du secondaire ?

Chapitre 3

Étude qualitative exploratoire

Contenu

3.1. Contexte de l'étude	28
3.1.1. Participants	28
3.1.2. Prototypage pré-entretiens	31
3.1.3. Entretiens individuels semi-dirigés	35
3.1.4. Analyse thématique	37
3.2. Résultats de l'analyse thématique	40
3.2.1. Étendre l'accessibilité aux autres équipements que le smartphone .40	
3.2.2. Réguler l'utilisation du smartphone en contexte éducatif	41
3.2.3. L'engouement autour du numérique et de l'outil	42
3.2.4. Surveiller le besoin d'une motivation extrinsèque	43
3.2.5. Tirer parti des révisions des élèves en s'appuyant sur des indicateurs	43
3.3. Discussion et hypothèses résultantes	45
3.3.1. Accéder à l'outil via différents équipements	45
3.3.2. Proposer un outil de test aux élèves les incite à se tester plus	46
3.3.3. Les élèves réviseront en masse à l'approche des évaluations sommatives	46
3.3.4. Des indicateurs nominatifs sur l'activité étudiante	47
3.3.5. Hypothèses et exigences résultantes	48

Ce chapitre présente l'étude qualitative exploratoire réalisée en début du cycle dans le cadre de la démarche DBR conduite lors de ma thèse. Cette étude avait pour principal objectif d'identifier les besoins des élèves et des enseignants concernant les activités de révision, afin de formuler des hypothèses scientifiques fondées sur des pratiques

réelles et contextualisées. À partir de ces hypothèses, nous avons dérivé des exigences permettant de guider la conception de l'outil et de définir un protocole adapté pour l'étude quantitative le testant ensuite. Cette approche exploratoire constitue donc une étape clé dans le cycle DBR, en posant les bases nécessaires pour concevoir et tester des solutions adaptées au contexte institutionnel de l'enseignement secondaire.

Dans un premier temps, ce chapitre précisera le contexte dans lequel l'étude s'est déroulée. Ensuite, il détaillera, en deux temps, l'analyse thématique réalisée à partir des entretiens conduits durant l'étude : d'abord avec les résultats tels qu'ils sont dans les entretiens, puis en les discutant à la lumière des enjeux identifiés. Ce chapitre sera finalement conclu par une synthèse des hypothèses découlant de l'étude, lesquelles ont guidé la conception de l'outil faisant l'objet du chapitre suivant.

3.1. Contexte de l'étude

3.1.1. Participants

Pour cette étude qualitative, nous avons interrogé huit enseignants du secondaire, tous déjà formés à l'utilisation d'Elaastic en classe. Nous avons recueilli en amont des informations personnelles simples à l'aide d'un questionnaire écrit. Nous avons également utilisé ce questionnaire pour interroger les enseignants au sujet de leur expérience professionnelle et leur aisance technologique. Parmi ces enseignants, nous avons exclu les données de deux d'entre eux, l'un ayant vu l'enregistrement associé à son entretien endommagé, et le second n'a finalement pas donné son autorisation écrite pour l'utilisation des données. Les informations des six enseignants retenus sont résumées dans les Tableaux 3 et 4.

Id	Age	Genre	Années exp. pro.	Disciplines enseignées	Niveaux enseignés	Nb élèves/an
En1	44	F	18	SVT	5e, 4e, 3e	315
En2	48	F	23	Histoire, Géographie, EMC	6e, 5e, 4e, 3e, 2de	170
En4	59	M	38	Mathématiques, Informatique	6e, 5e, 4e, 3e, 2de, 1re, Term.	150
En5	35	M	12	Mathématiques, Informatique	6e, 5e, 4e, 3e, 2de, 1re, Term.	150
En6	43	F	20	Mathématiques, Informatique	6e, 5e, 4e, 2de, 1re, Term.	150
En8	49	M	23	Physique-Chi- mie	6e, 5e, 4e, 3e, 2de	300

Tableau 3. – Le profil des enseignants participant à l'étude

Id	Internet	Ordinateur	Smartphone	Tablette
En1	À l'aise	Ni à l'aise ni pas à l'aise	Peu à l'aise	À l'aise
En2	À l'aise	À l'aise	Pas du tout à l'aise	Ni à l'aise ni pas à l'aise
En4	À l'aise	À l'aise	À l'aise	À l'aise
En5	Très à l'aise	Très à l'aise	À l'aise	À l'aise
En6	À l'aise	À l'aise	Ni à l'aise ni pas à l'aise	Ni à l'aise ni pas à l'aise
En8	Très à l'aise	Très à l'aise	À l'aise	À l'aise

Tableau 4. – L'aisance technologique déclarée par les enseignants

Dans le contexte de cette étude, nous n'avons eu affaire qu'à des profils d'enseignants expérimentés, tous ayant plus de dix ans d'expérience, et qui présentent une certaine aisance numérique. Ces enseignants ont donc été en mesure de faire des retours sur leurs pratiques à la fois pédagogiques mais aussi numériques. De plus, ils ont travaillé avec un large éventail de niveaux du secondaire, et ont un aperçu des disparités qui peuvent exister entre le début du secondaire et la fin.

Pour explorer les modalités d'utilisation du numérique par des élèves, ces profils ont eu l'avantage d'être suffisamment expérimentés pour maîtriser les sujets abordés, prendre du recul sur leurs pratiques, et identifier rapidement des pistes pédagogiquement importantes à considérer. Cependant, même si nous avons eu la possibilité d'échanger avec des enseignants de quelques disciplines différentes, une forte dominante scientifique apparaît dans les profils, et aura peut-être limité les pistes envisagées.

Dans la mesure où nous travaillions dans un premier temps sur une interface « élèves », nous avons considéré ce manque acceptable ici, l'enseignement présentant un socle commun de pratiques suffisamment conséquent. Cependant, nous ne doutons pas que les disciplines présentent également chacune leurs spécificités qui peuvent avoir un impact en termes de besoins. Nous notons donc que pour la conception d'une interface « enseignants », et pour affiner les possibilités sur l'outil, il sera nécessaire de compléter ces échanges avec des profils enseignants plus diversifiés, avec des disciplines et des niveaux d'aisance technologique différents, afin d'avoir un outil adapté au plus grand nombre.

Nous avons également interrogé quatre élèves ayant tout juste fini le secondaire, ou en dernière année de lycée. Ici, l'objectif était dans un premier temps d'échanger avec des élèves en mesure d'avoir un peu de recul sur leur travail dans le secondaire, mais nous souhaitons qu'ils n'aient pas encore assimilé les pratiques d'un étudiant du supérieur. Ces entretiens se sont déroulés au début du mois de septembre 2022 et les données des participants sont résumées dans le Tableau 5.

Id	Age	Genre	Spécialisation
E11	17	M	Physique, SVT
E12	17	F	Mathématiques, Physique
E13	17	M	Mathématiques, Informatique
E14	17	F	Arts, Littérature

Tableau 5. – Le profil des élèves participant à l'étude

Parmi les quatre élèves interrogés, trois d'entre eux présentent des profils similaires de par leur spécialisation scientifique. Si ces profils similaires auraient pu nous limiter dans les échanges, nous avons constaté qu'ils avaient cependant des pratiques assez différentes les uns des autres, ce qui nous donnait déjà une assez bonne idée de la diversité qui pouvait exister entre les élèves. En effectuant ces entretiens auprès d'élèves assez âgés, notre objectif était de nous assurer qu'ils soient en mesure de répondre à nos questions avec suffisamment de recul et d'esprit critique. Cette démarche se justifiait par le fait que notre étude quantitative, prévue ultérieurement dans un collège, devait nous permettre de recueillir les retours d'élèves plus jeunes. Toutefois, l'étude quantitative n'adresse pas en détails tous les éléments abordés dans ces entretiens, une seconde étude qualitative avec un public plus diversifié permettrait certainement d'identifier d'autres pistes.

3.1.2. Prototypage pré-entretiens

Dans le cadre de la conception d'un système interactif de révisions, nous avons déjà établi que nous allions effectuer des entretiens qualitatifs avec des élèves et des enseignants concernant leurs pratiques et leurs besoins. Pour les aider à visualiser ce dont nous parlions, nous souhaitions recontextualiser l'utilisation de l'outil, et présenter un premier prototype non fonctionnel, mais de haute fidélité visuelle qui servirait de support à la discussion.

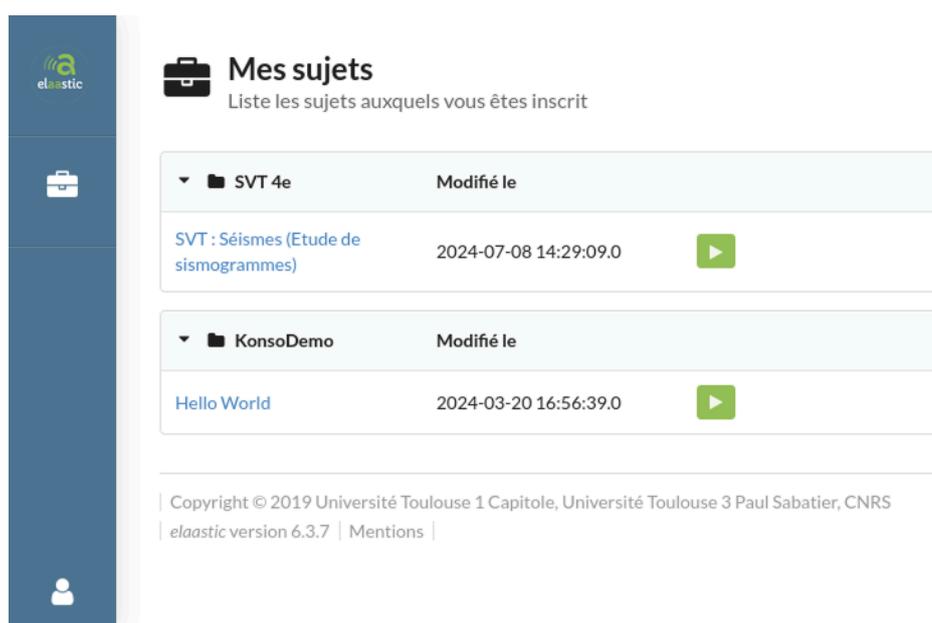


Fig. 5. – Écran d'accueil, profil « élève » sur Elastic

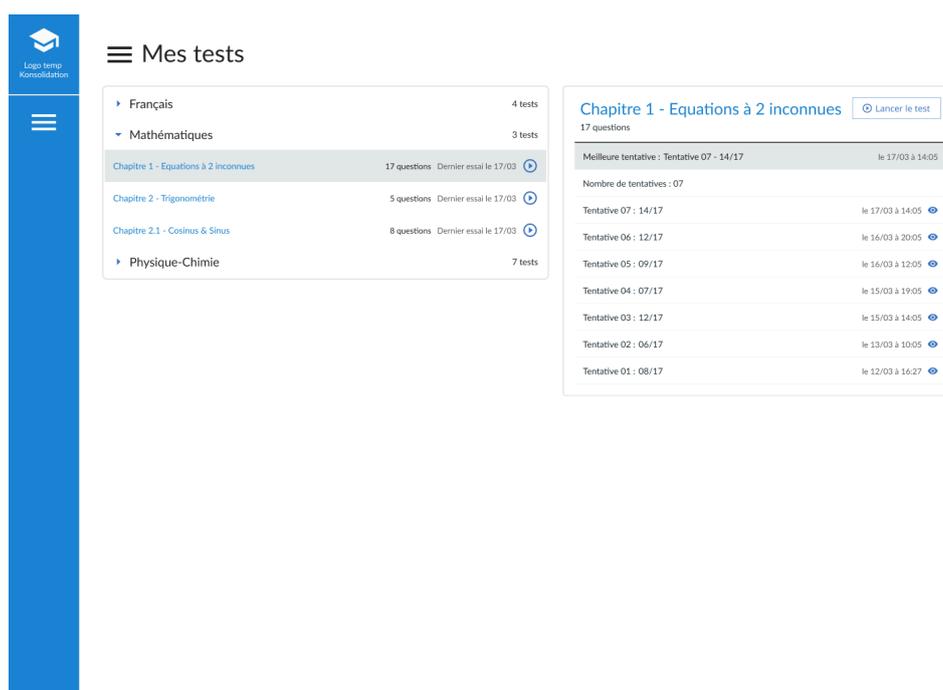


Fig. 6. – Maquette de l'accueil de Konsolidation inspirée d'Elastic

Après une première itération en interne s'appuyant majoritairement sur le *design* de Elastic illustré sur la Fig. 5, nous avons décidé de nous en éloigner au bénéfice d'une approche *mobile first*, qui nous semblait plus adaptée à un public de collégiens.

L'étude de Ruan et al. (2019) a souligné qu'avec un *quizbot* on obtenait plus d'engagement des élèves qu'avec des applications au format de *flashcards* ou de simple quiz. Même si nous n'avons pas pour objectif de faire appel à un *quizbot*, ce concept nous a néanmoins inspiré une piste intéressante sur le plan de la forme. Nous avons en effet choisi pour cette version de retransmettre les informations liées à une question d'une tentative (question, réponse de l'élève, réponse de l'enseignant, ...) sous la forme d'une discussion dans une messagerie instantanée. Nous avons considéré que cette interface pourrait être engageante et familière pour les élèves. À l'issue de cette deuxième itération, nous avons obtenu les maquettes représentées par la Fig. 7, qui ont servi de support lors des entretiens individuels avec les élèves et les enseignants. Ces maquettes ont été réalisées en s'appuyant sur les critères suivants :

- adopter une approche *mobile first*, en accord avec la littérature soutenant que le mobile est un support motivant les élèves (Criollo-C et al., 2021)
- concevoir l'outil sous la forme d'une application web pour garantir son accessibilité sur tout type de support, tout en proposant une version spécifiquement adaptée aux ordinateurs (Fig. 8 et Fig. 9)

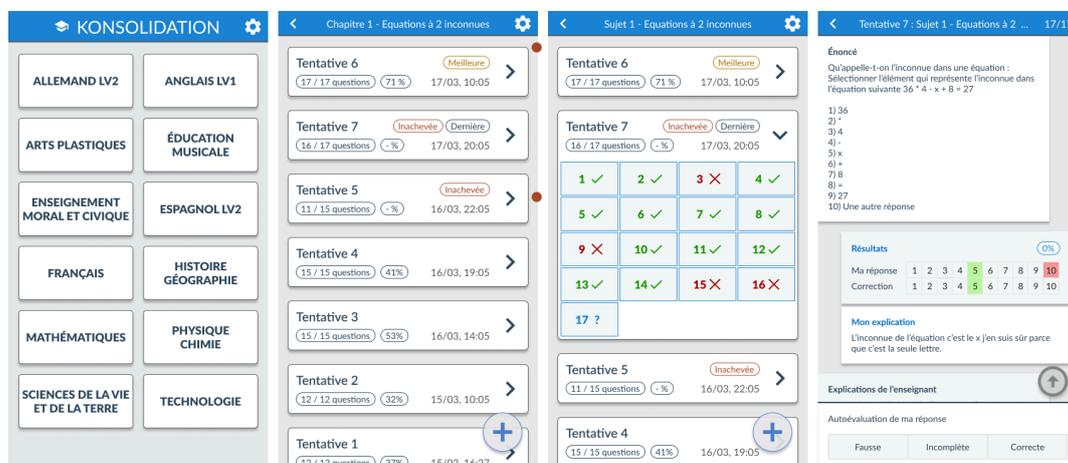


Fig. 7. – Maquettes présentées durant les entretiens - version pour mobile

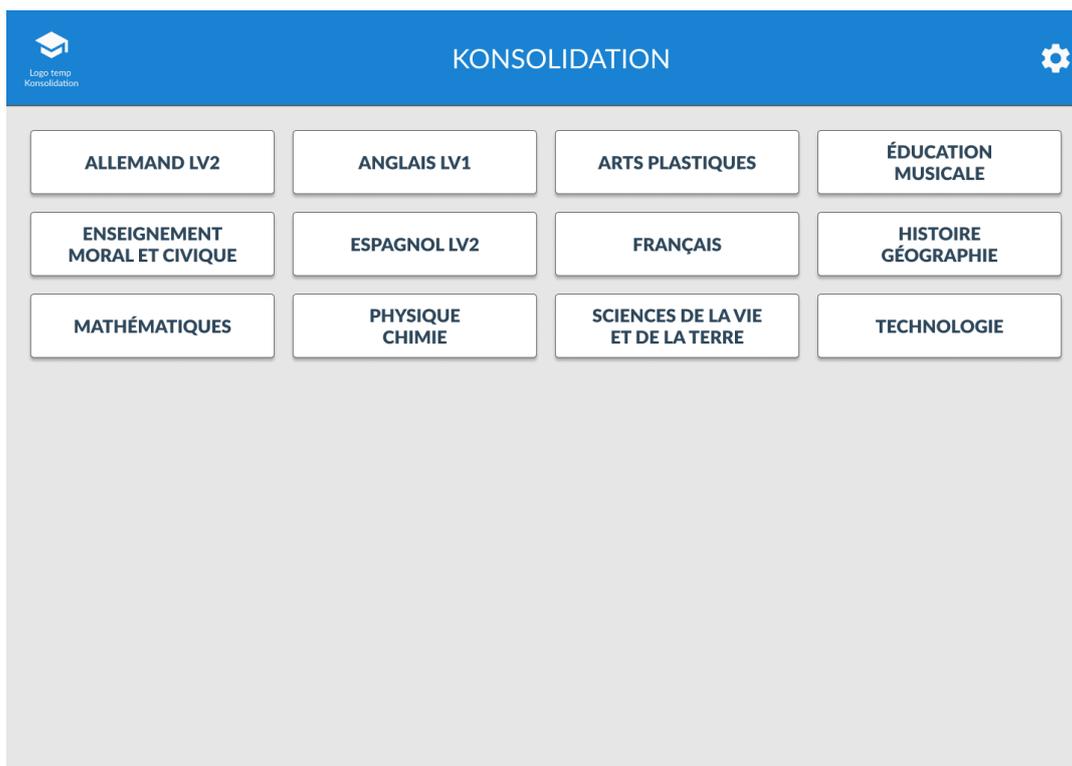


Fig. 8. – Maquette présentée durant les entretiens - version pour ordinateur 1/2

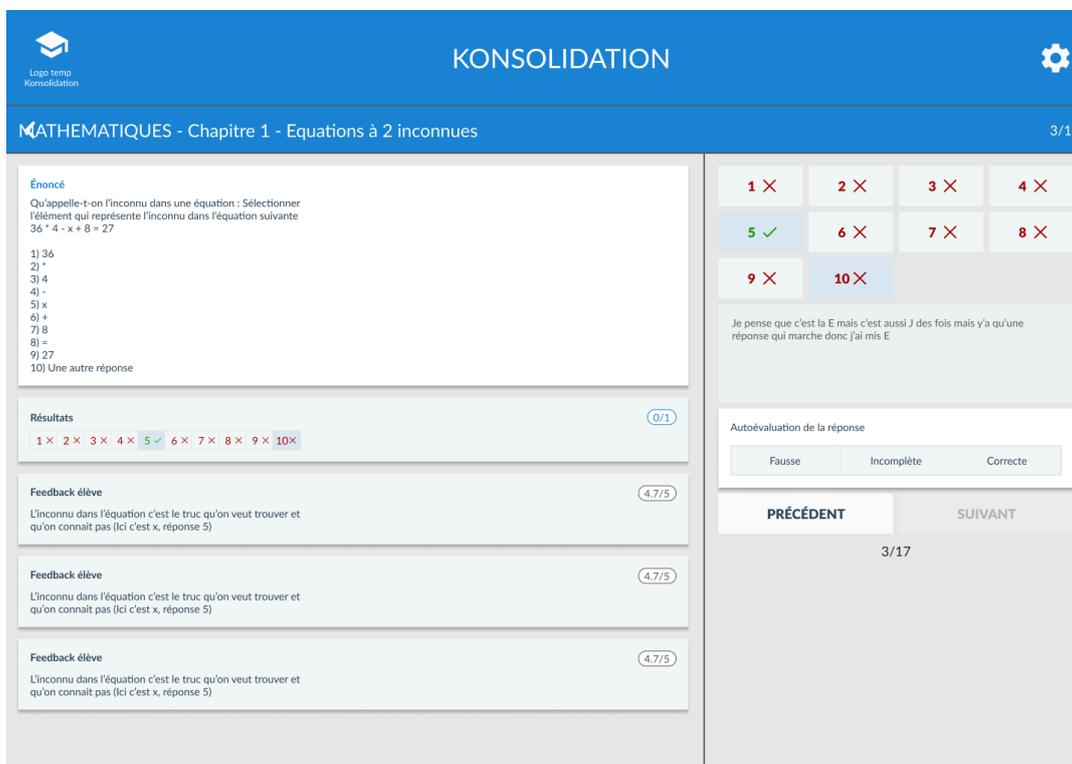


Fig. 9. – Maquette présentée durant les entretiens - version pour ordinateur 2/2

3.1.3. Entretiens individuels semi-dirigés

L'étude qualitative s'est articulée autour d'entretiens semi-dirigés d'environ 45 minutes, en s'appuyant sur des questionnaires construits en amont. Pour construire ces questionnaires, nous nous sommes partiellement inspirés de l'UTAUT2, couramment utilisé dans les études visant à prédire l'acceptation d'un outil par son public. Le recours à ce questionnaire nous a aidé pour interroger certains aspects de notre outil, cependant il ne permettait pas de couvrir tous les aspects que nous souhaitions évoquer, et était trop approfondi sur certains aspects. C'est pourquoi nous avons choisi de ne nous appuyer que partiellement sur les dimensions qu'il propose, en les adaptant à nos objectifs.

Les questionnaires résultants utilisés en entretien avec les enseignants et les élèves sont présentés respectivement dans les Tableaux 6 et 7.

Questions posées
Parmi vos pratiques pédagogiques, en utilisez-vous une plus fréquemment que les autres ?
Donnez-vous du travail hors classe à vos élèves ? Si oui, sous quelle forme ?
Comment demandez-vous aux élèves de préparer une évaluation sommative ?
Êtes-vous à l'aise avec l'utilisation des outils numériques pour l'enseignement ? Lesquels utilisez-vous ?
Utilisez-vous des réseaux sociaux pour échanger avec les élèves ? Pour échanger avec les autres enseignants ?
<i>Présentation du prototype</i>
Pensez-vous qu'une telle application soit pertinente pédagogiquement pour les élèves ? Pour les enseignants ?
Auriez vous des réserves par rapport à l'usage d'un tel outil : Vis-à-vis des enseignants ? Vis-à-vis des élèves ?
Quels indicateurs pourraient vous être utiles dans une telle application ?
Voudriez-vous intervenir en amont d'une telle application ? Si oui, comment ?

Tableau 6. – Le questionnaire utilisé pour les entretiens avec les enseignants

Questions posées
Durant l'année scolaire passée, aviez-vous accès aux outils suivants le soir chez vous/dans votre chambre d'internat ?
Par quel(s) moyen(s) échangez vous avec vos enseignants l'an dernier ? Avec vos camarades de classe ?
Quel usage faites vous de la technologie ? Parmi les usages scolaires, vous en servez vous directement en classe également ? Si oui, avez-vous déjà utilisé des outils en particulier dont vous vous rappelez ?
Utilisez-vous déjà une application de révisions ? Si oui laquelle ? Si non voyez-vous à quoi cela ressemble ?
A quoi devrait ressembler une application de révisions pour vous ? Quels outils vous vous attendriez à ce qu'elle vous propose ?
<i>Présentation du prototype</i>
Quels éléments pourraient vous freiner dans l'utilisation de l'application ?
Quels éléments aimeriez-vous voir dans une telle application ? <ul style="list-style-type: none"> • Pour vous aider à mieux travailler ? • Pour apprécier l'outil / être motivé à s'en servir ?
Est-ce que vous pensez qu'une application de révisions comme celle-ci serait utile dans votre travail ?
Si vous utilisiez une application de révisions, pensez vous obtenir de meilleurs résultats scolaires ?
En moyenne combien de temps par semaine utiliseriez-vous une telle application ?
Voudriez-vous que vos parents puissent voir le travail fait sur cette application ?
Pensez-vous être plus motivé à utiliser l'application si vous pouvez interagir avec les autres élèves dessus ? Si oui comment ?
Quel rôle devraient avoir les enseignants autour de cette application d'après vous ?
Quelles informations accepteriez-vous de partager avec l'enseignant ? <ul style="list-style-type: none"> • Automatiquement ou à la demande (avec une action de votre part) ? • Nominativement ou anonymement ?

Tableau 7. – Le questionnaire utilisé pour les entretiens avec les élèves

Les entretiens ont été découpés en trois phases :

- La première phase consistait à interroger les participants sur leur environnement et leurs méthodes de travail dans le but de mieux comprendre les activités effectuées.
- La deuxième phase permettait de présenter aux participants le prototype de l'outil réalisé en amont, afin de rendre le sujet concret et aider les participants à se projeter.
- La troisième phase consistait à les interroger sur le prototype présenté pour recueillir leur avis, qu'il s'agisse de leurs ressentis autour de l'outil ou d'idées de fonctionnalités qu'ils aimeraient y trouver.

Tous les entretiens se sont déroulés à distance par visioconférence avec l'outil BigBlueButton permettant de présenter le support en accord avec les besoins de la deuxième phase et d'enregistrer de manière sécurisée les entretiens afin de les retranscrire.

3.1.4. Analyse thématique

Dans le cadre de notre étude qualitative exploratoire, l'analyse thématique que nous avons menée répondait à plusieurs objectifs. Il s'agissait d'une part de déterminer des hypothèses permettant de guider la conception, d'autre part d'identifier des pistes d'améliorations pour le premier prototype que nous allions présenter. L'analyse thématique a donc été réalisée suite aux entretiens, en s'appuyant sur les retranscriptions, nous permettant ainsi de relever toutes les idées évoquées par les participants et de les regrouper par thèmes. L'analyse thématique a donc été réalisée suite aux entretiens, en s'appuyant sur les retranscriptions, nous permettant ainsi de relever toutes les idées évoquées par les participants et de les regrouper par thèmes. Les encodages ont dans un premier temps été définis à partir des thématiques abordées, puis ont été enrichis à partir des nouveautés identifiées dans les retranscriptions.

Pour cette étude, nous avons retenu les regroupements présentés dans la Fig. 10. Les idées principales, telles qu'elles ont été exprimées dans les entretiens, sont détaillées dans le Chapitre 3.2., puis interprétées et analysées dans le Chapitre 3.3.. Nous avons souhaité rendre les données accessibles à la consultation. À cette fin, nous avons mis à

disposition les retranscriptions, les questionnaires ainsi que les données recueillies en amont dans un répertoire consultable via la plateforme Open Science Framework¹⁸.

¹⁸https://osf.io/cz7fe/?view_only=cc64c8417d184a9298efc638a54cde34

Application (Enseignants)**Idées enseignants**

- Communication interne
- Génération de contenu
- Notation
- Notification
- Adaptation/Modération du contenu
- Incitation à la régularité
- Outil inter-disciplinaire
- Accessibilité multi plateformes

Indicateurs enseignants

- Indicateurs individuels
- Indicateurs par classe et par niveau
- Taux de réussite élèves
- Taux d'activité élèves
- Prise en main simple

Réserves enseignants

- Charge de travail
- Dérives associées au mobile
- Multiplicité des supports
- Réfractaire au numérique
- Manque de compétence élèves
- Bugs techniques

Contexte enseignant**Méthodes pédagogiques****Objectifs pédagogiques**

- Autonomie des élèves
- Esprit critique des élèves
- Engagement des élèves
- Palier les inégalités
- Régularité des élèves

Outils numériques

- Communication
- Présentation et documents
- Environnement scolaire
- Outil de tests

Application (Élèves)**Idées élèves**

- Communication interne
- Diversité du contenu
- Couleurs
- Hors connexion
- Cours et supports
- Rendre amusant
- Suivi individualisé

Rapport aux autres via l'outil

- Rapport aux autres élèves
- Rapport aux enseignants
- Rapport aux parents

Perception élèves

- Utilité de l'outil
- Estimation d'utilisation
- Partage de données enseignant

Réserves des élèves

- Quantité de contenu
- Distracted du mobile
- Pression enseignante
- Autonomie manquante
- Visuels peu attrayants

Contexte élève**Méthodes de révisions**

- Fiches de révisions

Usage du numérique

- Communication entre élèves
- Équipements
- Outils numériques
- Travail
- Autres usages personnels

Fig. 10. – Arbre des codes utilisé pour l'analyse thématique

3.2. Résultats de l'analyse thématique

3.2.1. Étendre l'accessibilité aux autres équipements que le smartphone

Lors des entretiens, nous avons présenté des maquettes sous la forme d'écrans adaptés au mobile aux élèves et aux enseignants. La présentation sous ce format a mis en avant un besoin : « Pouvoir accéder à l'outil via différents équipements ». Tout d'abord, lorsque nous avons interrogé les enseignants sur leurs éventuelles réserves concernant l'outil ou son support, l'accès via mobile a été mentionné sous l'angle des limitations matérielles. Dans un premier temps, cet accès a été perçu positivement, comme une solution permettant aux élèves ne disposant pas d'un ordinateur de pouvoir tout de même utiliser l'outil :

En1 : « [C'est utilisable sur mobile] Ça c'est bien parce que par exemple sur Genially ils ne peuvent pas l'ouvrir sur mobile et du coup des fois ils n'ont pas accès parce qu'ils n'ont pas tous un ordinateur »

Un peu plus tard ce même enseignant soulignait la limite de n'avoir que le mobile comme équipement proposé :

En1 : « [...] il faudrait que ça puisse être mixte parce que s'ils n'ont pas de portables, ils ont parfois une tablette ou quand même un ordi à la maison [...] ».

En plus de l'aspect « matériel à disposition », les enseignants ont évoqué les capacités des élèves à l'égard de la technologie aujourd'hui, observant une aisance plus marquée sur téléphone/tablette que sur l'ordinateur :

En4 : « [...] les élèves savent moins utiliser l'ordinateur bizarrement aujourd'hui que la tablette ou le téléphone. »

Du côté des élèves interrogés, nous avons noté une préférence personnelle pour le travail sur ordinateur. Un autre souligne également cette préférence, avec un peu de recul et met directement en avant l'idée que les préférences sont diverses :

E12 : « S'il y avait un équivalent ordinateur pour travailler à la maison, moi je préfère mais c'est personnel. »

E13 : « Alors franchement, ça dépend des élèves, je sais que certains ont beaucoup plus tendance à travailler avec leur téléphone, d'autres avec leur ordinateur. Moi en tant qu'étudiant, j'utilise principalement l'ordinateur, après les deux plateformes sont bonnes, je pense. »

3.2.2. Réguler l'utilisation du smartphone en contexte éducatif

Si l'utilisation de l'outil avec ou sans smartphone a relevé le besoin d'accessibilité multi-plateformes, il a également été sujet à débat quant à sa régulation en tant qu'outil numérique. En effet, deux enseignants ont accentué le besoin de vigilance à l'égard des dérives et abus qu'ils peuvent engendrer mais en mesurant que ce risque n'est pas tant lié à l'outil en lui-même qu'au contrôle que l'on peut avoir dessus :

En4 : « ... je suis de moins en moins d'accord pour le téléphone au collège, vu notamment les dégâts que ça crée ... »

En5 : « ... pour moi il y a vraiment une nécessité d'accompagnement [...], d'expliquer que c'est un outil pédagogique et donc qu'il faut pouvoir l'encadrer. »

Même si les éventuelles inquiétudes des élèves à ce sujet n'ont pas le même ton que celui des enseignants, l'un d'entre eux souligne aussi les distractions qui accompagnent cet outil avec les diverses notifications par exemple et montre que c'est un support à considérer avec modération :

E11 : « ... si jamais ça va être une application qui va être sur le téléphone, ce qui serait bien c'est qu'elle soit utilisable sans internet parce que moi je sais que si j'utilise mon téléphone pour réviser [...] si je reçois une notification ça va me donner envie de sortir de l'application pour vérifier, voir ce que c'est. »

3.2.3. L'engouement autour du numérique et de l'outil

Même si l'outil mobile présente des limites, le numérique motive les élèves, et les enseignants adaptent leurs pratiques en conséquence. Ils nous expliquent que les élèves montrent de l'engouement quand il s'agit de travailler avec le numérique, et que cela influence leur choix de support :

En2 : « Tous mes cours sont systématiquement illustrés par un diaporama [...]. Je sais qu'ils l'apprécient beaucoup, tous les ans en fin d'année je fais le bilan avec mes classes [...] ça revient systématiquement et ils sont même demandeurs. »

En1 : « Je sais qu'ils aiment bien quand il y a des petites vidéos ou des choses en plus, ou des LearningApps par exemple. »

Si la motivation intrinsèque des élèves avec le numérique est observée par les enseignants dans leur exercice de la profession, nous avons également pu constater la motivation des élèves à travers les entretiens. En effet, la présentation devait permettre aux élèves de se projeter avec l'outil, d'imaginer comment ils pouvaient s'en servir ainsi que les fonctionnalités qu'il pourrait avoir. Via cet exercice, les élèves ont montré un certain enthousiasme envers l'outil spécifiquement. La Fig. 11 illustre la possibilité de voir les arguments d'autres élèves après avoir répondu, qui a plu à un élève en entretien :

E13 : « ... je trouve ça très intéressant, surtout le fait que du coup les élèves puissent progresser en voyant l'argumentation de leurs camarades ... »

E11 : « Je pense que ça pourrait être très intéressant d'avoir une application de ce genre, ouais franchement c'est cool. »

Ces retours de la part des enseignants comme des élèves montrent que l'utilisation du numérique est une opportunité en terme d'engagement des élèves et pourrait être un facteur de motivation à exploiter.

Tentative 7 : Sujet 1 - Equations à 2 ... 17/17

Résultats 0%

Ma réponse	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Correction	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Mon explication
L'inconnue de l'équation c'est le x j'en suis sûr parce que c'est la seule lettre.

Explications de l'enseignant
Rappel de la définition de l'inconnue d'une équation (Voir chapitre du cours 1.1)

Feedback élève 4,7/5
L'inconnu dans l'équation c'est le truc qu'on veut trouver et qu'on connaît pas (Ici c'est x, réponse 5)

Feedback élève 2 4,6/5
C'est la réponse 5, parce que l'inconnu c'est x dans cette équation

Autoévaluation de ma réponse
Fausse Incomplète Correcte

Fig. 11. – Argumentations d'autres élèves pour s'autoévaluer

3.2.4. Surveiller le besoin d'une motivation extrinsèque

Cette motivation pour l'outil, et le numérique en général ne semble toutefois pas suffisante d'après certains enseignants qui pensent que les élèves ont besoin d'une motivation extrinsèque en plus, comme une note associée aux travaux de révisions :

En4 : « ..., au départ peut-être va falloir justement trouver une carotte pour justement donner [aux élèves] l'envie d'y aller spontanément ... »

En opposition, les élèves soutiennent plutôt l'idée qu'associer une note à ce travail de révisions au sein de l'outil aurait un effet négatif et décourageant :

E14 : « ... une notation peut démoraliser l'élève en fonction des caractères, et il peut se dire < je suis bloqué à telle note > et ça peut braquer surtout. »

3.2.5. Tirer parti des révisions des élèves en s'appuyant sur des indicateurs

Durant les entretiens, nous avons interrogé les enseignants sur les indicateurs qu'ils trouveraient pertinents pour tirer partie des travaux hors-classe des élèves. En leur

posant cette question, ils ont répondu être intéressés par des indicateurs permettant de superviser le travail hors-classe, afin de proposer aux élèves un suivi individualisé :

En5 : « ... ce qui pourrait être intéressant c'est de savoir le taux d'utilisation de l'application durant la séquence et jusqu'à l'évaluation en fait, [...] voir quand est-ce qu'ils [les élèves] travaillent, pour les aider à mieux répartir leur charge de travail. »

Si un tel suivi intéresse les enseignants, l'un d'entre eux s'inquiète de la charge de travail supplémentaire qui pourrait accompagner ce suivi :

En8 : « Le temps ou la charge de travail, je pense il est vraiment sur l'analyse du retour, qui est fait plus ou moins individuellement, où là il peut y avoir une charge de travail qui est effectivement conséquente. »

Si cette inquiétude sur la charge de travail a pu ressortir du côté enseignant, le besoin de suivi lui est également évoqué par les élèves. On le comprend au rôle évoqué par les élèves lorsqu'ils ont été interrogés sur la place qu'ils pensent que les enseignants devraient prendre autour de cette application, à savoir un rôle de supervision essentiellement, au moins de manière incitative :

E12 : « Au lycée on est très couvés toujours, du coup on se réfère beaucoup aux professeurs, à ce qu'ils nous disent vraiment de faire donc je pense qu'inciter c'est le plus important. »

Toujours en soutien de cette idée, lors de la mention d'avoir des indicateurs à disposition des enseignants, les élèves soulignent comme les enseignants la possibilité d'en profiter pour proposer un suivi individualisé.

E14 : « Je pense que ça pourrait aider l'enseignant à voir ce que l'élève produit pour essayer de le corriger par la suite [...] et voir où en est l'élève et voir ses progrès »

3.3. Discussion et hypothèses résultantes

La discussion effectuée dans cette étude sera centrée autour des hypothèses identifiées, en soulignant les implications associées à la conception de la première version du système de révisions.

3.3.1. Accéder à l'outil via différents équipements

Comprendre le contexte d'utilisation et les équipements utilisés pour accéder à un outil fait partie de l'aspect « conditions facilitatrices » lorsque l'on se réfère au modèle de l'UTAUT2. Cet aspect est l'un des prérequis importants dans notre travail puisque la première étape pour que les élèves bénéficient des effets test et d'espacement à travers notre outil est qu'ils s'en servent. Avec ces entretiens, nous avons pu émettre une première hypothèse sur l'utilisation de l'outil :

H1 - Les élèves vont accéder au système de révisions avec divers équipements.

Cette première hypothèse vient à l'encontre de nos premières suppositions, à savoir que proposer le smartphone serait une proposition suffisante en s'appuyant sur l'aspect motivationnel qu'il représente pour les élèves (Bai, 2019; Cavanaugh et al., 2014). Cependant, même si les enseignants ont également observé cet aspect, ils ont argumentés en faveur d'une accessibilité multi-supports, dans la mesure où les élèves de la 6ème à la 3ème n'ont pas nécessairement un smartphone, mais ont généralement au moins l'accès à un autre équipement à la maison. De plus, plusieurs élèves interrogés ont relevé que l'usage pouvait varier et que certains inconvénients pouvaient accompagner l'utilisation du smartphone pour les révisions. En se référant à d'autres recherches (Amadiou et al., 2019; Farrah & Abu-Dawood, 2018), il nous semblait donc essentiel de développer une première version de l'outil qui soit accessible sur tout type d'équipement. Pour tester l'hypothèse présentée, le système doit donc d'abord répondre à ce critère d'accessibilité, et ensuite permettre la collecte d'informations relatives aux dispositifs utilisés par chaque élève. Le point d'attention soulevé concernant la distraction des élèves doit également être pris en compte, en prévoyant pour le système un mode d'utilisation hors-ligne permettant de limiter les notifications en provenance des réseaux sociaux par exemple.

3.3.2. Proposer un outil de test aux élèves les incite à se tester plus

Garantir l'accessibilité de l'outil était une condition préalable pour bénéficier de l'enthousiasme des élèves. Les observations des enseignants et les réactions des élèves à l'outil présenté indiquent que l'introduction d'un outil numérique semble avoir un impact positif sur la motivation des élèves. Les travaux de Silvestre et al. (2015) montraient aussi que les élèves avaient beaucoup participé aux tests de révisions construits sur la base des contenus de cours et des prises de notes élèves. En partant de cette motivation et en nous appuyant sur cette étude, nous émettons l'hypothèse suivante :

H2 - Fournir aux élèves un outil de révisions mettant en place l'effet test aura un effet bénéfique sur leur pratique du test comme méthode de révisions.

Pour étudier cette hypothèse, le protocole expérimental mis en place pour évaluer l'outil devait permettre de comparer l'utilisation de la première version du système de révision avec l'utilisation d'Elaastic comme outil de révision par les élèves.

Cette hypothèse implique également dans notre protocole qu'il ne faut pas inciter les élèves à utiliser le système de révision par d'autres moyens que la mise à disposition de l'application et l'éventuelle formation initiale à son utilisation. L'objectif de cette contrainte est d'observer leur comportement avec le moins de sollicitation possible.

3.3.3. Les élèves réviseront en masse à l'approche des évaluations sommatives

Malgré la motivation mise en avant, certains enseignants ont fait remarquer qu'elle pourrait ne pas être suffisante pour que les élèves utilisent l'outil en l'absence de notation. Compte tenu de l'opinion des élèves qui ont déclaré que la notation de la révision pourrait nuire à l'activité, nous avons choisi de ne pas en intégrer dans un premier temps. Notre étude portant sur les révisions, nous nous intéressons à un travail déjà soumis plus ou moins directement à notation, à travers les évaluations sommatives associées. Cependant, aucune autre notation n'a été intégrée. En nous référant à certaines études sur l'attitude des apprenants à l'égard des révisions, qui

montrent une tendance à réviser massivement à l'approche des évaluations (Blasiman et al., 2017) nous avons donc pu émettre l'hypothèse suivante :

H3 - L'usage de l'outil sera particulièrement marqué à proximité des examens.

Pour étudier cette hypothèse, le système doit donc permettre la collecte des dates de travail des élèves. D'autre part, il est nécessaire de recueillir auprès des enseignants les dates des évaluations, afin de pouvoir les comparer aux périodes de travail des élèves. Notre protocole doit également garantir que le contenu disponible est bien une partie nécessaire des révisions, qui sera évaluée sommativement, et que les élèves en sont informés. En écho à l'hypothèse précédente, le même paramètre d'absence de sollicitation autre est ici nécessaire pour observer le comportement des étudiants sans action de la part du système.

3.3.4. Des indicateurs nominatifs sur l'activité étudiante

Interrogés sur le type d'indicateurs que les enseignants aimeraient voir s'ils en trouvent de pertinents, beaucoup ont répondu positivement à l'idée d'utiliser l'outil pour mettre en place un suivi personnalisé, même s'ils n'ont pas fourni beaucoup d'informations. Cependant, la nécessité de rester vigilant quant au temps que ce suivi peut coûter a été soulignée. Compte tenu de l'intérêt des enseignants, mais en considérant que cette charge de travail semble importante, nous posons donc l'hypothèse suivante :

H4 - Les enseignants utiliseront les données nominatives mises à leur disposition pour améliorer le suivi individualisé malgré la charge de travail induite.

Pour vérifier cette hypothèse nous proposons d'étudier des indicateurs à différentes échelles (élève, classe, niveau), en retraçant la façon dont les enseignants les utilisent. Le système devra donc implémenter des interfaces présentant ces indicateurs, et permettre de tracer l'activité enseignante sur ces écrans. Une telle collecte de données pour construire des indicateurs attire notre attention sur la vie privée et l'éthique

(Willis et al., 2016) concernant les étudiants. Toutefois, étant donné que les élèves ont exprimé le besoin d'être suivis, nous sommes également confiants dans cette dernière hypothèse :

H5 - Les élèves et leurs parents accepteront que l'on collecte des données à caractère personnel pour construire des indicateurs pour les enseignants.

Pour tester cette hypothèse, nous aurons pour objectif que le système dispose une implémentation suivant les principes de *privacy by design*. Il pourra également proposer aux élèves comme à leurs parents de choisir librement de transmettre ou non les données ciblées aux enseignants.

3.3.5. Hypothèses et exigences résultantes

Pour conclure cette discussion, nous rappelons les hypothèses formulées au cours de cette étude, présentées dans le document Tableau 8, ainsi que les exigences qui en découlent, détaillées dans Tableau 9. Ces hypothèses et exigences ont orienté à la fois la conception du système et l'élaboration du protocole expérimental.

	Hypothèses résultantes
H1	Les élèves vont accéder au système de révisions avec divers équipements.
H2	Fournir aux élèves un outil de révisions mettant en place l'effet test aura un effet bénéfique sur leur pratique du test comme méthode de révisions.
H3	L'usage de l'outil sera particulièrement marqué à proximité des examens.
H4	Les enseignants souhaitent avoir accès à des données nominatives pour améliorer le suivi individualisé malgré la charge de travail induite.
H5	Les élèves et leurs parents accepteront que l'on collecte des données à caractère personnel pour construire des indicateurs pour les enseignants.

Tableau 8. – Hypothèses résultantes de l'étude qualitative

Id	Hyp. Associées	Type d'exigence	Exigence
ES1	H1	Système	Permettre un accès multi-équipements
ES2	H1	Système	Capacité de collecter les informations relatives aux dispositifs utilisés par chaque élève
EP1	H2	Protocole	Permettre une comparaison des utilisations par les élèves d'Elaastic et du nouvel outil pour les révisions
EP2	H2, H3	Protocole	Limiter les incitations à utiliser l'outil
ES3	H3	Système	Permettre la collecte des dates de travail des élèves
EP3	H3	Protocole	Permettre la collecte des dates d'évaluations pour les comparer aux dates de travail
ES4	H4	Système	Proposer des tableaux de bord à échelles différentes
ES5	H4	Système	Tracer l'usage des tableaux de bord par les enseignants
ES6	H5	Système	Implémenter l'outil selon les principes de <i>privacy by design</i>
ES7	H5	Système	Tracer les choix de confidentialité des élèves et des parents distinctement

Tableau 9. – Exigences associées aux hypothèses

Chapitre 4

Conception de l’outil Konsolidation

Contenu

4.1. Exigences détaillées de l’outil	50
4.1.1. Exigences fonctionnelles liées à la recherche	51
4.1.2. Exigences fonctionnelles pour les élèves	53
4.2. Architecture de Konsolidation	62
4.3. Point technique critique : Interopérabilité tri-partite	64

Ce chapitre présente la conception et le développement de l’outil de révisions Konsolidation. Dans un premier temps, ce chapitre présentera les exigences spécifiant le système sur les plans fonctionnel et extra-fonctionnel. Ensuite nous décrirons l’architecture du logiciel et les éléments techniques clés qui nous permettent de répondre à ces exigences. Enfin, nous détaillerons le point technique critique que nous avons rencontré pour assurer une bonne intégration de l’outil dans un contexte institutionnel.

4.1. Exigences détaillées de l’outil

Dans le cadre de notre thèse, nous avons établi que l’outil dans sa première version serait uniquement utilisé directement par les élèves. Cependant, l’outil devait également servir nos objectifs de recherche, ainsi, certains éléments implémentés ne l’ont été que dans ce but. Les fonctionnalités principales qui sont présentées ici sous la forme de *user stories* (US) sont donc réparties en deux catégories : les exigences fonctionnelles devant être satisfaites pour les besoins de notre recherche et les exigences fonctionnelles devant être satisfaites pour les besoins des élèves. Pour certaines de ces *user stories*, nous détaillerons les critères d’acceptation qui soulignent des éléments essentiels implicites dans l’expression de l’exigence.

4.1.1. Exigences fonctionnelles liées à la recherche

En nous appuyant sur l'étude qualitative exploratoire conduite en amont, nous avons déterminé certaines exigences que le système devait satisfaire pour confronter nos hypothèses de recherche à la réalité des usages en contexte écologique. Ces exigences sont rappelées dans le Tableau 10.

Id	Hyp. Associées	Exigence	Hypothèse de recherche
ES2	H1	Permettre la collecte des informations relatives aux dispositifs utilisés par chaque élève.	Les élèves accèdent à l'outil à travers différents équipements
ES3	H3	Permettre la collecte des dates de travail des élèves	Les élèves effectuent des tests de révisions principalement à l'approche d'une évaluation sommative.

Tableau 10. – Exigences induites par les hypothèses de recherche

L'hypothèse H1 stipule que les élèves accéderont aux outils avec divers équipements. Pour travailler cette hypothèse, le système doit nécessairement satisfaire à l'exigence ES2, « Capacité de collecter les informations relatives aux dispositifs utilisés par chaque élève ». Nous avons défini l'*user story* de recherche US1 spécifiant alors notre besoin de récupérer l'*user-agent* à travers l'outil lorsqu'un élève s'y connecte.

User Story N°1 : Tracer les équipements utilisés par les élèves

En tant que : Chercheur

Je veux tracer les différents équipements utilisés par les élèves

Pour analyser les pratiques des élèves en terme d'équipements utilisés

Critère(s) d'acceptation :

1. Chaque connexion à l'outil génère un log associé à l'*user-agent* employé pour accéder à l'outil
2. Chaque log contient l'information de l'élève concerné
3. Le registre de traitement des données est mis à jour pour le maintien de la conformité au RGPD

Nous avons également pour objectif d'évaluer dans quelle mesure notre outil soutient les effets test et d'espacement. Notre outil se voulant dénué de mesure incitative dans un premier temps, nous avons supposé que le comportement observé des élèves s'accorderait avec la littérature, et donc que : « Les élèves effectuent principalement des tests de révisions à l'approche d'une évaluation sommative ». Satisfaire l'exigence ES3 « Permettre la collecte des dates de travail des élèves » nous permet de quantifier l'utilisation de l'outil pour travailler d'une part, et d'étudier l'espacement entre les révisions et les évaluations sommatives des élèves d'autre part. Les deux analyses font chacune l'objet d'une *user story* respectivement l'US2 pour l'effet test et l'US3 pour l'effet d'espacement. Dans l'étude de ces deux effets, nous souhaitons également prévoir la possibilité d'étudier les résultats obtenus par les élèves, traduite par l'US4 suivante.

User Story N°2 : Tracer les tentatives effectuées par les élèves

En tant que : Chercheur

Je veux savoir combien de tentatives les élèves ont réalisé

Pour analyser les pratiques des élèves par rapport à l'effet test

User Story N°3 : Tracer les dates des tentatives effectuées par les élèves

En tant que : Chercheur

Je veux savoir quand les élèves ont fait des tentatives

Pour analyser les pratiques des élèves par rapport à l'effet d'espacement

User Story N°4 : Tracer les résultats des élèves à travers leurs tentatives

En tant que : Chercheur

Je veux connaître les résultats des élèves aux tests

Pour analyser la réussite des élèves aux tests de révisions relativement à des évaluations sommatives

4.1.2. Exigences fonctionnelles pour les élèves

À la suite des exigences issues de nos objectifs de recherche, nous présentons les principales exigences liées à l'expérience des élèves. Pour les identifier, nous nous sommes appuyés sur plusieurs scénarios d'utilisation de l'outil, centrés sur les actions que l'élève serait amené à effectuer. Nous présentons ici un scénario fonctionnel complet, illustrant la majorité des activités réalisées par l'élève dans le cadre de son usage de l'outil.

Le scénario est le suivant : un élève souhaite réviser dès sa sortie du collège. Il veut retravailler le sujet « Monothéisme Juif » qu'il a vu en Histoire-Géographie juste avant de sortir. Durant son trajet de bus, il accède à l'outil en se connectant via l'ENT et commence une nouvelle tentative de test. Après avoir répondu à quelques questions, il s'arrête pour descendre du bus. Lorsqu'il reprend ses révisions dans la soirée, il relit ses réponses aux questions précédentes, puis répond aux questions restantes avant de fermer l'outil pour dormir. Le matin, avant d'arriver au collège, il consulte brièvement la tentative de la veille pour vérifier ses réponses avant les cours puis referme l'outil sans se tester.

Maintenant, nous analysons par étape ce scénario pour en déduire des *user stories*. Tout d'abord, ce scénario présente un élément essentiel de notre outil : avec les enseignants, nous souhaitons permettre aux élèves de réviser le contenu associé à un cours directement après celui-ci. Toutefois, nous ne souhaitons pas augmenter la charge de travail induite pour les enseignants afin de garantir cette instantanéité aux élèves. Ainsi, en nous appuyant sur l'étude de Silvestre et al. (Silvestre et al., 2015), nous avons décidé de réinvestir le contenu produit sur Elaastic lors des séances d'enseignements encadrées, en tant que sujets de révisions pour Konsolidation. Nous retranscrivons cette idée sous la forme des *user stories* US5 et US6, du point de vue d'un enseignant.

User Story N°5 : Mettre du contenu Elaastic à disposition en tant que sujet de révision sur Konsolidation

En tant que : Enseignant

Je veux mettre le sujet travaillé sur Elaastic en classe à disposition en révision sur Konsolidation

Pour éviter la charge de travail de concevoir un sujet supplémentaire

User Story N°6 : Autoriser la mise à disposition des sujets Elaastic pour Konsolidation dès la conception

En tant que : Enseignant

Je veux autoriser la mise à disposition des sujets en révision sur Konsolidation automatiquement en fin de travail en classe

Pour garantir un accès rapide aux élèves après la classe

La nécessité de la mise à disposition de contenu étant maintenant établie, nous pouvons reprendre l'analyse de notre scénario. Une étape cruciale d'utilisation de l'outil consiste à être en mesure d'y accéder facilement. Dans le cadre d'un outil adapté au contexte institutionnel, nous avons défini la nécessité pour les élèves de pouvoir s'authentifier de manière unique, simple et sécurisée. Pour couvrir cet aspect, nous avons qualifié à travers l'*user story* US7 le besoin d'intégrer l'outil à l'ENT. Cette

intégration doit simplifier l'utilisation de Konsolidation pour les élèves en effectuant des liens automatiquement entre les différents outils numériques.

User Story N°7 : Accéder à Konsolidation via mes identifiants ENT

En tant que : Élève

Je veux accéder à l'application directement depuis l'ENT

Pour avoir un accès facile et sécurisé à l'outil

Critère(s) d'acceptation :

1. Disposer d'un lien sur l'ENT pour accéder à Konsolidation
2. Un compte est créé dans Konsolidation à partir des informations récupérées depuis l'ENT lors de la première connexion d'un nouvel utilisateur
3. Le registre de traitement des données est mis à jour pour le maintien de la conformité au RGPD

Une fois connecté à l'outil, l'élève qui a eu Histoire-Géographie souhaite réviser le sujet « Monothéisme Juif » qu'il a vu dans l'après-midi. Dans ce but, il doit alors sélectionner la discipline, le sujet, puis lancer la nouvelle tentative. Ces actions font l'objet des *user stories* US8, US9 et US10.

User Story N°8 : Choisir la discipline à travailler

En tant que : Élève

Je veux choisir « Histoire-Géographie » dans la liste des disciplines

Pour accéder aux sujets disponibles dans la discipline

Critère(s) d'acceptation :

Les dénominations entre Elaastic et Konsolidation sont les mêmes

User Story N°9 : Choisir le sujet à travailler

En tant que : Élève

Je veux choisir le sujet « Monothéisme Juif » que je souhaite travailler

Pour réviser ce sujet

Critère(s) d'acceptation :

Les dénominations entre Elaastic et Konsolidation sont les mêmes

User Story N°10 : Lancer une nouvelle tentative de révision

En tant que : Élève

Je veux lancer la nouvelle tentative

Pour me tester sur le sujet sélectionné

Critère(s) d'acceptation :

1. Une seule tentative est ouverte sur un sujet donné
2. Le lancement d'une nouvelle tentative ouvre la première question du sujet

Une fois l'activité démarrée, l'élève fait face à la première question du sujet, et souhaite y répondre. Selon la question, il peut être amené à répondre de différentes façons : en sélectionnant une ou plusieurs réponses affichées, en ajoutant du texte libre, voire les deux. Dans l'US11, nous supposons qu'il répond à une question à laquelle il doit sélectionner une réponse, tandis qu'on lui propose d'argumenter son choix textuellement. Suite à l'envoi de sa réponse, la correction est systématiquement affichée, l'élève voit donc son résultat US12, est invité à comparer son argumentation à d'autres réponses proposées pour s'auto-évaluer US13, avant de naviguer vers la suite du test US14.

User Story N°11 : Envoyer une réponse à un QCM avec une argumentation éventuelle

En tant que : Élève

Je veux envoyer ma réponse détaillée avec mon argumentation

Pour obtenir les éléments de correction de la question

Critère(s) d'acceptation :

1. Les éléments de réponse d'un élève peuvent être envoyés indépendamment pour chaque question
2. L'envoi de réponse est possible sans argumentation

User Story N°12 : Consulter ma réponse et la correction dans le contexte de la question

En tant que : Élève

Je veux consulter ma réponse et la correction

Pour vérifier que j'ai bien répondu à la question

Critère(s) d'acceptation :

Affichage des éléments de correction (Grille si QCM, argument enseignant, arguments élèves)

User Story N°13 : Auto-évaluer sa réponse à l'aide des autres argumentaires

En tant que : Élève

Je veux auto-évaluer ma réponse à l'aide de l'explication de l'enseignant et des arguments des élèves

Pour réfléchir à ma compréhension de la correction

User Story N°14 : Sélectionner une autre question

En tant que : Élève

Je veux choisir une autre question à laquelle répondre

Pour continuer mon test sur une autre question

Après quelques réponses, notre élève interrompt son activité US15 pour descendre du bus. Dans la soirée, il ré-ouvre l'outil pour reprendre la tentative suspendue. Il peut sélectionner une question à laquelle il a déjà répondu pour la relire s'il le souhaite US16, ou reprendre la tentative directement à la prochaine question à laquelle il n'avait pas répondu, à l'US17.

User Story N°15 : Suspendre une tentative en cours

En tant que : Élève

Je veux suspendre une tentative en cours

Pour la reprendre à un autre moment en ayant conservé ma progression

Critère(s) d'acceptation :

1. Les réponses sont stockées dès qu'un élève les envoie
2. La tentative dispose d'un état identifiable permettant de déterminer si elle peut être reprise

User Story N°16 : Consultation des réponses d'une tentative en cours

En tant que : Élève

Je veux consulter mes réponses dans une tentative en cours

Pour reprendre le test en sachant ce que j'avais répondu auparavant

Critère(s) d'acceptation :

1. Il est possible de naviguer entre les questions librement
2. Un élève ne peut voir que les résultats de ses propres tentatives.
3. La consultation des résultats détaillés par un élève permet de voir, si les données existent : l'énoncé, les réponses justes et celle(s) de l'élève au QCM, l'explication de l'élève, l'explication de l'enseignant, les explications des autres élèves issues d'Elaastic, l'auto-évaluation de l'élève.

User Story N°17 : Reprendre une tentative suspendue

En tant que : Élève

Je veux reprendre une tentative en suspens

Pour répondre aux questions que je n'ai pas terminées

Critère(s) d'acceptation :

1. Le lancement de la reprise d'une tentative suspendue amène directement l'élève sur la première question inachevée dans l'ordre des questions du sujet
2. L'élève peut voir l'état des questions pour savoir lesquelles il n'a pas terminées

La dernière activité aura lieu le lendemain, lorsqu'il suivra le même fil d'action que pour lancer une nouvelle tentative, à l'exception du lancement d'activité. Il choisira à la place d'accéder à l'historique, afin de consulter ses réponses sans même se tester, dans l'US18.

User Story N°18 : Consulter d'anciennes tentatives en détail**En tant que :** Élève**Je veux** accéder à une ancienne tentative**Pour** relire mes réponses dans une ancienne tentative**Critère(s) d'acceptation :**

1. Il est possible de naviguer entre les questions librement
2. Un élève ne peut voir que les résultats de ses propres tentatives.

À partir de ces fonctionnalités, nous avons retravaillé les maquettes présentées lors des entretiens de l'étude qualitative exploratoire et réalisé un nouveau prototype haute fidélité de l'outil. Ces nouvelles maquettes illustrées sur les Fig. 12, Fig. 13 et Fig. 14 ont été réalisées avec des composants construits sur le modèle de la librairie Quasar qui a été utilisée pour l'implémentation, de sorte que les développements disposent des maquettes comme cadrage.

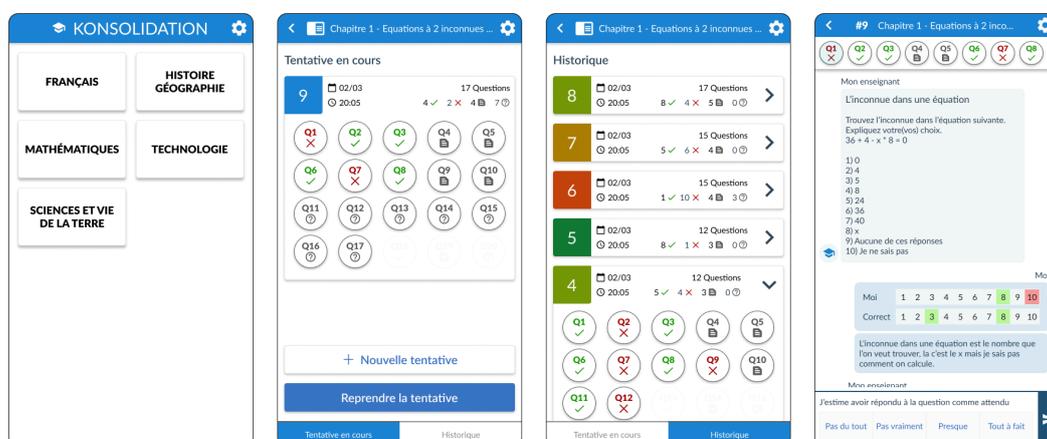


Fig. 12. – Maquettes de Konsolidation revisitées - version pour mobile

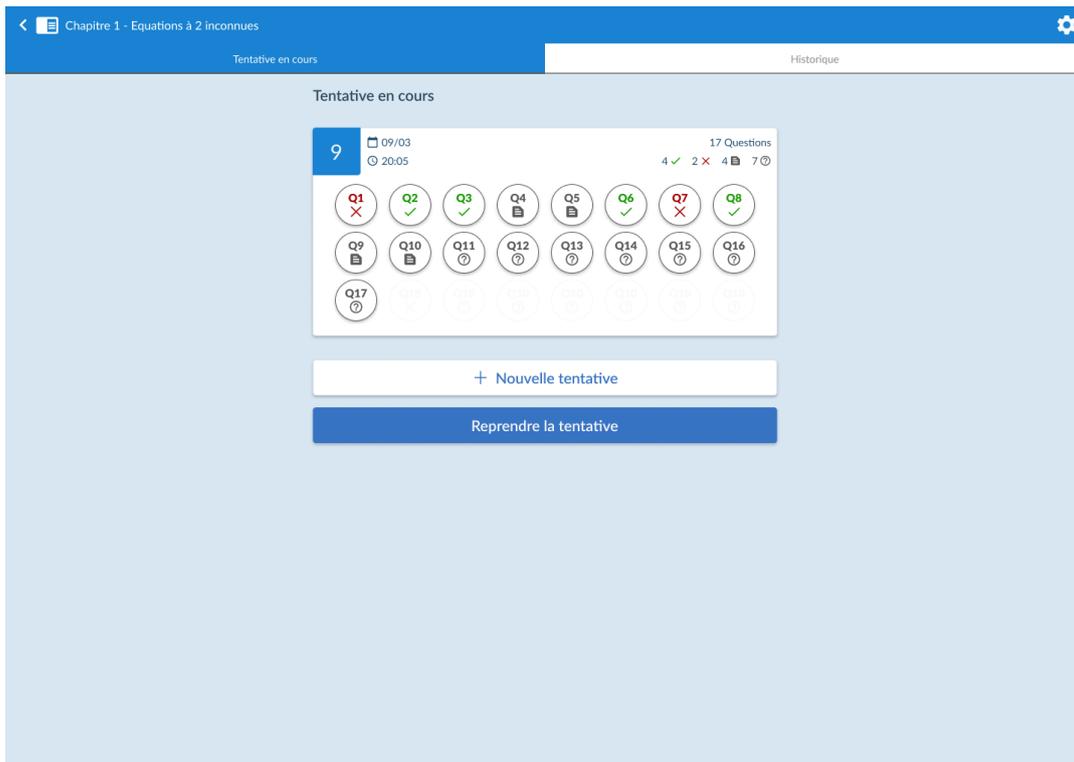


Fig. 13. – Maquette N°1 de Konsolidation revisitées - version pour ordinateur

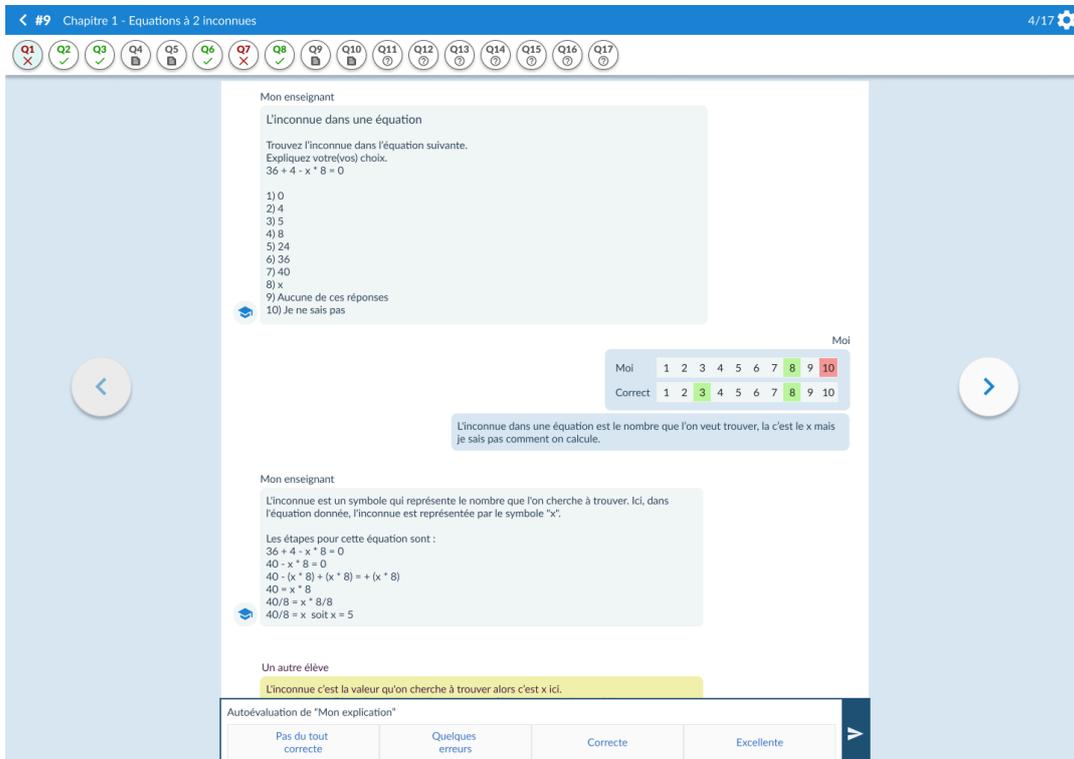


Fig. 14. – Maquette n°2 de Konsolidation revisitées - version pour ordinateur

4.2. Architecture de Konsolidation

L'outil Konsolidation est construit à partir d'une architecture assez standard pour une application web, avec trois niveaux, en mode *Single Page Application (SPA)*. On distingue :

- le client qui met en oeuvre le *design pattern* Modèle-Vue-Contrôleur (MVC) avec le framework Vue.js¹⁹. Il récupère les données du modèle via une API REST²⁰ exposée par le serveur d'application.
- Le serveur d'application, qui expose l'API REST consommée par le client en prenant en charge les interactions avec le serveur de base de données.
- Le serveur de base de données hébergeant une instance du SGBDR MySQL²¹.

Ces trois niveaux sont chacun déployés avec Docker²², ce qui nous permet d'isoler chaque composant. L'utilisation de Docker simplifie aussi les processus de développement et de déploiement indépendamment des machines sur lesquelles chaque niveau est hébergé.

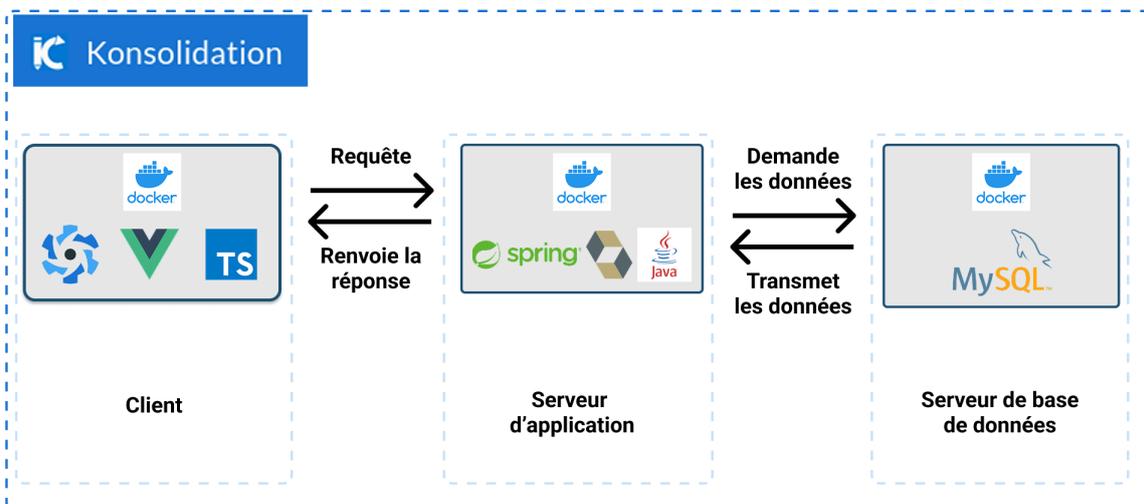


Fig. 15. – Architecture logicielle de Konsolidation

Les différentes technologies utilisées selon les éléments de l'outil concernés sont résumées dans la Fig. 15. La partie serveur s'appuie sur le *framework* Spring Boot qui est largement répandu dans le domaine industriel. Pour l'*Object-Relational Mapping*

¹⁹<https://vuejs.org/>

²⁰<https://restfulapi.net/>

²¹<https://www.mysql.com/fr/>

²²<https://www.docker.com/>

(ORM), le serveur utilise JPA et son implantation dans Hibernate²³ qui permettent de faire la correspondance entre la représentation des entités en tant qu'objet Java et la base de donnée implémentée avec MySQL. L'implémentation du serveur avec les mêmes technologies qu'Elaastic permet de simplifier la maintenance et la mise à jour des outils, dans la mesure où la gestion des deux outils est actuellement effectuée par des membres de notre équipe.

La partie client est codée en TypeScript²⁴, un langage qui améliore la robustesse et la maintenabilité de code JavaScript²⁵, couramment utilisé pour le web. Pour les composants, nous avons fait appel à la librairie de composants Quasar²⁶ adaptée au format mobile, et connue par l'équipe. Dans le but de simplifier la gestion des états du client, nous nous sommes appuyés sur TanStack qui permet d'optimiser les requêtes avec une gestion de la mise en cache des données. Enfin, pour rester cohérent avec Elaastic, nous avons mis en place l'internationalisation (i18n) de l'outil en anglais et en français, selon la langue par défaut du navigateur.

L'accès à l'outil pour les élèves s'effectue à partir de leurs identifiants ENT selon le protocole *Central Authentication Service (CAS)*²⁷. Ce protocole d'authentification unique (SSO) permet aux élèves de n'avoir à se connecter qu'une seule fois, à l'ENT par exemple. Ensuite, lorsqu'ils souhaitent utiliser l'outil Konsolidation, ce protocole se charge de vérifier leur authentification et de les rediriger vers l'outil sans leur demander de se connecter à nouveau. De plus, seules les applications autorisées par le serveur d'authentification peuvent connecter leurs utilisateurs de cette façon, ce qui sécurise la connexion des élèves en garantissant qu'ils accèdent bien à un outil autorisé, et non à un outil tiers non contrôlé. La robustesse du protocole CAS en matière de sécurité constitue un atout important pour son intégration dans un contexte institutionnalisé.

Pour permettre à l'élève d'avoir du contenu sur Konsolidation, l'outil doit consommer l'API Elaastic afin d'obtenir les sujets mis à jour depuis la dernière requête. L'API est en charge de les récupérer et de les filtrer, afin de n'envoyer que les

²³<https://hibernate.org/orm/>

²⁴<https://www.typescriptlang.org/>

²⁵<https://www.oracle.com/developer/javascript/>

²⁶<https://quasar.dev/>

²⁷<https://apereo.github.io/cas/7.1.x/index.html>

informations nécessaires à Konsolidation. Cette communication est illustrée sur la Fig. 16 représentant synthétiquement les architectures des deux outils.

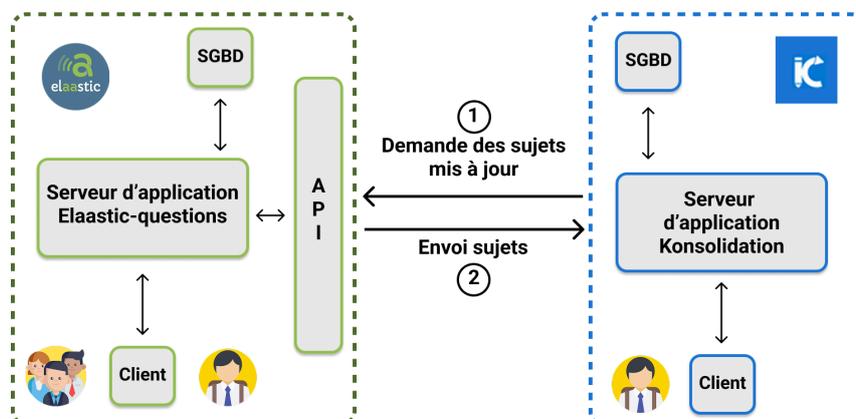


Fig. 16. – Récupération par Konsolidation des données exposées par l'API d'Elastic

4.3. Point technique critique : Interopérabilité tri-partite

L'aspect technique critique pour s'intégrer au contexte institutionnel consistait, dans ce projet, à permettre l'interopérabilité entre les outils en garantissant une connexion sécurisée aux élèves. Au sein des établissements scolaires français publics, il est très fréquent de disposer d'un Environnement Numérique de Travail (ENT) auquel élèves et enseignants accèdent pour toute activité numérique. L'un des objectifs pour nous était alors de permettre aux élèves d'accéder à notre outil ainsi qu'à Elastic depuis cette plateforme qui leur sert de référence. En nous appuyant sur la connexion avec le protocole CAS comme expliqué dans le Chapitre 4.2., nous avons établi cette authentification unique depuis l'ENT vers les deux outils. Du côté d'Elastic comme de Konsolidation, cela implique que dans les bases de données utilisateur, nous avons enregistré un identifiant CAS associé à chaque utilisateur, qui permet de lier un élève sur l'outil au CAS.

Cette étape d'accès sécurisé mise en place, nous avons dû encore permettre l'interopérabilité entre Elastic et Konsolidation. En effet, en nous appuyant sur l'étude présentée dans le Chapitre 2.3. concernant Elastic et la réutilisation de son contenu pour construire des tests de révisions, nous avons décidé de mettre en place une récupération automatisée des contenus d'Elastic pour Konsolidation. D'un côté, cette récupération permet de limiter la charge de travail enseignante, dans la mesure où l'on travaillerait avec des enseignants utilisant déjà Elastic en classe. De l'autre

côté, elle permet aux élèves d'avoir un contenu pédagogique adapté, au fil du rythme scolaire.

Pour récupérer ce contenu d'Elaastic, une API sécurisée a été réalisée par John TRAINIER, l'un des principaux contributeurs d'Elaastic présenté dans le Chapitre 1.1.4.. L'objectif via cette API est de fournir les sujets à travailler, en laissant le contrôle aux enseignants qui marquent dans Elaastic les sujets étant exploitables pour des révisions. L'intention est aussi de garantir que la gestion pédagogique reste toujours maîtrisée par l'enseignant. Si la plateforme Elaastic est exploitée pour un cours de découverte, par exemple, que l'enseignant juge inadapté aux révisions, cela lui permet de ne pas le basculer sur Konsolidation et donc de garder le contrôle sur l'usage du sujet qu'il a réalisé.

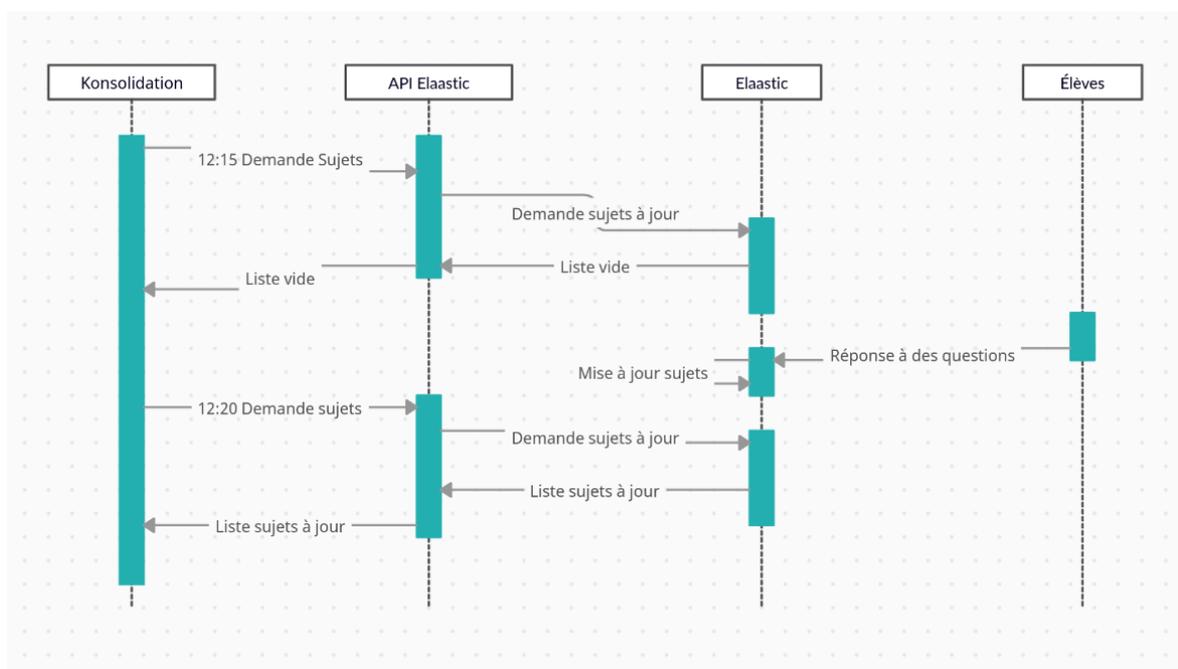


Fig. 17. – Diagramme de séquence de la mise à jour du contenu de Konsolidation

La mise à jour de Konsolidation suit le déroulement présenté dans la Fig. 17. Les élèves interagissent à un moment donné avec Elaastic, qui met à jour les sujets, la liste des participants concernés, et les informations associées aux interactions des élèves. Régulièrement, Konsolidation, autorisée à interroger l'API d'Elaastic, lui demande donc les sujets mis à jour depuis la dernière requête réussie. Si des modifications sont disponibles, l'API renvoie les informations nécessaires, que Konsolidation convertit ensuite dans les formats utilisés en interne. Parmi les données transmises

figure notamment l'identifiant CAS des élèves, inclus dans la liste des participants et associé à leur identifiant Elaastic. Une fois intégrés à Konsolidation, ces identifiants permettent d'assurer la correspondance entre l'élève connecté et les contenus qui lui sont spécifiquement destinés.

Dans la Fig. 18, nous présentons les différents cas de connexion d'un élève en lien à son association au contenu. Dans le cas N°1 d'un élève ne s'étant jamais connecté à l'outil, et pour lequel aucun contenu n'a été transmis, il a accès à l'outil sans contenu. Dès l'instant où du contenu sera transmis, l'association contenu-élève sera immédiate, et lors des prochaines connexions l'élève suivra le cas N°2, qui l'amène directement à la page principale avec le contenu à sa disposition. Le cas N°3 survient lorsque du contenu associé à un élève a été envoyé à Konsolidation avant que l'élève ne s'y connecte une première fois. Dans ce cas, lors de la première connexion, une vérification est effectuée à partir de la liste des identifiants liés à du contenu. L'élève est alors immédiatement associé au contenu qui lui était destiné.

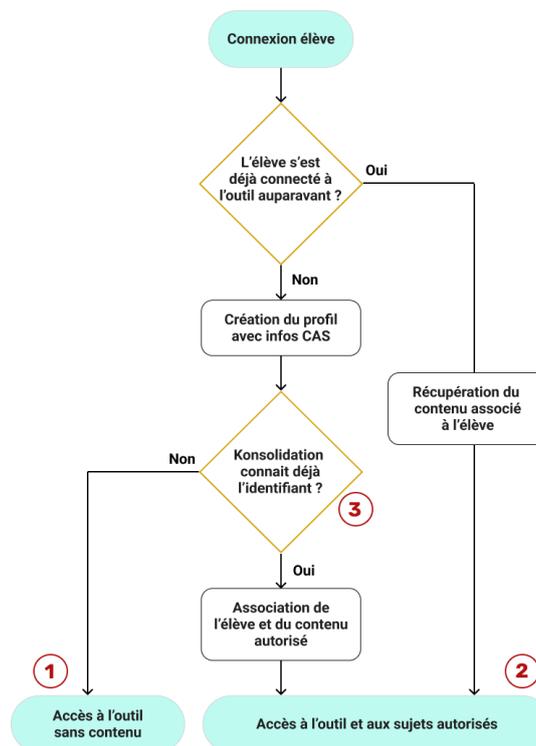


Fig. 18. – Diagramme de flux pour la connexion d'un élève et l'association au contenu autorisé

Enfin, même si le lien entre les trois outils (ENT, Konsolidation et Elaastic) repose sur l'identifiant CAS, celui-ci est associé aux élèves via une table de correspondance aussi bien dans Elaastic que dans Konsolidation. Chaque outil associe ainsi son propre identifiant aux identifiants dits "extérieurs", en précisant leur source de provenance. Chaque outil reste alors en mesure d'évoluer indépendamment des autres, et peut alimenter ou être alimenté par de nouvelles sources dans le futur. Les données sur l'un et l'autre outil sont donc enregistrées comme dans les tables présentées sur la Fig. 19.

id	id_eleve_konsolidation	id_source	id_eleve_source
1	1	2	986
2	1	1	87868453
3	4	1	87862410
4	9	1	87869463
5	34	2	764
6	17	1	87862410
7	17	2	1024

id_source	source_name
1	CAS
2	Elaastic

Fig. 19. – Exemple de la table de correspondance entre les différents outils sur Konsolidation

Pour finaliser ce lien entre les outils, des liens d'accès direct à Elaastic et Konsolidation ont été intégrés dans l'ENT Skolengo proposé par Kosmos, permettant ainsi aux élèves de les retrouver et d'y accéder facilement. La Fig. 20 montre comment ces outils sont mis à disposition sur l'ENT.

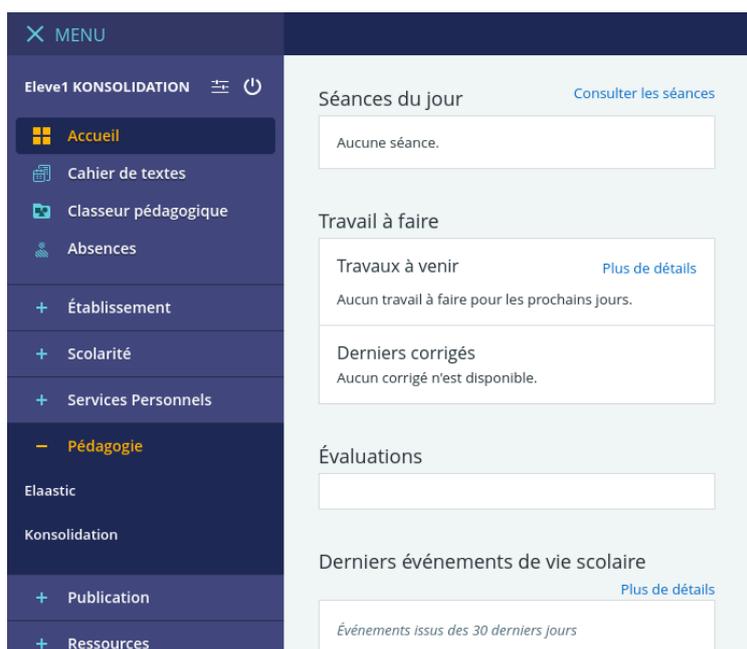


Fig. 20. – Liens vers les outils depuis l'ENT Skolengo

Chapitre 5

Étude quantitative

Contenu

5.1. Contexte de l'étude	70
5.1.1. Participants	70
5.1.2. Matériel utilisé	72
5.1.3. Elaastic	76
5.2. Protocole	78
5.2.1. S'adapter au contexte écologique	78
5.2.2. Données collectées	81
5.2.3. Protocole résultant pour l'utilisation des outils	85
5.3. Résultats	87
5.3.1. Filtrage des données récoltées	87
5.3.2. Statistiques descriptives générales	90
5.3.3. Équipements utilisés	92
5.3.4. Effet test	100
5.3.5. Effet d'espacement	107
5.4. Discussion	115
5.4.1. Équipements utilisés	116
5.4.2. Effet test	119
5.4.3. Effet d'espacement	123

Dans ce chapitre, nous présentons l'étude quantitative réalisée à la fin du cycle DBR réalisé dans nos travaux. Cette étude devait nous permettre d'évaluer l'utilisation de notre outil par les élèves afin de déterminer des recommandations pour la conception d'outils de révisions inscrits dans le contexte institutionnel. Pour évaluer ce soutien, nous avons mis en place un protocole quasi-expérimental en deux phases avec les

élèves d'un collège. Nous avons ensuite analysé les données obtenues, et avons déterminé des recommandations pour les concepteurs d'outils supportant ces effets dans le cadre du secondaire.

Ce chapitre vous présente dans un premier temps le contexte de l'étude en détaillant tous les éléments à partir desquels nous avons construit notre expérimentation. Nous présentons ensuite les données obtenues à l'issue de cette expérimentation, suivies des analyses associées. À la lumière de ces analyses, nous concluons ce chapitre en discutant les résultats et présentant une synthèse des recommandations déterminées à travers cette étude.

5.1. Contexte de l'étude

5.1.1. Participants

Dans le cadre de cette étude focalisée sur le travail hors classe des élèves, et en nous appuyant sur l'étude de Amhag et al. (Amhag et al., 2019) qui souligne que l'une des limites à l'utilisation d'un outil numérique est la capacité des enseignants à utiliser celui-ci, nous avons cherché à nous assurer que nos enseignants pourraient travailler avec les outils en classe sans problèmes. Dans ce but, nous avons donc d'abord établi le contact avec quatre enseignants déjà formés à l'utilisation d'Elaastic, afin de travailler avec eux et leurs élèves. Avec ces enseignants, nous avons pu établir le protocole de l'expérimentation en considérant les contraintes écologiques à intégrer. Une fois celui-ci défini, ils ont décidé des classes avec lesquelles ils étaient en mesure de travailler avec les outils Elaastic et Konsolidation en respectant les conditions définies ensemble, compte tenu du programme scolaire et de leurs pratiques pédagogiques respectives.

Ainsi, l'étude s'est appuyée sur les enseignements dispensés par ces quatre enseignants, et une partie des classes qu'ils encadraient. L'étude ne portant pas sur eux, très peu d'informations à leur égard ont été recueillies, mais elles sont résumées dans le Tableau 11.

Id	Genre	Disciplines	Niveaux encadrés dans l'étude
En1	F	SVT	4e
En2	F	Histoire, Géographie	6e, 4e, 3e
En3	M	Technologie	4e
En4	F	Français	4e

Tableau 11. – Le profil des enseignants acteurs dans l'expérimentation

Enfin, pour ce qui est des élèves, les participants à l'expérimentation sont tous les volontaires autorisés par leurs parents à participer (Voir Annexe 1), dans les classes auxquelles l'étude a été proposée. L'étude a été présentée à un total de 12 classes, dont les informations sont synthétisées dans le Tableau 12. Même s'il y a eu quelques refus émanant principalement de parents, nous avons pu réunir ainsi un total de 297 participants pour l'étude. La répartition des genres était plutôt équilibrée chez les participants avec 54,55% d'hommes pour 45,45% de femmes.

Classe	Niveau	Nombre de participants	Disciplines dans l'étude
650	6e	22 élèves	Histoire-Géographie
654	6e	25 élèves	Histoire-Géographie
698	6e	25 élèves	Histoire-Géographie
406	4e	26 élèves	Français, Histoire-Géographie, SVT
434	4e	25 élèves	SVT, Technologie
439	4e	26 élèves	SVT
452	4e	24 élèves	Français, Histoire-Géographie, SVT, Technologie
462	4e	25 élèves	Technologie
463	4e	26 élèves	SVT
466	4e	27 élèves	SVT
346	3e	21 élèves	Histoire-Géographie
375	3e	25 élèves	Histoire-Géographie

Tableau 12. – Les classes d'élèves participant à l'expérimentation

Les élèves et les enseignants avec lesquels nous avons travaillé proviennent d'un collège d'Occitanie avec un indice de position social (IPS) supérieur à 130 en 2022, pour un écart type d'environ 35. En comparaison, la moyenne de cet indicateur pour les établissements d'Occitanie est de 106,04, avec un écart-type moyen de 30,62 d'après la plateforme académique de partage de données²⁸. La valeur élevée de cet indice souligne que, dans cet établissement, les élèves sont en moyenne issus d'un milieu social favorisé.

5.1.2. Matériel utilisé

Lors de cette étude nous nous sommes appuyés sur deux outils :

- Elaastic utilisé par les enseignants pour concevoir les sujets, puis en classe avec les élèves qui pouvaient ensuite s'en servir en relecture pour leurs révisions

²⁸<https://data.occitanie.education.gouv.fr/pages/accueil-occitanie/>

- Konsolidation, utilisé exclusivement par les élèves pour réviser, avec des sujets récupérés depuis Elaastic.

Dans cette expérimentation, pour s'adapter au mieux au contexte écologique, nous avons laissé les enseignants maîtriser le contenu en adéquation avec leur pédagogie et le programme scolaire. Ainsi les sujets utilisés sur les outils ont été constitués par les enseignants dans leur intégralité, en adéquation avec le cours actuel des élèves. Les sujets des évaluations sommatives ont également été construits par les enseignants, avec la contrainte de devoir ré-employer au moins partiellement le contenu issu des sujets de révision sur les outils. De cette façon, certains enseignants ont parfois réutilisé tout le contenu pour une évaluation, et d'autres seulement une partie. Nous synthétisons dans le Tableau 13 la quantité de ressources produites sur Elaastic pour l'expérimentation, puis détaillons la liste des sujets par discipline dans le Tableau 14.

Type de ressource	Quantité
Sujets	18
Questions	98
Diffusions en classe	47
Séquences travaillées en classe	349

Tableau 13. – Quantité de ressources produite sur Elaastic lors de l'expérimentation

Titre	Niveaux	Élèves concernés
Histoire-Géographie	6e, 4e, 3e	168
La démocratie athénienne	6e	72
Réviser la leçon sur l'Empire romain	6e	72
Réviser le monothéisme juif	6e	72
1) Introduction : expliquer la situation du royaume de France avant la Révolution	4e	50
2) Expliquer le contexte du déclenchement de la RF	4e	50
3) Expliquer les conséquences du serment du jeu de Paume	4e	50
Réviser les territoires ultramarins (Sujet 1)	3e	46
Réviser les territoires ultramarins (Sujet 2)	3e	46
Réviser l'organisation du territoire français (croquis)	3e	46
Réviser les 13 régions métropolitaines (Sujet 1)	3e	46
Réviser les 13 régions métropolitaines (Sujet 2)	3e	46
Sciences de la Vie et de la Terre (SVT)	4e	154
Cycle sexuel de la femme	4e	154
Les différents types de volcanisme	4e	154
Étude de sismogrammes	4e	154
L'origine d'un séisme	4e	154
Français	4e	50
Analyse logique : savoir découper une phrase complexe en propositions	4e	50
Technologie	4e	75
La chaîne d'information	4e	75
Révisions de la chaîne d'énergie	4e	75

Tableau 14. – Liste des sujets traités avec les élèves dans les outils

Afin d'illustrer brièvement les questions travaillées sur les outils, nous vous présentons les Figures 21 et 22. Les questions proposées par les enseignants sont assez diversifiées, et dépendent des notions à travailler. Certaines questions portent sur des connaissances de cours, d'autres sur de la compréhension de principes ou encore de l'analyse de documents. D'un côté, la Fig. 21 illustre des questions de connaissances, permettant aux élèves de tester leur mémoire seuls, afin d'être capable de restituer ces connaissances lors de l'évaluation sommative à travers la rédaction de texte par exemple. La Fig. 22 présente l'une des questions qui constitue un exercice de compréhension, réinvesti dans l'évaluation sommative sous une forme similaire.

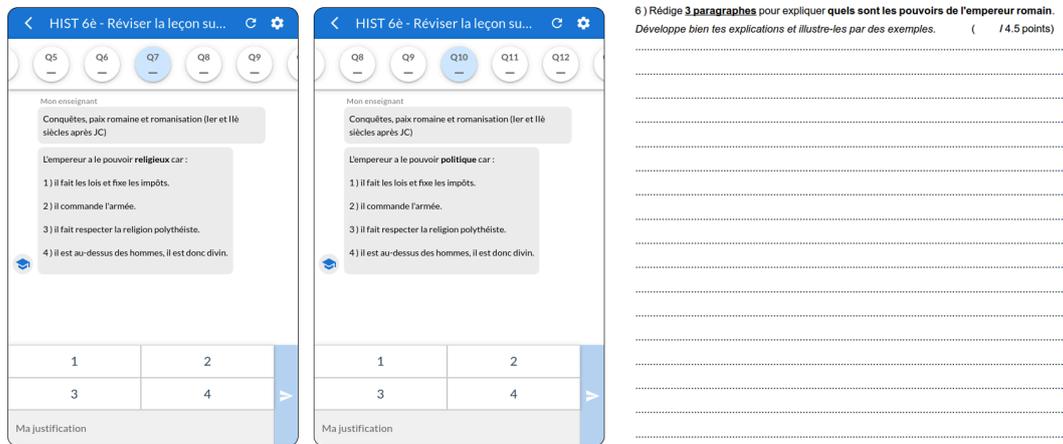


Fig. 21. – Exemple de révisions et de la consigne pour une évaluation sommative en Histoire

Document 2 A et B: Deux enregistrements du séisme du 7 juillet 2011, le **DOC 2A** a été enregistré à **Corte** (à environ 160 km). Le **DOC 2B** a été enregistré à **Marseille** (à environ 230 km).

Consigne 1: Ecris comment s'appellent les DOCS 2A et 2B ci-contre : /0,5

Consigne 2: Repère sur ces docs, par un trait vertical, l'heure à laquelle les vibrations sont arrivées à Corte et à Marseille. /2

Consigne 3: Calcule la vitesse des ondes sismiques en km/s entre l'épicentre et la station de CORTE sachant que la distance entre l'épicentre et CORTE est de 160 km et que les ondes sismiques ont mis 22s pour y parvenir. ($V = D \div \Delta T$) → Détaille le calcul et écris une phrase de réponse / 3

Fig. 22. – Exemple de question de compréhension de document, avec l'exercice associé dans l'évaluation sommative en SVT

5.1.3. Elastic

Dans notre expérimentation, nous nous sommes appuyés sur l'utilisation d'Elaastic par les enseignants comme support pédagogique en cours, ainsi qu'en tant qu'outil auteur pour les sujets mis à disposition dans Konsolidation. Afin de mieux comprendre l'utilisation qui était faite d'Elaastic en classe et les contenus récupérés dans Konsolidation, nous allons expliquer brièvement comment s'utilise Elaastic sur la Fig. 23.

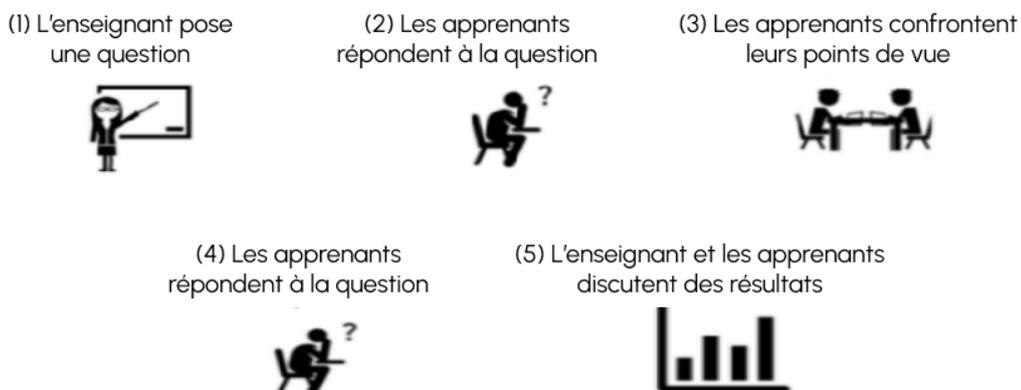


Fig. 23. – Orchestration d'une séquence Elastic en classe

Pour commencer, un enseignant doit créer un sujet, puis le diffuser à ses élèves via un lien, partageable sur l'ENT à la séance du jour par exemple. En classe, l'enseignant démarre un certain nombre de séquences, correspondant aux questions qu'il souhaite travailler avec les élèves. Avec Elaastic, les élèves doivent d'abord répondre à la question une première fois, en argumentant leurs choix. Ensuite, ils confrontent leurs points de vue à d'autres réponses anonymes d'apprenants de la classe, en évaluant celles-ci. L'un des objectifs de cette activité est de les amener à réfléchir sur leur propre réponse, et à se corriger eux-mêmes. Ils ont donc la possibilité d'apporter une correction à celle-ci, avant d'avoir la réponse corrigée de l'enseignant. L'enseignant lors de la phase de correction peut alors discuter avec les élèves selon les réponses qu'ils ont fournies et les évaluations qu'ils ont données.

Une fois la séance en classe terminée, ces ressources restent statiques, à disposition des élèves en relecture s'ils le souhaitent. Les révisions sur Elaastic ne permettent donc pas aux élèves de bénéficier de l'effet test. En réinvestissant ces ressources dans Konsolidation, nous souhaitons voir si les élèves allaient effectivement utiliser Konsolidation et profiter de cet effet, ou préférer la relecture sur Elaastic. Le contenu réutilisé englobe le sujet avec les questions, les réponses attendues, et les corrections pré-établies de l'enseignant. Il inclut également une partie des réponses argumentées des élèves lors de la séance, afin d'offrir plusieurs alternatives de formulation, en s'appuyant sur celles écrites par les autres élèves, comme nous l'évoquions dans l'US13 du Chapitre 4.1.2.. Si l'utilisation en classe permet de voir des réponses erronées qui sont alors des opportunités de correction pour l'enseignant, il n'était pas envisageable que des réponses erronées soient associées aux supports de révisions dans Konsolidation. En conséquence, pour garantir la pertinence pédagogique des réponses formulées par les élèves transmises à Konsolidation, c'est l'enseignant qui choisissait d'inclure manuellement les réponses pertinentes, qu'il pouvait marquer pendant la correction de la séance en classe, comme l'illustre la Fig. 24.

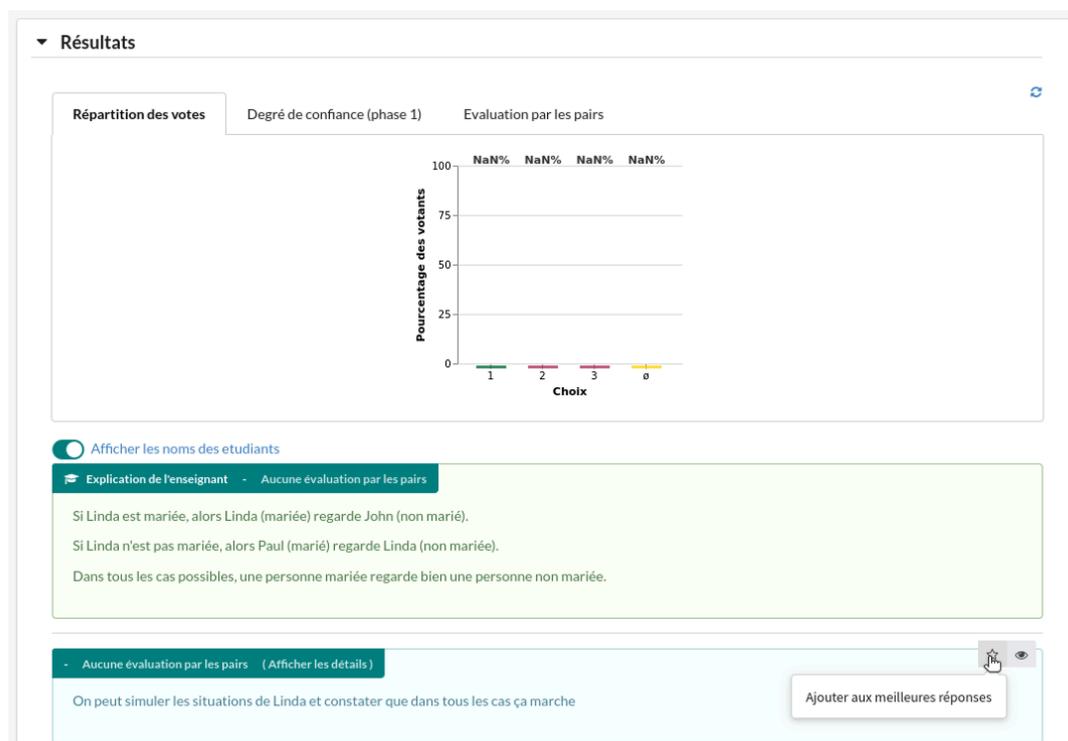


Fig. 24. – Sélection de réponses argumentées durant la phase de résultats sur Elastic

5.2. Protocole

5.2.1. S'adapter au contexte écologique

Pour s'intégrer au contexte écologique, nous avons établi une première version du protocole quasi-expérimental, que nous avons présentée aux enseignants. Avec leurs retours, nous avons pu redéfinir le protocole afin qu'il soit adapté au rythme scolaire. Avec eux nous avons défini plusieurs éléments à considérer pour que l'expérimentation reflète la réalité du contexte écologique et se déroule dans les meilleures conditions possibles :

- Limiter la charge de travail, en ne contraignant pas les enseignants sur la volumétrie de données à obtenir ;
- Considérer les rythmes scolaires différents entre les groupes, avec le volume horaire variable entre les disciplines par exemple ;
- Adapter le protocole aux moyens à disposition des enseignants tels que le manque d'accessibilité du matériel en classe pour l'utilisation d'outils numériques ;

- Mettre en place des outils de communication adaptés entre nous-mêmes et les enseignants
- La gestion responsable et éthique des élèves et de leurs données.

La réunion a été l'occasion de définir directement les moyens de communications à mettre en place avec les enseignants. L'objectif initial était de limiter les canaux multiples d'informations, mais nous avons finalement décidé de tout de même faire appel à trois canaux différents avec des fonctions assez ciblées. Nous avons d'abord établi que toutes les données transmises par les enseignants le seraient à travers la plateforme institutionnelle nationale Résana en Fig. 25, qui permet l'hébergement et la création de fichiers de types classeurs et textes par exemple. Résana avait donc une fonction de stockage, et était utilisée à but informatif et consultatif, sans nécessité d'agir des autres acteurs. Même si la plateforme permettait de communiquer, nous avons choisi de doubler l'information pour s'assurer que les enseignants soient toujours bien informés lorsqu'une action était attendue de leur part. Ainsi, nous avons toujours transmis par mail l'organisation des réunions, les transmissions d'informations ainsi que les demandes d'interventions en classe. Enfin, pour garantir notre réactivité en cas de problème rencontré lors de l'utilisation des outils, nous avons finalement mis en place un groupe What's App. Ce canal relevait plutôt de l'urgence, avec des problèmes à régler rapidement pour garantir le bon déroulement de l'expérimentation.

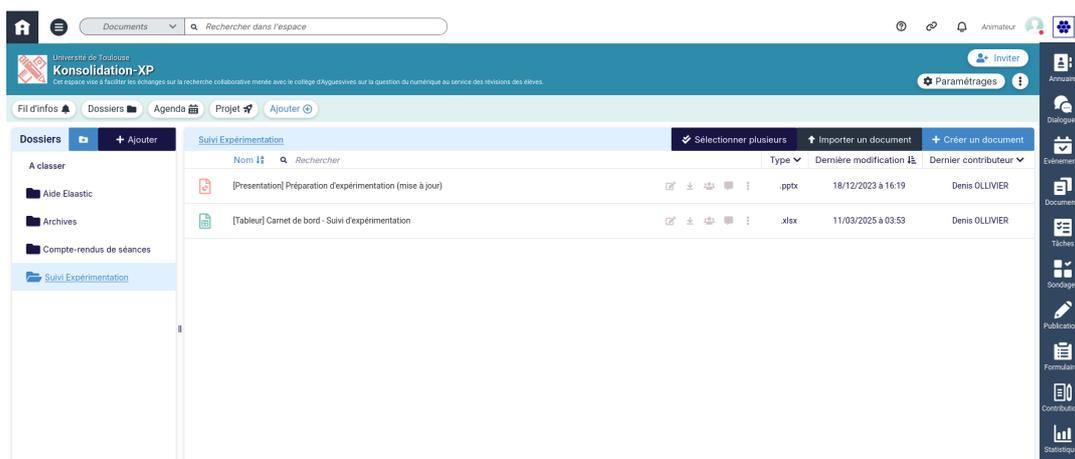


Fig. 25. – Espace de stockage institutionnel Résana

Suite à la réunion nous avons établi le planning initial présenté sur la Fig. 26. Nous avons défini deux phases d'études de huit semaines complètes de cours afin de donner

aux enseignants le temps d'avancer le cours et de réaliser au moins une évaluation sommative durant chaque phase. Chacune des phases contenait deux semaines de congés scolaires, mais la seconde phase contenait également de nombreux jours fériés, raison pour laquelle nous avons une deuxième phase plus longue d'une semaine, pour compenser les jours de cours manqués. Les dates d'évaluations et de travail étaient sous le contrôle des enseignants, mais nous leur avons demandé de renseigner ces dates dans un carnet de bord afin que nous puissions analyser ces éléments.



Fig. 26. – Planning initial de l'expérimentation, début décembre 2023

A l'issue de la première phase d'expérimentation, nous avons tenu une deuxième réunion permettant de faire un bilan de la première, mais aussi d'adapter la deuxième phase en conséquence. Le manque d'opportunité de travailler en classe avec Elaastic s'est fait ressentir par certains enseignants durant la première phase, nous avons d'abord décidé d'étendre le calendrier de la deuxième phase jusqu'au 21 Juin. Nous avons également choisi de rendre possible la mise à disposition de sujets de révisions depuis Elaastic sans effectuer d'activité en classe. Les enseignants n'ayant pas l'occasion d'utiliser Elaastic en classe avaient ainsi la possibilité de proposer un sujet de révisions malgré tout.

Le dernier aspect travaillé lors de ces réunions a été la garantie de l'éthique de la démarche. Dans ce but, plusieurs éléments ont été travaillés avec les enseignants. D'abord, du point de vue pédagogique envers les élèves : l'utilisation en classe d'Elaastic n'était pas conditionnée par la participation à l'étude, les élèves ne participant pas n'ont donc pas été traités différemment en classe. À propos du travail hors-classe, pour les tests mis à disposition dans le cadre de l'étude, les enseignants

ont pris en charge de proposer systématiquement ces mêmes tests sous un autre format indépendant des outils à tous les élèves non-participants.

Ensuite, concernant la collecte des données, nous avons limité les collectes automatiques aux données utiles sur les outils ou bien uniquement récupérables ainsi. De cette façon, nous collectons par exemple l'*user agent* utilisé par les élèves pour accéder à l'outil. Les notes des élèves, les dates d'évaluation, et les informations déclaratives sur les pratiques des élèves ont été récupérées manuellement, via les enseignants, ou auprès des élèves directement dans des formulaires papiers. Les données récoltées automatiquement par les outils ont été hébergées par l'IRIT, sur des serveurs dédiés aux outils, tandis que les données récupérées par les enseignants nous ont été transmises à travers Resana.

Pour finir, avec pour objectif d'accompagner à la compréhension de l'expérimentation, nous l'avons présentée aux élèves directement en classe, puis transmis aux parents la notice d'information nécessaire pour leur demander leur accord de participation. L'élève ainsi que l'un des responsables légaux devaient tout deux donner leur accord, le refus de l'élève comme du responsable légal suffisait à ne pas participer.

5.2.2. Données collectées

Dans le cadre du protocole établi avec les enseignants, nous avons déterminé les données qui seraient collectées ainsi que les moyens à travers lesquels elles le seraient. D'une part, nous avons regroupé diverses données sur l'activité enseignante pour évaluer le contexte dans lequel les élèves ont évolué durant l'expérimentation. D'autre part, nous avons récupéré des données concernant les élèves et leur activité pour évaluer Konsolidation en lien à leurs pratiques.

5.2.2.1. Traçabilité de l'activité enseignante

Dans le cadre de notre étude, nous avons souhaité ne pas contraindre les enseignants dans leur pédagogie, les laissant libres d'organiser les activités pédagogiques. Toutefois, afin de bien identifier le contexte dans lequel évoluaient les élèves, il a été demandé aux enseignants de renseigner un carnet de bord sur les activités conduites en classe et les évaluations associées. Ce carnet de bord illustré sur la Fig. 27 a pris la forme d'un fichier de type classeur sur Resana, dans lequel les enseignants ont

renseigné pour chaque sujet la date à laquelle les élèves ont su qu'ils devaient le réviser pour une évaluation, puis la date de l'évaluation associée. Ces informations nous permettent de faire le lien entre les travaux de révisions des élèves sur les outils et les évaluations concernées. Pour compléter ces éléments de manière qualitative, les enseignants nous ont également transmis les sujets des évaluations.

A		B	C	D	E	F	G		H	I	J
1	Enseignant	Discipline					Suivi des évaluations				
2	Prénom NOM	Mathématiques		N°	Sujet Evaluation	Lien(s) Elastic lié(s)	Date d'annonce de l'évaluation	Date d'évaluation	Classe	Commentaires	
3				1	Fractions décimales	Fractions décimales	23/01/2024	30/01/2024	5B	Révisions avec LearningApps	
4				2	Fractions décimales	Fractions décimales	25/01/2024	01/02/2024	5C		
5				3	Fonctions affines	Les fonctions	25/01/2024	01/02/2024	3A	Sujet Elastic de révisions	
6				4	Statistiques	Statistiques et probabilité	09/02/2024	28/02/2024	5B	Révisions avec LearningApps	
7				5	Trigonométrie	Thalès et réciproque, Pythagore	29/02/2024	07/03/2024	3A		
8				6	Statistiques	Statistiques et probabilité	01/03/2024	08/03/2024	5C	Observations séance en classe : difficultés à lire le graphique sur Elastic	
9											

Fig. 27. – Exemple fourni aux enseignants pour remplir le carnet de bord

Sur Elastic nous avons accès aux sujets et aux questions posées aux élèves, cela nous permettait de vérifier leur réutilisation partielle dans les évaluations transmises par les enseignants. Nous collectons également les diverses actions enseignantes sur l'outil durant le travail en classe. À partir de ces éléments, nous avons pu déterminer les moments d'activité correspondant au travail en classe et les filtrer pour ne garder que l'activité hors-classe des élèves.

Enfin, pour tracer l'incitation à utiliser les outils faite par les enseignants, ils nous ont également autorisés à récupérer, avec l'aide de Kosmos qui fournit l'ENT, les consignes fournies aux élèves au sujet des révisions associées aux outils. En traçant ainsi les consignes, nous avons pu mieux statuer sur l'incitation réelle durant l'expérimentation, et mieux comprendre les besoins des élèves en terme d'accompagnement pour utiliser des outils numériques.

Consigne en français :

Réviser les leçons et activités menées autour de l'analyse logique :

- leçons et cartes mentales dans l'intercalaire orange de la partie LANGUE du classeur
- exercices dans le classeur
- sujet Elastic réalisé accessible depuis l'ENT

Consigne en SVT :

Exercice de révision sur l'étude des sismogrammes (logiciel elastic):

- Noter le titre de l'exercice dans le cahier et le faire en cliquant sur le lien ci dessous

- Ne rédiger une explication que pour la question 2 et 4)

[Lien_Elastic_SVT_1](#)

Cet exercice apparaîtra ensuite sur l'application Konsolidation (voir ENT/Menu Autres services)

Pour les élèves qui ont refusé l'expérimentation, voila un lien pour réviser :

[Lien_LearningApps_SVT_1](#)

Les consignes présentées sont extraites de celles données par les enseignants durant l'expérimentation. La consigne en Français consiste en un simple rappel de l'accès possible à l'outil en relecture. La consigne en SVT constitue la plus forte incitation proposée lors de l'expérimentation, sans qu'il s'agisse de l'intention première. Elle demande explicitement aux élèves de réviser sur l'outil, tout en détaillant le cheminement nécessaire pour guider les élèves jusqu'à l'outil. On peut également y observer la proposition d'une alternative numérique pour les élèves ne participant pas à l'expérimentation.

5.2.2.2. Suivi des élèves

Dans cette étude, nous avons d'abord privilégié une approche quantitative avec une collecte de données objectives à travers les outils utilisés par les élèves. Ainsi, nous avons collecté les logs d'accès à Elastic en dehors des activités de classe, que nous avons considérés comme des révisions sous la forme de relecture. Nous avons également collecté toutes les données d'utilisation de Konsolidation, avec les accès à l'outil, les tentatives des élèves et les dates associées. Tous ces éléments ont été utilisés pour qualifier les activités hors-classe des élèves, en comparant les utilisations de chacun des outils ainsi que leur temporalité par rapport aux diverses dates collectées.

Ensuite, nous avons souhaité observer les résultats scolaires des élèves sur les sujets travaillés dans le cadre de l'étude. Ce sont les enseignants qui se sont chargés de

transmettre via leur carnet de bord la note complète de chaque élève aux évaluations concernées, mais aussi la note partielle à l'évaluation de la partie portant exclusivement sur le contenu à disposition dans les outils, illustré dans la Fig. 28 avec des données factices.

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Eleves			Notes						
Nom Prenom	Classe	N° Eval	Note	Note exercice	N° Eval	Note	Note exercice	N° Eval	
Abbasten Emile (Voir Memo)	5B	1	12/20	2/4	4	07/20	1/3		
Yvelain Rémi	5B	1	17/20	3/4	4	13/20	3/3		
Allant Zoé	3A	3	09/20	5/5	5	11/20	2/5		
...									

Fig. 28. – Exemple de notes (factices) transmises via le carnet de bord

Questionnaire sur vos révisions

NOM _____

Prénom _____

1) As-tu utilisé **Elaastic** pour réviser ?

(Cocher une seule case)

- Pas du tout Environ 1/2 fois avant les contrôles
 Entre 2 et 5 fois par semaine Tous les jours (ou presque)

Si **Pas du tout**, pourquoi ?

2) As tu révisé avec ton cours, ou des exercices écrits ?

(Cocher une seule case)

- Pas du tout Environ 1/2 fois avant les contrôles
 Entre 2 et 5 fois par semaine Tous les jours (ou presque)

3) As-tu révisé avec d'autres ressources numériques ?

Exemples : Exercices en ligne, Vidéos en ligne, [LearningApps](#) ...]

(Cocher une seule case)

- Pas du tout Environ 1/2 fois avant les contrôles
 Entre 2 et 5 fois par semaine Tous les jours (ou presque)

Si tu as révisé avec d'autres ressources numériques, lesquelles ?

Fig. 29. – Questionnaire fournis aux élèves avant le passage en phase 2

Pour nous permettre de mieux comprendre les outils à disposition des élèves et leurs stratégies de révision, nous avons également complété ces données par des formulaires écrits transmis aux élèves en fin de phase. Ces formulaires présentés sur les

Fig. 29 et Fig. 30, nous ont permis de compléter qualitativement nos analyses et de proposer des interprétations plus poussées de certains aspects.

Questionnaire sur vos révisions

NOM _____
Prénom _____

1) Quels appareils peux-tu utiliser pour réviser ?
(Cocher toutes les cases qui te concernent)

Ordinateur familial
 Ordinateur personnel
 Tablette familiale
 Tablette personnelle
 Smartphone d'un proche
 Smartphone personnel

2) As-tu utilisé Elaastic pour réviser ?
(Cocher une seule case)

Pas du tout 1 ou 2 fois avant les contrôles
 Entre 2 et 5 fois par semaine Tous les jours (ou presque)

Si **Pas du tout**, pourquoi ?

3) As-tu utilisé Konsolidation pour réviser ?
(Cocher une seule case)

Pas du tout 1 ou 2 fois avant les contrôles
 Entre 2 et 5 fois par semaine Tous les jours (ou presque)

Si **Pas du tout**, pourquoi ?

4) As-tu révisé avec ton cours, ou des exercices écrits ?
(Cocher une seule case)

Pas du tout 1 ou 2 fois avant les contrôles
 Entre 2 et 5 fois par semaine Tous les jours (ou presque)

5) As-tu révisé avec d'autres ressources numériques ?
Exemples : Exercices en ligne, Vidéos en ligne, LearningApps ...
(Cocher une seule case)

Pas du tout 1 ou 2 fois avant les contrôles
 Entre 2 et 5 fois par semaine Tous les jours (ou presque)

Si tu as révisé avec d'autres ressources numériques, lesquelles ?

Fig. 30. – Questionnaire fourni aux élèves en fin d'expérimentation

5.2.3. Protocole résultant pour l'utilisation des outils

Nous synthétisons ici le protocole qui a été appliqué lors de l'expérimentation, puis les spécificités propres à chaque phase.

Pour toute l'expérimentation :

- Les élèves utilisent Elaastic en classe, et sont avertis que le contenu est à réviser, car il sera au moins partiellement intégré à une évaluation sommative à venir.
- Chacune des classes suivies a au moins une évaluation par phase associée à un sujet de révision sur Elaastic et/ou Konsolidation
- Incitation limitée des élèves à utiliser les outils, un simple ajout à la liste des devoirs sur l'ENT au plus.
- Récupération des données suivantes :
 - Logs des accès aux outils par les élèves :
 - En dehors de la classe pour Elaastic, afin de garantir qu'il s'agit d'accès en révision
 - Tous avec Konsolidation, qui n'est pas utilisé en classe.

- Liste des sujets travaillés
- Date d'annonce et date d'évaluation associées à un sujet
- Note des élèves aux évaluations, et note partielle sur le contenu associé à l'outil
- Recueil qualitatif d'informations complémentaires sur les révisions des élèves en fin de phase

1re Phase : 15 Janvier 2024 - 24 Mars 2024, le planning associé est présenté en Fig. 31.

- Présentation de l'expérimentation aux élèves en amont, entre le 08 et le 12 janvier, en présentiel dans les classes.
- Seule la plateforme Elaastic est à disposition des élèves pour les révisions.
- Intervention en présentiel dans les classes en fin de phase :
 - Démonstration et tutoriel de Konsolidation (pour la phase 2)
 - Diffusion et récupération en présentiel du questionnaire

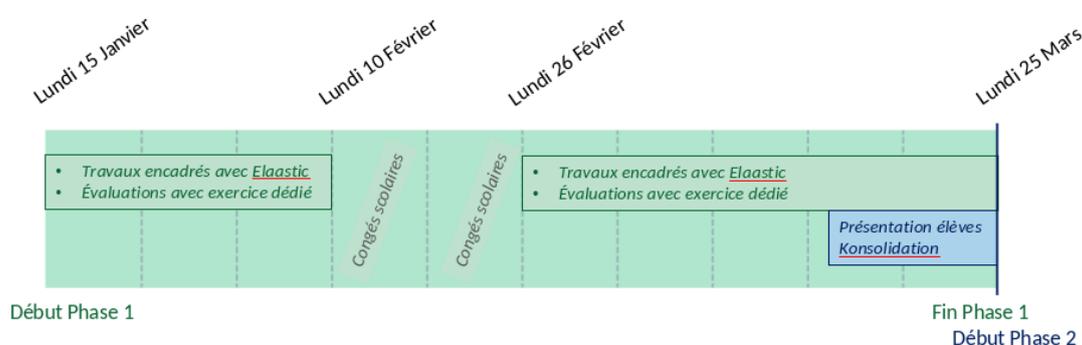


Fig. 31. – Planning de la phase 1

2nde Phase : 25 Mars 2024 - 24 Juin 2024, le planning associé est présenté en Fig. 32.

- Elaastic et Konsolidation sont à disposition des élèves pour réviser.
- Certains des sujets considérés dans l'expérimentation ne sont pas travaillés sur Elaastic en classe, mais le sont autrement avant d'être mis à disposition sur Konsolidation.
- Aucune intervention en classe en fin de phase :
 - Diffusion et récupération du questionnaire par l'intermédiaire des enseignants

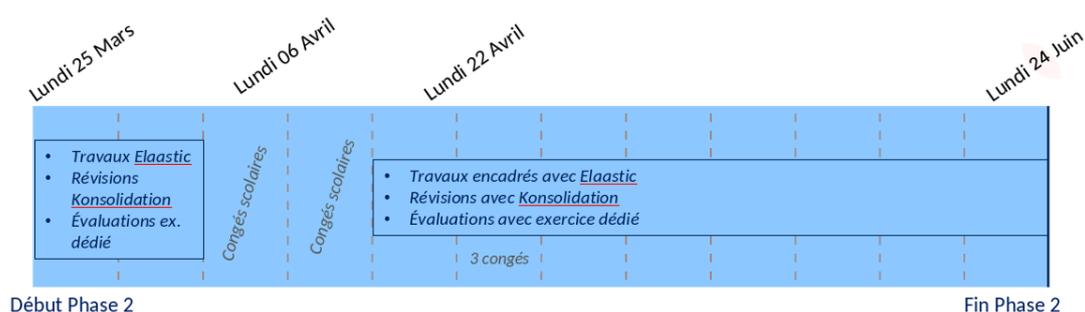


Fig. 32. – Planning de la phase 2

5.3. Résultats

5.3.1. Filtrage des données récoltées

Tout d’abord, si les participants étaient bien 297 initialement, les 46 élèves en classe de 3e n’ont finalement pas utilisé Elastic en classe durant la phase 1 et ont rencontré quelques difficultés pour accéder aux sujets lors de la phase 2. En effet, tous les sujets produits ont été introduits en deuxième phase, en révision sans passer par une activité en classe sur Elastic. Il s’agissait donc des premières utilisations des outils pour les élèves de 3e, durant leur période de congés scolaires, qui de surcroît ne pouvaient pas joindre leur enseignant suite à l’ordre ministériel de fermer les messageries des ENT reçu fin mars 2024 suite à diverses cyberattaques. En conséquence, ces élèves n’ont pas du tout été en mesure d’utiliser les outils, et nous n’avons pas considéré ces participants dans les comparaisons d’utilisation des outils dans les deux phases.

Par ailleurs, certains élèves n’ont jamais eu d’évaluation sommative associée à Elastic ou Konsolidation, suite à des absences par exemple. Les données provenant de ces élèves sont utilisées lorsque l’on s’intéresse aux équipements utilisés de manière générale mais elles ont été écartées pour les comparaisons entre phases qui s’appuient sur les évaluations sommatives et leurs dates. Les comparaisons sont donc effectuées à partir des données des 251 élèves restants, répartis en 72 élèves de 6ème et 179 élèves de 4ème.

Les données présentées sont pseudonymisées, afin de garder une cohérence de suivi entre celles-ci, tout en préservant l’anonymat des élèves. Dans les données présentées, le niveau associé à un groupe correspond au premier chiffre de son identifiant, ainsi l’un des groupes de 4ème a pour identifiant 406, par exemple. Le reste de l’identifiant est aléatoire, et les classes ont été réordonnées par ordre croissant de leur

identifiant pseudonymisé, afin d'empêcher toute reconstitution de l'identité d'une classe à partir de sa position dans le tableau. Les codes élèves n'ont aucune règle de formation de l'identifiant pseudonymisé, ils sont donc aléatoires, mais restent les mêmes pour regrouper les données d'un même élève ensemble. Malgré cette pseudonymisation, identifier un élève en recoupant toutes les informations à son sujet pourrait être possible sous réserve de disposer d'éléments identifiants, et le détail des données récoltées. Pour cette raison, et compte tenu du public avec lequel nous avons travaillé, nous avons décidé de ne pas communiquer les données pseudonymisées même si nous détaillerons ici les éléments utilisés et les traitements associés. En revanche, une fois nos analyses terminées, nous anonymiserons les données récoltées en supprimant les identifiants, et les publierons ainsi. Ce format ne permettra pas de travailler les éléments nécessitant un suivi par élève, mais permettra au moins de partager les données travaillées par agrégation, sans risquer la réidentification des élèves.

En terme de sujets, en ne comptant plus les sujets produits pour les élèves de 3ème, nous avons recompté les accès et le contenu produit à partir des 13 sujets restants. Ces 13 sujets représentent donc un total de 75 questions différentes, pour 326 séquences générées sur Elaastic.

Les données récoltées sur Elaastic incluaient les accès de tous les élèves à tout moment, puisque l'utilisation n'était pas conditionnée par la participation à l'expérimentation. À partir des noms et prénoms récupérés via l'identification ENT sur Elaastic, et la liste des noms et prénoms des participants, nous avons pu retirer des données l'intégralité des élèves n'étant pas concernés par l'expérimentation.

Elaastic existant depuis longtemps, nous avons déjà un ordre d'idée de son utilisation, et avons pu mettre en place une récupération séquence par séquence des logs d'accès. Nos analyses ne portant que sur l'utilisation d'Elaastic hors-classe, nous avons déterminé les moments correspondants à des activités en classe à partir des actions de l'enseignant de démarrage et de fin d'une séquence avec moins de 30 minutes d'écart au sein d'une même diffusion. Ces moments n'étant liés qu'aux actions de l'enseignant sur Elaastic et pas nécessairement à la réalité de la classe, nous avons ajouté un delta de cinq minutes avant le début, et cinq minutes après la

fin de ces sessions en classe pour s'assurer que les logs restants étaient bien dissociés des activités en classe.

L'intégralité des logs restants qui ne correspondent pas à une activité en classe, ont été conservés. Chaque accès correspond au chargement d'une séquence sur Elastic par un élève. Un même élève qui révise peut donc avoir généré plusieurs accès sur une séquence s'il rafraîchît la page, et en génère naturellement au moins un au lancement du sujet. Ensuite, un élève est aussi bien susceptible de générer une vingtaine d'accès sur un long sujet que d'en générer quatre sur un sujet plus court, voire moins selon qu'il ait révisé ou non l'intégralité du sujet. Au total, après les filtrages expliqués, nous avons enregistré un total de 582 accès à Elastic hors-classe, avec 411 d'entre eux en phase 1, pour seulement 171 accès en phase 2.

Du côté de Konsolidation, l'utilisation étant supposément uniquement hors classe, nous n'avons a priori pas à mettre en place un tel filtrage. Finalement, les seules données que nous avons filtrées correspondent à des tentatives qui étaient espacées de plus de 15 jours d'une évaluation associée. Ces données correspondaient en réalité à des essais de Konsolidation en classe, réalisés avec l'enseignant, afin d'aider les élèves à se familiariser de nouveau avec l'outil après une longue période d'inactivité (vacances scolaires, puis semaine de reprise marquée par de nombreux jours fériés). Chaque tentative sur Konsolidation correspond à un test lancé sur un sujet, incluant ainsi une ou plusieurs réponses à des questions.

Un total de 414 tentatives a été retenu durant la phase 2, pour un total de 2789 réponses envoyées par les élèves.

Dans le cadre du développement de Konsolidation — pour lequel nous envisagions déjà de réutiliser les données avec les enseignants ultérieurement — nous avons estimé que récupérer nominativement les heures de chaque réponse et de chaque accès hors classe serait trop intrusif si les élèves utilisaient massivement l'outil.

Par précaution, nous avons donc choisi de ne tracer les informations qu'à l'échelle de la tentative, en enregistrant toutefois trois types de dates : la date de création, la date de dernière modification (pour savoir si l'élève finalisait la tentative d'une traite) et la date de dernière consultation (permettant de détecter une réouverture du sujet après finalisation, en simple consultation).

Parmi ces 414 tentatives, 335 n'ont pas été modifiées plus de quatre heures après leur création (80,92%), ce qui suggère majoritairement des sessions uniques.

Le reste des modifications a été réalisé jusqu'à deux semaines après la création initiale de la tentative. Concernant les 19,08% de tentatives modifiées plus tardivement, elles indiquent que l'élève n'a pas fini en une seule session, cependant elles peuvent correspondre à des élèves ayant démarré une tentative sans réellement travailler lors de sa création. Elles peuvent aussi subvenir si l'élève a rajouté son auto-évaluation sur l'une des questions, sans pour autant y réfléchir ou se tester plus que cela. Pour ces raisons, nous avons préféré minimiser le nombre de sessions d'utilisation de Konsolidation en considérant chaque tentative comme une seule session de travail unique, à la date de la dernière modification. De cette façon, même si nos données ne permettent pas d'identifier précisément toutes les sessions de travail d'un élève, si un effet bénéfique est observé il aura été minoré.

5.3.2. Statistiques descriptives générales

Pour donner un premier aperçu de l'utilisation qui a été faite des outils, nous avons noté dans les tableaux 15, 16 et 17 les participants ayant utilisé les outils par phase, selon leur niveau. La Fig. 33 montre le pourcentage d'élèves concernés par les usages des outils à des fins de révisions durant les phases de l'expérimentation.

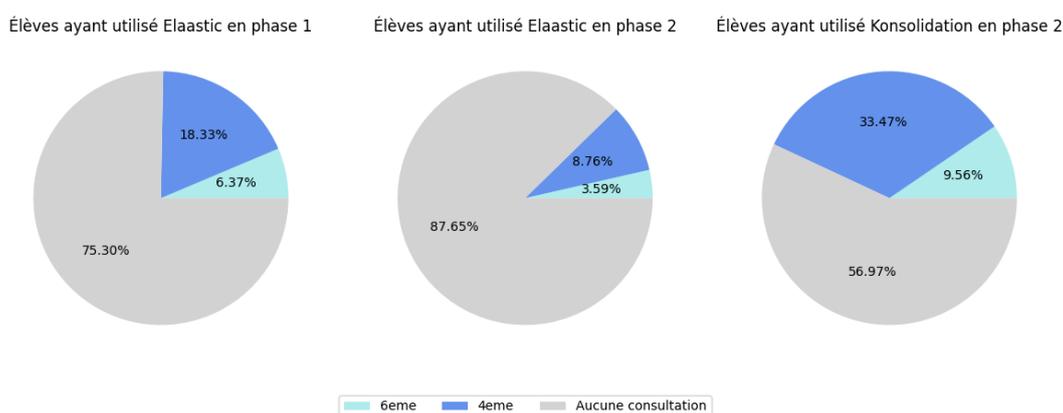


Fig. 33. – Distribution des élèves ayant utilisé les outils à chaque phase, par niveau

Classe	Nombre d'élèves	Pourcentage d'élèves parmi les participants	Pourcentage des élèves du niveau
6ème	16	6,4%	22,2%
4ème	46	18,3%	25,7%
Total	62	24,7%	24,7%

Tableau 15. – Distribution par niveau des élèves ayant utilisé Elaastic en phase 1

Classe	Nombre d'élèves	Pourcentage d'élèves parmi les participants	Pourcentage des élèves du niveau
6ème	9	3,6%	12,5%
4ème	22	8,8%	12,3%
Total	31	12,4%	12,4%

Tableau 16. – Distribution par niveau des élèves ayant utilisé Elaastic en phase 2

Classe	Nombre d'élèves	Pourcentage d'élèves parmi les participants	Pourcentage des élèves du niveau
6ème	24	9,6%	33,3%
4ème	84	33,5%	46,9%
Total	108	43,0%	43,0%

Tableau 17. – Distribution par niveau des élèves ayant utilisé Konsolidation en phase

2

Parmi les données recueillies, nous avons également adressé aux élèves des questionnaires dans lesquels nous leur demandions les équipements à leur disposition hors classe. Parmi les 297 participants, chacun a notamment indiqué les équipements dont il disposait, tels que résumés dans le Fig. 34. Ces réponses nous permettent de comparer les usages en fonction des ressources matérielles réellement disponibles pour les élèves, et d'analyser certains comportements en fonction de ces éléments. Il convient toutefois de noter que 23 d'entre eux (soit 7,74 %) n'ont déclaré aucun équipement, indiquant ainsi ne pas être en mesure d'utiliser ces outils numériques en dehors de l'établissement.

Dans le Tableau 18 nous avons remis ces chiffres, en complétant avec le nombre d'élèves ayant au moins un accès à chaque type d'équipement, afin de souligner le nombre réel d'élèves y ayant accès, que ce soit personnellement ou par emprunt familial.

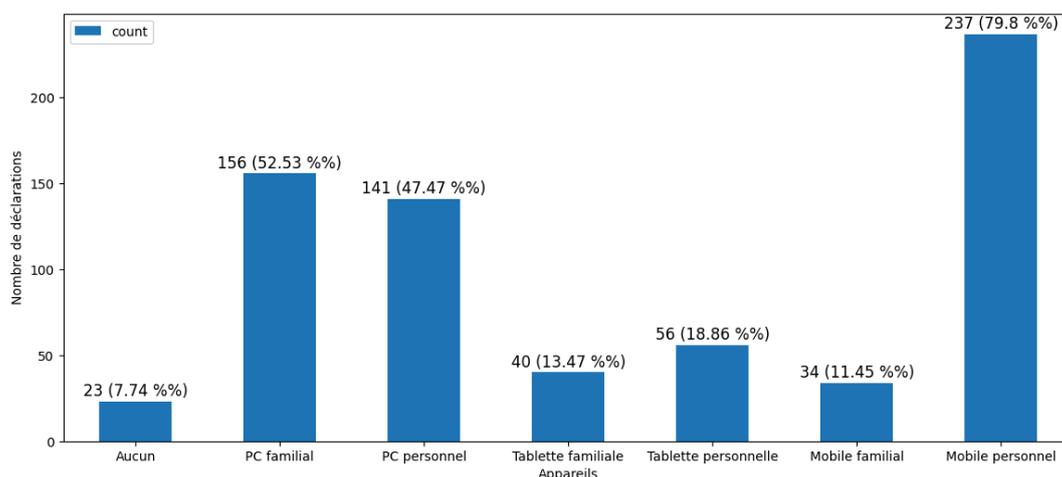


Fig. 34. – Nombre d'élève par type d'équipement accessible, et pourcentage associé par rapport à l'ensemble des élèves

Équipement	Familial	Personnel	Élèves ayant au moins l'un des deux	% des élèves ayant accès
Ordinateur	156	141	248	83,5%
Tablette	34	56	86	29,0%
Smartphone	34	237	243	81,8%

Tableau 18. – Nombre d'élèves ayant à disposition les équipements personnellement ou par emprunt familial

5.3.3. Équipements utilisés

En nous appuyant sur l'étude qualitative, nous avons formulé l'hypothèse **H1** rappelée dans le Tableau 19. Nous avons étudié cette hypothèse sous la forme de deux sous-hypothèses **H-devices 01** et **H-devices 02**, centrées sur les équipements utilisés par les élèves pour accéder aux outils numériques. Nous présentons d'abord les données récoltées, puis nous les analysons à l'aide de tests statistiques pour déterminer si nous pouvons soutenir ces hypothèses.

Identifiant	Hypothèse
H1	Les élèves vont accéder au système de révisions avec divers équipements.
H-devices 01	Parmi les élèves accédant à l’outil et disposant de plusieurs équipements dont le mobile, la majorité accèderont à l’outil via mobile.
H-devices 02	Néanmoins, aucun équipement, pas même le smartphone, « n’écrasera » les autres en terme d’utilisation. Aucun équipement ne représentera plus de 75% des équipements utilisés.

Tableau 19. – Hypothèses concernant les équipements utilisés étudiées dans l’étude quantitative

5.3.3.1. Statistiques descriptives

Dans cette section, tous les accès hors classe ont été pris en compte, y compris ceux d’élèves pour lesquels nous ne disposons pas des données complètes, par exemple ceux qui n’auraient pas été notés à l’occasion d’une évaluation. Pour étudier les hypothèses « H-devices » mentionnées dans le Tableau 19, nous avons récupéré l’*user agent* des utilisateurs lors de leurs accès aux outils. Avec cette information, nous avons pu déterminer s’ils accédaient à Elaastic et/ou Konsolidation avec un ordinateur, une tablette, ou un smartphone. Nous avons analysé ces accès pour chaque outil et pour chaque phase. Dans l’analyse des *user agent*, nous nous sommes intéressés à la diversité des équipements utilisés. Pour ce faire, nous avons conservé un exemplaire unique de chaque couple “élève, *user agent*”, afin d’observer la répartition des types d’équipements dans l’usage du système.

Pour la phase 1 qui permettait aux élèves d’utiliser uniquement Elaastic nous obtenons une forte majorité d’accès par ordinateur comme montré sur la Fig. 35.

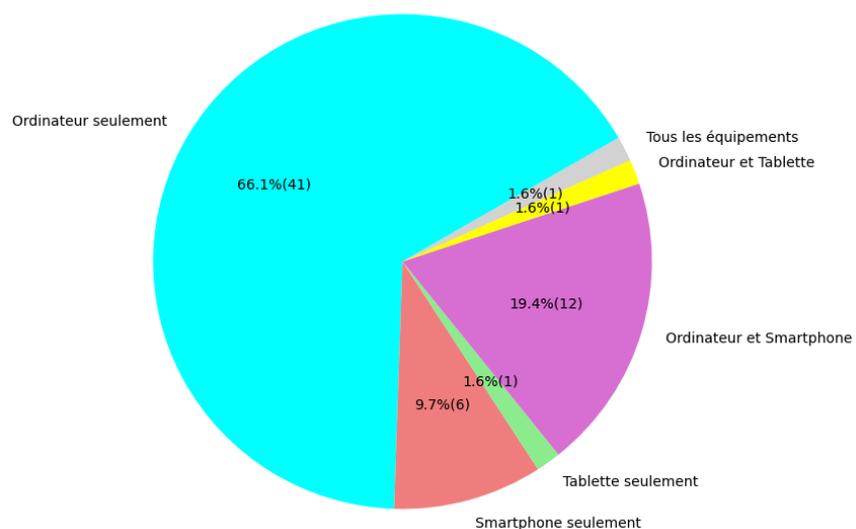


Fig. 35. – Répartition des équipements utilisés pour accéder à Elastic en phase 1
 Pour la phase 2, les élèves avaient accès à la fois à Elastic et à Konsolidation, nous avons donc les répartitions des accès pour Elastic sur la Fig. 36 et pour Konsolidation sur la Fig. 37.

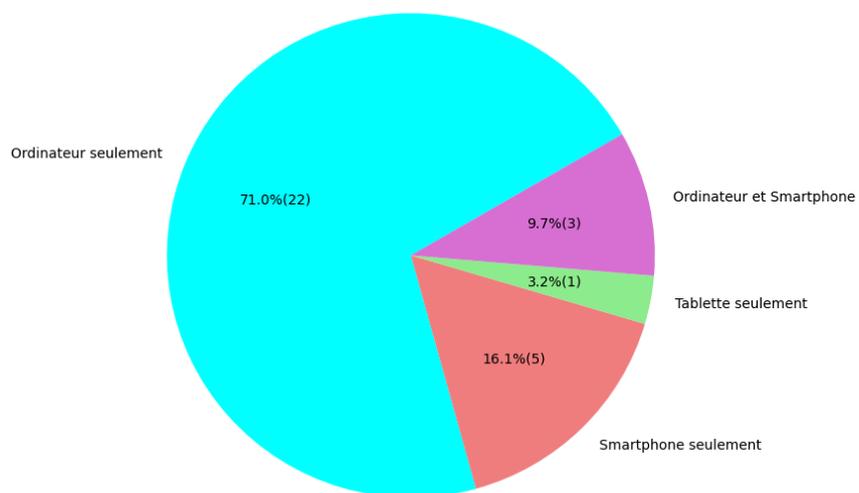


Fig. 36. – Répartition des équipements utilisés pour accéder à Elastic en phase 2

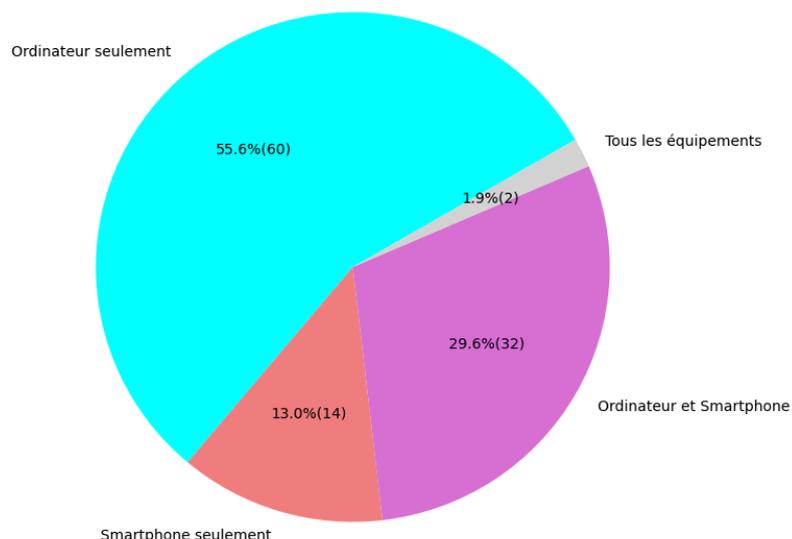


Fig. 37. – Répartition des équipements utilisés avec Konsolidation en phase 2

Concernant l'hypothèse **H-devices 01**, il convient de prendre en compte à la fois les équipements dont disposaient les élèves (Voir Fig. 34) et ceux effectivement utilisés pour accéder aux outils. On peut constater qu'il y a de nombreux élèves qui n'ont accédé aux outils qu'à l'aide d'un seul type d'équipement. Pour autant, bien plus d'élèves avaient accès au moins à deux équipements : si l'on considère ceux ayant accès aux trois types d'équipements, ainsi que ceux disposant d'un ordinateur et d'un smartphone, on compte déjà 234 élèves susceptibles d'utiliser deux équipements différents.

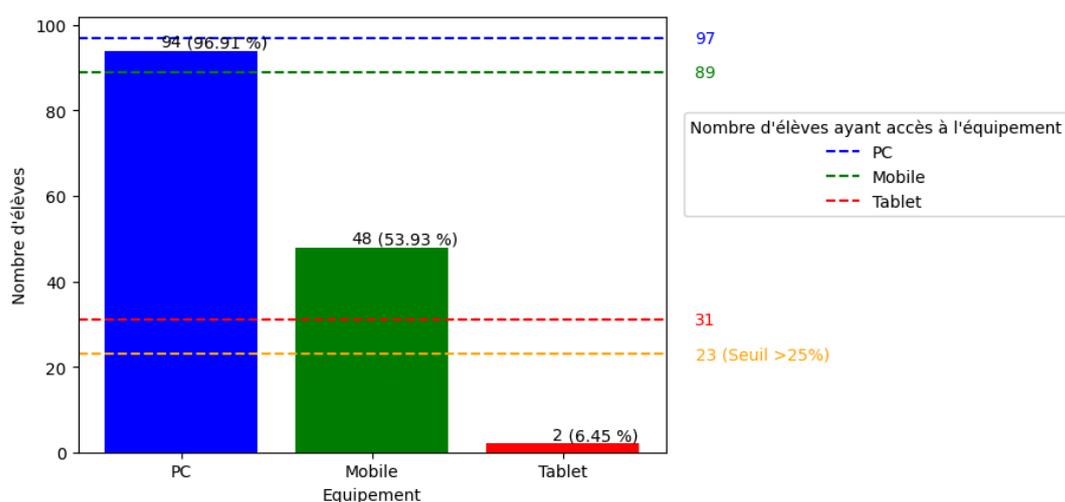


Fig. 38. – Nombre d'élèves ayant accédé à Konsolidation selon les équipements à disposition, parmi les 108 élèves ayant utilisé l'outil

Dans le cas d'Elaastic, l'outil est principalement conçu pour un usage sur ordinateur. En conséquence, l'interface mobile présentait parfois des défauts d'affichage ou de navigation, susceptibles de décourager les usages sur mobile. Dans cette perspective, l'analyse des usages mobiles de la plateforme ne semblait pas particulièrement pertinente.

Nous nous intéressons à présent aux accès à Konsolidation. La Fig. 38 montre les équipements utilisés pour utiliser Konsolidation, relativement au nombre d'élèves ayant accès à ces équipements parmi les utilisateurs. La Fig. 38 montre que l'équipement majoritairement utilisé est l'ordinateur. Parmi les 94 élèves qui ont utilisé Konsolidation avec l'ordinateur, 60 l'ont utilisé de manière exclusive. Or, seuls 14 d'entre eux ne disposaient que de cet équipement. Ainsi, 46 élèves ayant accès à plusieurs dispositifs — dont l'ordinateur — ont choisi de n'utiliser que ce dernier.

Ces éléments soulignent le nombre d'élèves qui ont utilisé les outils, avec différents équipements, mais ne prennent pas en compte le nombre de tentatives réalisées sur chaque équipement par les élèves. C'est pourquoi nous avons réalisé le Tableau 20 qui présente le pourcentage d'utilisation de chaque équipement, relativement aux élèves ayant les outils à disposition. Les élèves n'ayant accès qu'à la tablette n'ont pas utilisé l'outil, ce qui nous permet de simplifier ce tableau.

Utilisation via Équip. à disposition	Ordinateur	Mobile	Tablette	Total
Ordinateur seulement	8,25%	0%	0%	8,25%
Mobile seulement	0%	4,25%	0%	4,25%
Plusieurs équipements	60,00%	26,50%	1,0%	87,50%
Total	68,25%	30,75%	1,0%	100%

Tableau 20. – Pourcentage des tentatives des élèves sur Konsolidation via un équipement donné, relativement aux équipements disponibles déclarés

Ces données permettent d'analyser l'équipement à travers lequel la majorité des accès s'effectuent mais n'indiquent pas nécessairement que les élèves le privilégient individuellement. En effet, la majorité des tentatives sur un équipement pourrait être

réalisée par une minorité d'élèves tandis qu'une majorité des élèves utiliserait un autre équipement pour réaliser peu de tentatives.

Pour compléter notre étude sur cet aspect, nous avons construit une table indiquant le pourcentage d'accès de chaque élève à l'outil par équipement, selon le modèle présenté sur le Tableau 21.

Élève	Ordinateur	Mobile	Tablette
26747	0%	0%	100%
62776	57,14%	42,86%	0%
70165	60%	40%	0%
76634	100%	0%	0%
...

Tableau 21. – Extrait de la table des pourcentages d'utilisation de chaque équipement par élève

5.3.3.2. Statistiques inférentielles

Afin d'étudier les hypothèses **H-devices 01** et **H-devices 02**, nous avons réalisé des tests statistiques sur les données récoltées.

Pour notre première analyse, nous avons vérifié les données d'accès aux outils pour étudier une utilisation des équipements qui serait supérieure à 50%. Nous avons donc posé l'hypothèse nulle suivante : la proportion d'élèves utilisant un équipement donné n'est pas supérieure à 50 %. Nos données étant binaires (Utilisation/Non-utilisation) et l'hypothèse étant directionnelle, nous avons utilisé un test de proportion unilatéral à droite (Z-test). Avec ce test, si on obtient une p-value $p < .001$ alors la proportion d'élèves utilisant l'équipement associé est significativement supérieure à 50 %. Les résultats de ce test de proportion unilatéral sont affichés dans le Tableau 22.

Util. Équip. via dispo	Ordinateur	Mobile	Tablette
Plusieurs équip.	Z : 4,11 $p < .001$, IC 99% = [53,8% ; 66,2%]	Z : -10,94 $p = 1,0$ IC 99% = [20,9% ; 32,1%]	Z : -101,99 $p = 1,0$ IC 99% = [-0,2% ; 2,3%]
Total	Z : 7,91 $p < .001$, IC 99% = [62,4 % ; 74,1%]	Z : -8,53 $p : 1,0$ IC 99% = [24,9% ; 36,6%]	Z : -101,99 $p = 1,0$ IC 99% = [-0,2% ; 2,3%]

Tableau 22. – Synthèse des résultats et intervalles de confiance à 99% du test de proportion unilatéral à droite sur les équipements utilisés

À partir de ces tests, seul le cas de l'utilisation de l'ordinateur par les élèves disposant de plusieurs équipements permet de rejeter l'hypothèse nulle, avec une p-value inférieure à .001. De plus, l'intervalle de confiance à 99% nous permet d'affirmer qu'il y a une majorité d'utilisation de l'ordinateur mais pas du mobile.

Comme expliqué plus tôt, ces données montrent que la majorité des accès s'effectuent par ordinateur mais n'indiquent pas nécessairement que les élèves le privilégient individuellement. Ainsi, nous approfondissons notre analyse en nous appuyant sur le pourcentage d'accès de chaque élève à l'outil par équipement, dans le Tableau 21. À partir de ces données, nous avons calculé la moyenne d'utilisation de chaque équipement et réalisé un test t unilatéral à droite, permettant de vérifier si un équipement était utilisé significativement à plus de 50% par les élèves. Les résultats de ces tests sont présentés dans le Tableau 23.

Équip.	Moy. observée	Écart-type	Stat. t	P-value	Intervalle de confiance à 99 %
Ordi.	70,54%	41,62%	5,25	$p < .001$	[60,28% ; 80,80%]
Mobile	27,69%	40,69%	-5,83	$p < .001$	[17,66% ; 37,72%]
Tab.	1,77%	13,24%	-38,71	$p < .001$	[-1,49% ; 5,03%]

Tableau 23. – Résultats du test t unilatéral à droite pour l'utilisation des équipements par élève, au seuil de 50%

Ces résultats permettent de statuer sur l'utilisation des différents équipements avec des résultats significatifs. La statistique t est positive dans le cas de l'ordinateur, ce qui indique que sa moyenne d'utilisation dépasse significativement le seuil de 50 % ($p < .001$). En revanche, les statistiques t sont négatives pour le mobile et la tablette, indiquant des moyennes significativement inférieures au seuil.

Nous ne pouvons donc pas soutenir l'hypothèse **H-devices 01**, puisque contrairement à notre hypothèse de départ, les élèves ont montré une préférence pour l'ordinateur dans cette expérimentation.

Hypothèse H-devices 01 :

Parmi les élèves accédant à l'outil et disposant de plusieurs équipements dont le mobile, la majorité accéderont à l'outil via mobile.

L'hypothèse est **non soutenue**.

Justification : l'ordinateur est l'équipement majoritairement utilisé par les élèves, avec une utilisation qui dépasse significativement 50%. De plus, en comparaison, l'utilisation du mobile est significativement inférieure à 50% avec un IC à 99% allant de 17,66% à 37,72% d'utilisation.

À partir de ces mêmes données, nous pouvons statuer directement sur l'hypothèse **H-devices 02**. Pour celle-ci, nous posons pour hypothèse nulle : un équipement est utilisé dans 75% des cas. Si nous rejetons l'hypothèse nulle pour chacun des équipements, alors nous pourrions soutenir l'hypothèse **H-devices 02**. En nous appuyant sur

les accès totaux, nous pouvons donc regarder si chaque instrument dépasse ou non le seuil de 75% d'utilisation.

En nous appuyant sur les intervalles de confiance déjà calculés dans le Tableau 23, on peut rejeter l'hypothèse nulle pour le mobile et la tablette, en revanche, pour l'ordinateur qui est majoritairement représenté l'intervalle de confiance à 99% contient les 75%.

En affinant l'analyse avec un intervalle de confiance à 95%, on obtient une estimation comprise entre 62,79 % et 78,30%. Or, comme les intervalles à 95% et 99% contiennent la valeur de 75%, il n'est pas possible de rejeter l'hypothèse nulle concernant l'usage de l'ordinateur, et donc l'hypothèse **H-Devices 02** ne peut pas être soutenue.

Hypothèse H-devices 02 :

Néanmoins, aucun équipement, pas même le smartphone, « n'écrasera » les autres en terme d'utilisation. Aucun équipement ne représentera plus de 75% des équipements utilisés.

L'hypothèse est **non soutenue**.

Justification : l'intervalle de confiance à 99% pour l'ordinateur est compris entre 60,28% et 80,80%. L'ordinateur est alors potentiellement utilisé dans 75% des cas, ce qui rejette l'hypothèse.

5.3.4. Effet test

Nos travaux portant sur le soutien des effets test et d'espacement, nous avons formulé suite à l'étude quantitative l'hypothèse **H2** à propos de l'effet test. Dans le Tableau 24, nous rappelons cette hypothèse et précisons les deux sous-hypothèses **H-testing 01** et **H-testing 02** à partir desquelles nous avons effectué nos analyses. Nous présentons d'abord les données récoltées, puis nous les analysons à l'aide de tests statistiques pour déterminer si nous pouvons soutenir ces hypothèses. En explorant les données récoltées pour compléter nos analyses, nous avons également observé les proportions d'élèves de chaque niveau ayant révisé ou non dans les deux phases. Cette observation nous a conduits à proposer la nouvelle hypothèse **H-testing_03**.

Identifiant	Hypothèse
H2	Fournir aux élèves un outil de révisions mettant en place l'effet test aura un effet bénéfique sur leur pratique du test comme méthode de révisions.
H-testing 01	La mise à disposition d'un outil de test proposant des tests prêts à l'emploi conçus par les enseignants incite un plus grand nombre d'élèves à réviser sur les outils numériques.
H-testing 02	Lorsque les élèves disposent d'un outil de relecture et d'un outil de test, la majorité des élèves privilégie l'utilisation de l'outil de test.
H-testing 03	En mettant un outil de test à disposition d'élèves de niveaux différents (6ème, 4ème), les élèves d'un niveau plus avancé utiliseront plus l'outil de test.

Tableau 24. – Hypothèses sur l'effet test étudiées dans l'étude quantitative

5.3.4.1. Statistiques descriptives

Pour la première hypothèse, nous avons comparé les comportements de révision des élèves entre les phases 1 et 2. Pour rappel, dans la première phase, les élèves avaient accès à Elaastic seulement tandis que dans la deuxième phase à la fois Elaastic et Konsolidation étaient disponibles. Dans ce contexte, nous avons examiné le nombre d'élèves qui ont révisé, par rapport au nombre d'élèves n'ayant pas révisé. Les données ayant servi à cette analyse sont synthétisées dans le Tableau 25.

	Révisions en phase 1	Pas de révisions en phase 1	Total
Révisions en Phase 2	42	79	121
Pas de révisions en phase 2	20	110	130
Total	62	189	251

Tableau 25. – Tableau de contingence du nombre d'élèves ayant révisé selon les phases

Parmi les données récoltées, nous avons observé les proportions d'élèves de chaque niveau ayant révisé ou non dans les deux phases. L'objectif était de pouvoir interpréter nos résultats en considérant que les comportements des élèves pouvaient différer entre 6ème et 4ème. Nous avons donc les Fig. 39 et Fig. 40 qui représentent la proportion d'élèves ayant révisé ou non par outil et par phase, selon leur niveau. Les proportions d'utilisateurs au sein d'un niveau sont relativement proches pour Elastic, avec 22,2% de 6ème et 25,7% de 4ème en phase 1, pour respectivement 12,5% et 12,3% en phase 2. En revanche, pour Konsolidation, la proportion d'élèves de 4ème ayant révisé est bien plus importante que celle des 6ème, avec respectivement 46,9% de 4ème pour 33,3% de 6ème ayant révisé. Cette observation nous a conduits à proposer la nouvelle hypothèse **H-testing_03** : En mettant un outil de test à disposition d'élèves de niveaux différents (6ème, 4ème), les élèves d'un niveau plus avancé utiliseront plus l'outil de test. Nous avons donc réalisé des tests statistiques sur ces données également afin de vérifier si cette hypothèse était soutenue ou non.

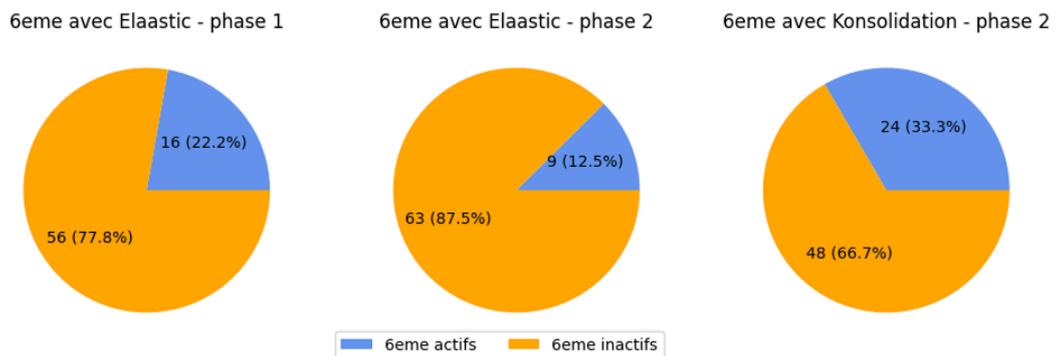


Fig. 39. – 6ème actifs sur les outils de révisions, selon la phase et l'outil utilisé

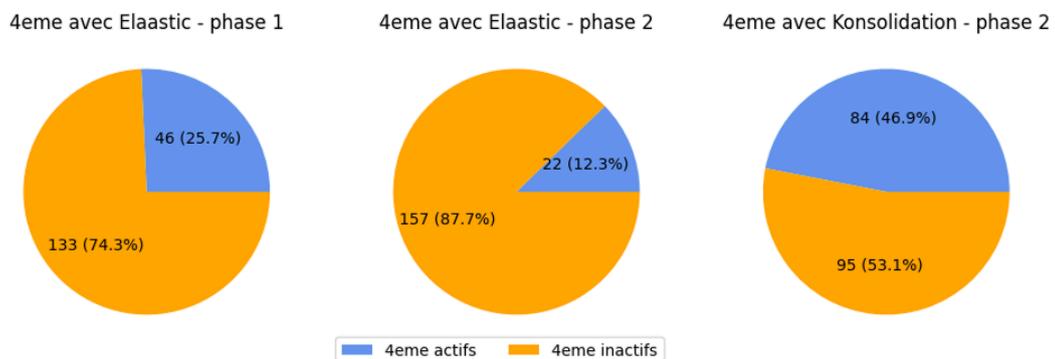


Fig. 40. – 4ème actifs sur les outils de révisions, selon la phase et l'outil utilisé

5.3.4.2. Statistiques inférentielles

Pour étudier l'hypothèse **H-testing 01**, nous avons posé l'hypothèse nulle suivante : il n'existe pas de différence significative dans le comportement de révision des élèves entre la phase 1 (avec Elastic uniquement) et la phase 2 (avec Elastic et Konsolidation). Nous avons en conséquence comparé les comportements de révision des mêmes élèves entre les phases 1 et 2. Ces données appariées sont associées à un comportement binaire (élève révisant ou non). L'objectif étant de voir si les changements dans les comportements entre les deux phases sont statistiquement significatifs, nous avons utilisé le test de McNemar sur les données du Tableau 25.

Le test de McNemar nous a donné une p-value $p < .001$, indiquant une différence significative entre les deux phases. Cela nous permet de rejeter l'hypothèse nulle et de conclure qu'il y a un changement notable dans le comportement des élèves. L'intervalle de confiance à 99% pour cette différence est estimé à [67,90% ; 88,68%], ce qui signifie qu'avec 99% de confiance, nous pouvons affirmer que la proportion d'élèves ne révisant pas en phase 1 et qui ont commencé à réviser en phase 2 se situe entre 67,90% et 88,68%.

Enfin, pour évaluer l'ampleur de cet effet, nous avons utilisé le test du V de Cramer qui donne une valeur de $V = 0,374$. Cette valeur, supérieur à 0,3 et inférieure à 0,5, suggère que l'introduction de Konsolidation a un effet de taille moyenne sur le nombre d'élèves engageant une révision. À partir de ces éléments, on peut soutenir l'hypothèse **H-testing 01**.

Hypothèse H-testing 01 :

La mise à disposition d'un outil de test proposant des tests prêts à l'emploi conçus par les enseignants incite un plus grand nombre d'élèves à réviser sur les outils numériques.

L'hypothèse est **soutenue**

Justification : l'ajout de Konsolidation a un effet moyen, mais significatif, sur le comportement de révision des élèves, avec une proportion plus élevée d'élèves qui révisent en phase 2 par rapport à la phase 1.

Pour étudier l'hypothèse **H-testing 02**, nous avons analysé les outils utilisés par les 121 élèves qui ont révisé au moins une fois sur l'un d'eux durant la seconde phase. À cette fin, nous avons établi le Tableau 26, qui présente la répartition des élèves ayant utilisé exclusivement Elaastic, exclusivement Konsolidation, ou les deux outils en combinaison. Nous avons étudié ce tableau sous l'angle de l'hypothèse nulle suivante : la répartition des équipements utilisés par les élèves pour accéder aux outils est équitable entre les trois catégories (Elaastic seulement, Konsolidation seulement, Elaastic et Konsolidation).

Outil	Effectif	Pourcentage	IC à 99%
Elaastic seulement	9	7,44%	[3,3% ; 16,0%]
Konsolidation seulement	90	74,38%	[63,1% ; 83,1%]
Elaastic et Konsolidation	22	18,18%	[10,9% ; 28,8%]
Total	121	100%	/

Tableau 26. – Tableau du nombre d'élèves ayant utilisé les outils parmi ceux ayant révisé

Compte-tenu de notre objectif, nous avons effectué le test du χ^2 qui permet de comparer les pourcentages d'utilisation observés à ceux attendus sous l'hypothèse d'une répartition équitable, avec une distribution de 33% pour chaque catégorie. En effectuant ce test, nous obtenons une statistique $\chi^2 = 93,83$ avec une p-value $p < .001$. Cette p-value nous permet déjà de rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons également calculé les intervalles de confiance à 99% pour chaque catégorie. Les intervalles d'Elaastic seulement, et d'Elaastic et Konsolidation ensemble n'incluent même pas les 33% qui correspondraient à la répartition équitable attendue. En outre, l'intervalle de confiance de Konsolidation seulement est supérieur à 50% au plus bas, soulignant qu'une majorité des élèves a utilisé l'outil. Ces résultats montrent qu'il existe une préférence marquée parmi les élèves, et que cette préférence est loin d'être équitablement répartie.

Pour renforcer cette analyse nous avons également réalisé des tests binomiaux exacts, résumés dans le Tableau 27, afin de comparer les proportions d'élèves utilisant Elaastic et Konsolidation. Pour ces tests binomiaux exacts, nous comparons le cas de

l'utilisation d'Elaastic et celui de l'utilisation de Konsolidation. L'hypothèse nulle travaillée ici est toujours la répartition équitable des élèves entre les deux outils, c'est-à-dire que la proportion d'élèves utilisant l'outil est de 50% pour chacun des outils.

Outil	Élèves utilisateurs parmi les révisants (121)	% des révisants	Eff. prev. sous H_0 (50%)	p	IC à 99%
Elaa.	31 (9+22)	25,62%	60,5	$p < .001$	[15,70% ; 36,36%]
Kons.	112 (90+22)	92,56%	60,5	$p < .001$	[85,95% ; 97,52%]

Tableau 27. – Données pour les tests binomiaux exacts comparant les accès Elaastic et Konsolidation

Les tests montrent que les utilisations d'Elaastic et de Konsolidation diffèrent significativement de la proportion à 50%, et que l'on peut rejeter l'hypothèse nulle. D'une part, les élèves en phase 2 ont délaissé Elaastic avec un intervalle de confiance ne dépassant pas les 40%. D'autre part, ils ont montré une préférence marquée pour Konsolidation avec un intervalle de confiance qui dépasse 80%, ce qui nous permet de soutenir l'hypothèse **H-testing 02**.

Hypothèse H-testing 02 :

Lorsque les élèves disposent d'un outil de relecture et d'un outil de test, la majorité des élèves privilégie l'utilisation de l'outil de test.

L'hypothèse alternative est **soutenue**.

Justification : avec un IC à 99% allant de 85,95% à 97,52% des élèves révisants avec les outils proposés qui ont utilisé Konsolidation, contre un IC à 99% allant de 15,70% à 36,36% pour Elaastic, nous pouvons conclure que la majorité des élèves ayant révisé avec les outils mis à disposition ont préféré utiliser Konsolidation. Se faisant ils ont privilégié l'outil de test à l'outil ne permettant que la relecture.

Ensuite, nous avons étudié l'hypothèse **H-testing 03** en nous appuyant sur les données récoltées dans les Fig. 39 et Fig. 40. Dans un premier temps, ayant observé une différence entre les niveaux ayant utilisé Konsolidation, nous avons souhaité déterminer si la proportion d'élèves l'utilisant différait significativement entre les élèves de 6ème et de 4ème, avant d'envisager une analyse plus approfondie.

Nous souhaitons étudier la variable binaire « Révise/Ne révise » pas sur les groupes de 4ème et de 6ème qui sont indépendants. Les effectifs obtenus étant suffisamment élevés cela nous permet d'utiliser l'approximation normale de la différence de proportions, et de respecter les conditions pour faire appel au test de proportion unilatéral à droite (z-test). Nous l'avons donc utilisé pour comparer les proportions d'élèves de 6ème et de 4ème ayant révisé avec l'outil Konsolidation.

Ce test de proportion unilatéral à droite (z-test) a été réalisé avec pour hypothèse nulle que les proportions d'élèves de 6ème et de 4ème sont équivalentes (50%). Le résultat obtenu est le suivant : $Z = 1.97$, $p = .049$, suggérant que l'on peut rejeter l'hypothèse nulle. Cela implique que la proportion d'élèves de 4ème utilisant l'outil est significativement supérieure à celle des élèves de 6ème. En nous appuyant sur les intervalles de confiance à 99 % pour la différence des proportions se situant entre 0,170 et 0,308, on peut dire que la proportion d'élèves de 4ème utilisant l'outil est entre 17% et 31% plus élevée que celle des élèves de 6ème.

Ces premiers résultats nous incitent à les examiner plus finement afin de déterminer s'il existe un lien entre le niveau scolaire et l'utilisation de l'outil à l'aide d'un test du Chi². Les résultats de ce test ont donné les valeurs suivantes : $\text{Chi}^2 = 3.336$, $p = 0,068$. Ces résultats suggèrent que la différence entre les deux groupes n'est pas significative, mais la p-value reste proche du seuil de 0,05, ce qui nous amène à nous interroger sur la possibilité d'un lien entre le niveau scolaire et l'utilisation de l'outil. Nous comparons les effectifs que nous avons observés avec les intervalles de confiance à 99% des effectifs théoriques en cas d'indépendance dans le Tableau 28.

Condition	Effectif observé	IC à 99% des effectifs indépendants
6ème révise	24	[16 ; 46]
6ème ne révise pas	48	[24 ; 58]
4ème révise	84	[54 ; 100]
4ème ne révise pas	95	[75 ; 128]
Total	251	/

Tableau 28. – Tableau du nombre d'élèves ayant utilisé les outils parmi ceux ayant révisé

Tous les effectifs observés sont bien compris dans les intervalles de confiance à 99% des effectifs théoriques en cas d'indépendance, ce qui renforce bien l'idée que dans nos observations, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle. Toutefois, avec une p-value proche de 0,05 et une différence de proportion statistiquement significative, il y a des indices d'un lien possible entre le niveau scolaire et le fait de réviser.

Hypothèse H-testing 03 :

En mettant un outil de test à disposition d'élèves de niveaux différents (6ème, 4ème), les élèves d'un niveau plus avancé utiliseront plus l'outil de test.

L'hypothèse est **non soutenue** mais **à approfondir**.

Justification : une p-value proche de 0,05 (0,068) et une différence de proportion statistiquement significative sont des indices qu'un lien est possible entre le niveau scolaire et le fait de réviser, mais ces indices sont faibles, et la preuve statistique n'est pas suffisamment robuste pour affirmer ce lien de manière certaine, surtout à un niveau d'exigence élevé (comme 1 %).

5.3.5. Effet d'espace

En nous appuyant sur la littérature (Blasiman et al., 2017; Silvestre et al., 2015) d'une part, et l'étude qualitative d'autre part, nous avons formulé l'hypothèse **H3** que l'on

peut associer à l'effet d'espacement. Nous rappelons l'hypothèse dans le Tableau 29, ainsi que la version retravaillée **H-spacing 01** à partir de laquelle nous avons étudié nos résultats. Nous présentons d'abord les données récoltées, puis nous les analysons à l'aide de tests statistiques pour déterminer si nous pouvons soutenir ces hypothèses.

Identifiant	Hypothèse
H3	L'usage de l'outil sera particulièrement marqué à proximité des examens
H-spacing 01	Les élèves révisent plus à l'approche d'une évaluation sommative.

Tableau 29. – **Hypothèse concernant l'effet d'espacement étudiée lors de l'étude quantitative**

5.3.5.1. Statistiques descriptives

Concernant l'hypothèse sur l'effet d'espacement, nous ne prenons en compte que les tentatives sur Konsolidation modifiées pour la dernière fois dans un délai de 4h après la création de la tentative, en considérant qu'il s'agit de la même demi-journée de travail de l'élève. Comme nous l'avons présenté plus tôt, les informations tracées sur les tentatives sont limitées, ainsi nous ne sommes pas en mesure de déterminer le nombre de fois que l'élève a accédé à une tentative dont la date de dernière modification est éloignée. Pour cette raison, nous ne considérons que les 335 tentatives supposément effectuées en session de travail unique dans les analyses sur l'effet d'espacement.

En demandant aux enseignants de ne pas inciter les élèves à réviser plus que d'ordinaire dans le cadre de l'expérimentation, nous avons émis l'hypothèse que l'on observerait les mêmes résultats que dans la littérature, à savoir des révisions massées à l'approche des évaluations sommatives. Pour chaque sujet sur Elaastic ou sur Konsolidation, nous avons au moins une évaluation sommative associée, avec la date à laquelle celle-ci était annoncée, ainsi que la date de l'évaluation. De cette façon, nous avons pu comparer les dates de révisions des élèves sur les outils aux dates de ces évaluations. En analysant les dates d'annonces, et les activités des enseignants, nous n'avons conservé que les dates de travail associées à une évaluation jusqu'à 15 jours avant celle-ci comme précisé précédemment.

Les données concernant les évaluations nous ont permis d'observer une première tendance dans les révisions des élèves allant dans le sens de notre hypothèse, illustrée avec les Fig. 41 et Fig. 42. On voit en bleu la date d'annonce de l'évaluation, puis le nombre de tentatives par jour jusqu'à l'évaluation marquée en rouge.

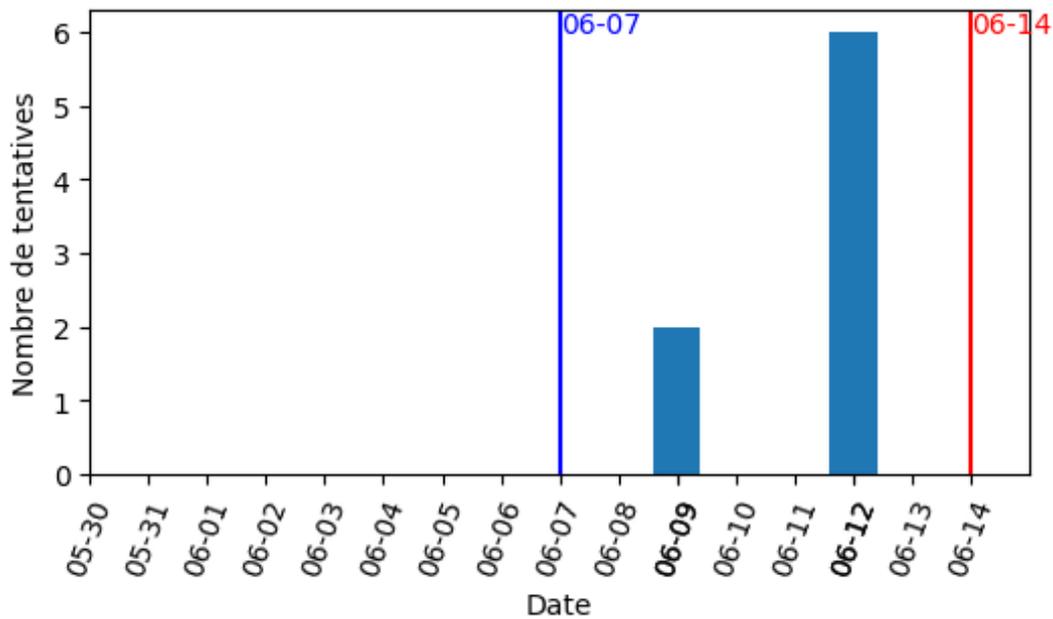


Fig. 41. – Nombre de tentatives de révisions sur Konsolidation par jour pour l'évaluation 39

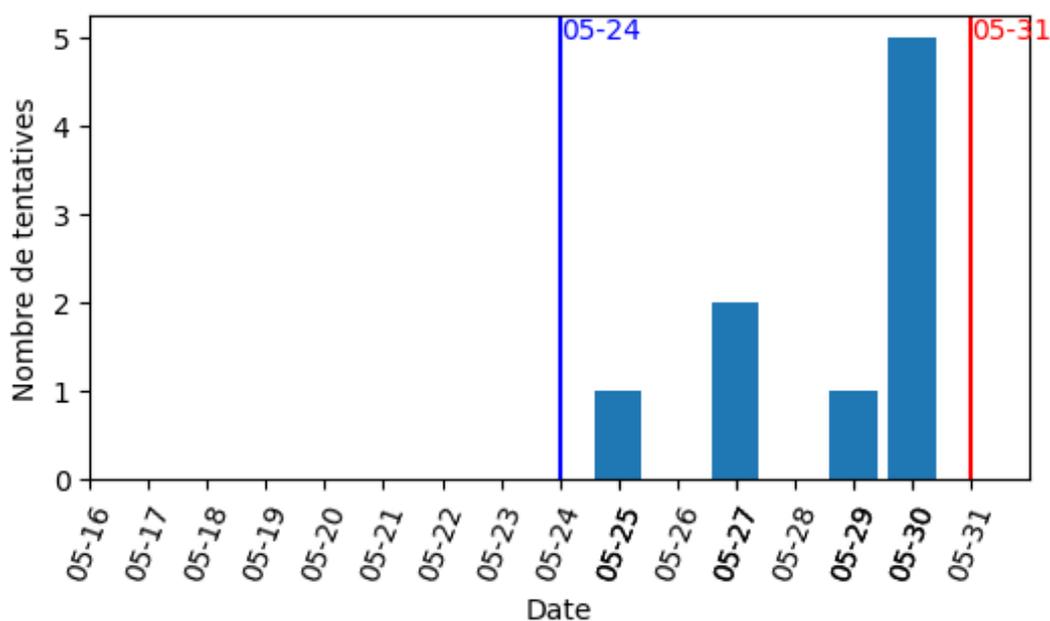


Fig. 42. – Nombre de tentatives de révisions sur Konsolidation par jour pour l'évaluation 42

Dans le but d'étudier cette tendance, nous avons analysé les données de Konsolidation en considérant le nombre de tentatives par élève selon le nombre de jours avant l'évaluation.

À partir du nombre de tentatives par élève, selon le nombre de jours avant l'évaluation, nous avons regroupé les données par période afin d'analyser la tendance générale. Nous avons d'abord analysé les données jour par jour, en considérant que chaque jour avant l'évaluation était un jour de travail potentiel pour les élèves, sur la Fig. 43. On observe un pic de tentatives autour de huit jours avant l'évaluation. Une partie des données associée à ce pic correspond aux tentatives des élèves effectuées suite à une intervention de correction logicielle sur l'outil, qui a eu lieu coïncidentement, neuf jours avant de nombreuses évaluations. Cette action a pu inciter les élèves à réviser, et renforcer le pic observé. N'étant toutefois pas en mesure de déterminer si ces tentatives étaient incitées par cette information, où par la proximité de l'évaluation, nous avons décidé de conserver ces données dans notre analyse.

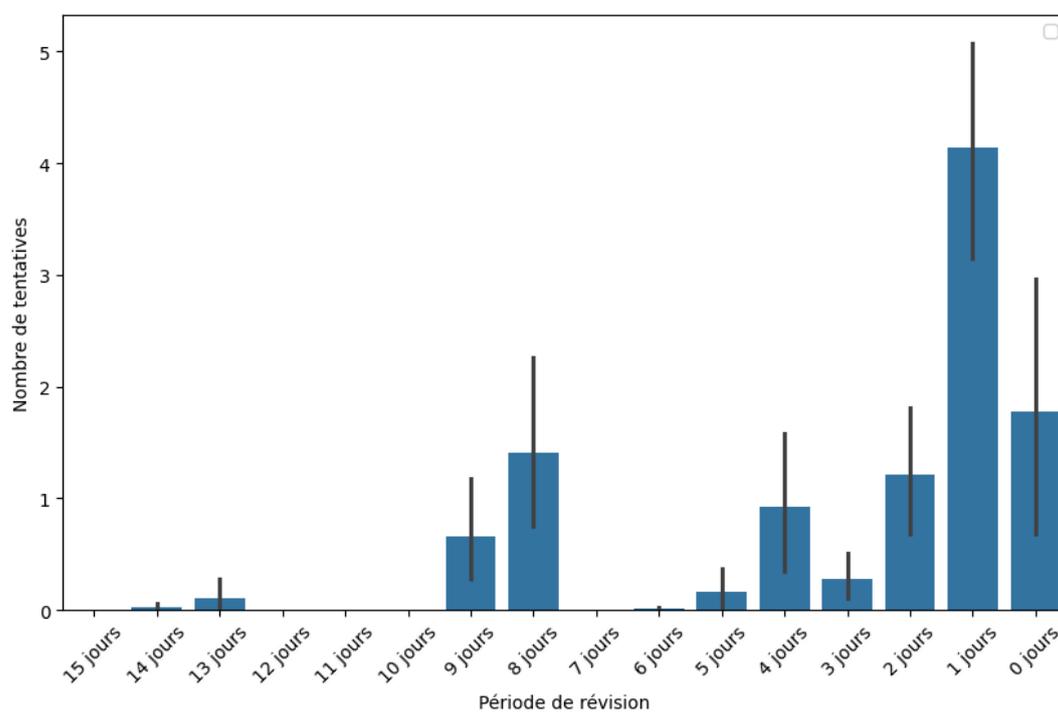


Fig. 43. – Nombre de tentatives moyens jour par jour selon la distance à l'évaluation sur Consolidation

Puis, pour lisser les variabilités d'emploi du temps, nous avons regroupé les jours par tranche de deux jours, sur la Fig. 44, et avons calculé la moyenne du nombre de tentatives par élève pour chaque tranche de jours avant l'évaluation.

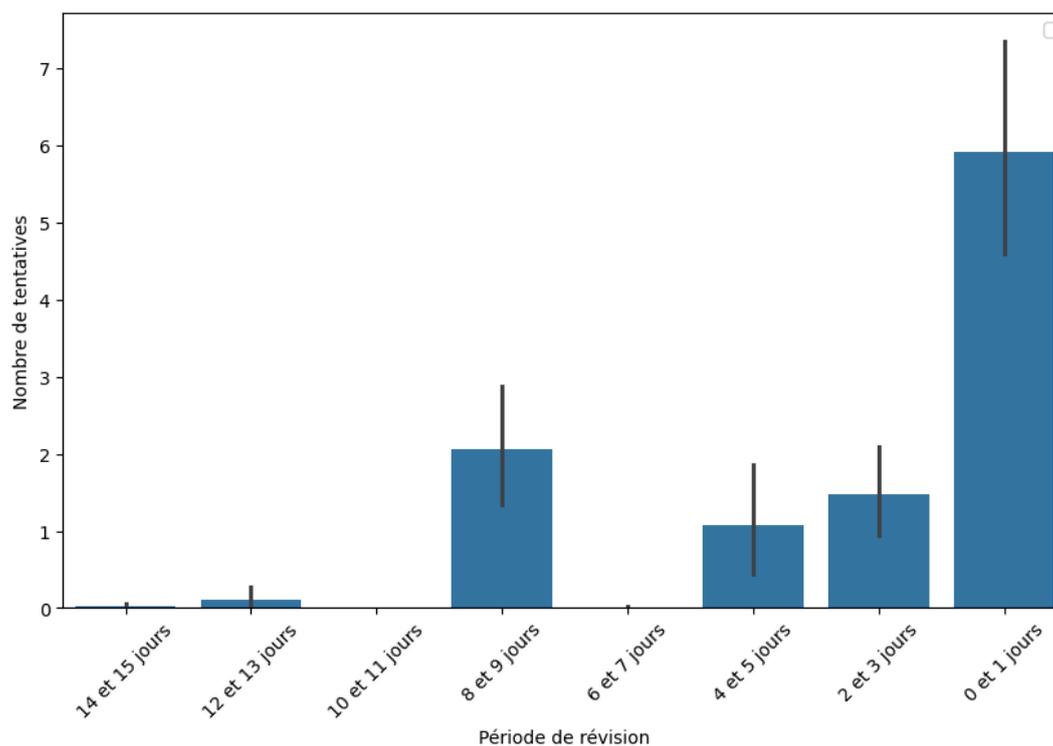


Fig. 44. – Nombre de tentatives moyen par regroupement de 2 jours selon la distance à l'évaluation sur Konsolidation

Enfin, nous avons fait cette même analyse avec des regroupements à trois jours, sur la Fig. 45, pour considérer des regroupements qui incluent au moins le mercredi ou le weekend dans la même tranche de jours avant une évaluation, ces moments représentant des grandes périodes de temps hors-classe lors desquelles les élèves sont susceptibles de réviser.

Afin d'étudier la relation entre le nombre de jours avant l'évaluation et le nombre de tentatives, nous avons effectué une corrélation de Spearman et calculé les intervalles de confiance à 99% sur celle-ci. Nous avons listé les résultats pour les regroupements à deux et trois jours dans le Tableau 30

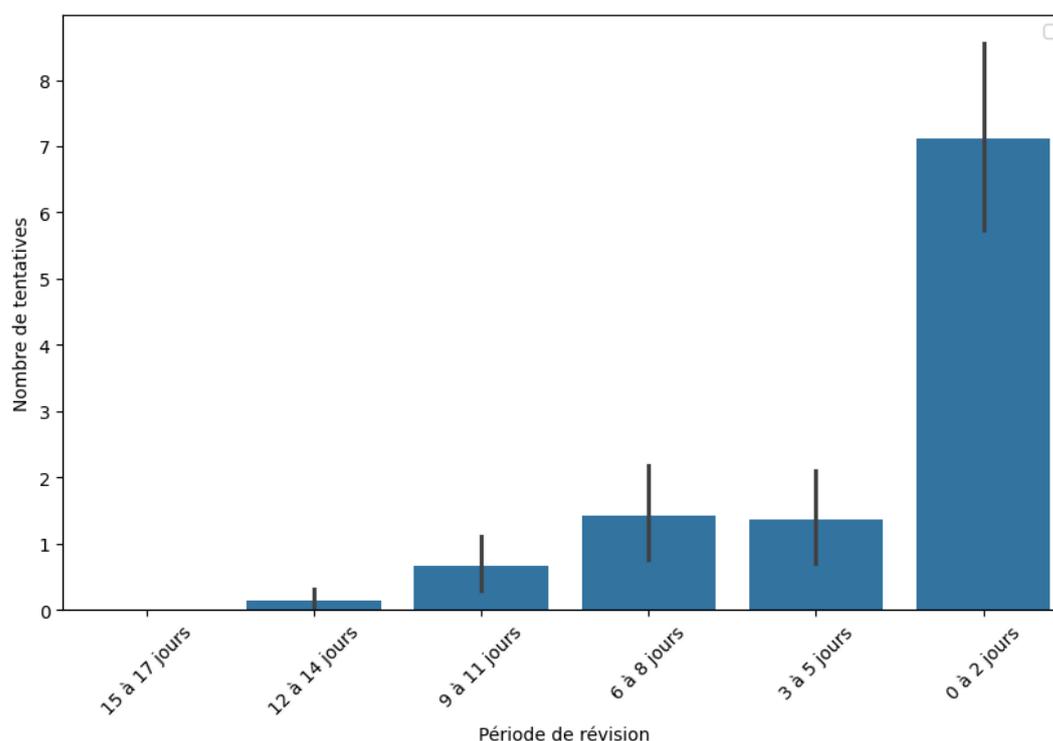


Fig. 45. – Nombre de tentatives moyens par regroupement de 3 jours selon la distance à l'évaluation sur Konsolidation

En étudiant l'espace, nous avons également regardé dans les données filtrées combien d'élèves ont révisé plusieurs fois un même sujet. Pour un total de 104 élèves différents ayant révisé sur Konsolidation au moins une fois, 65 ont démarré au moins deux tentatives. Sur ces 65 élèves, seuls 18 d'entre eux ont révisé plusieurs fois un même sujet à des dates différentes. Parmi eux encore, seuls 10 d'entre eux ont révisé au-delà de trois jours avant leur évaluation.

5.3.5.2. Statistiques inférentielles

Pour analyser l'espace des révisions des élèves, nous posons pour hypothèse nulle que le nombre de tentatives des élèves est indépendant de la proximité à l'évaluation portant sur le même sujet. En nous appuyant sur les données des Figures 43, 44 et 45, nous avons souhaité voir s'il existe une corrélation entre le nombre de jours avant l'évaluation et le nombre de tentatives des élèves sur Konsolidation. Ces variables étant ordinales mais ne suivant pas une loi normale, nous avons choisi d'utiliser un test de Spearman. Nous avons effectué ce test sur le nombre de tentatives

selon le nombre de jours avant l'évaluation, groupées par période de un, deux ou trois jours.

Regroupement	Corrélation de Spearman	P-value	Intervalle de confiance à 99%
Jour par jour	0,347	$p < .001$	[0,296 ; 0,396]
2 Jours groupés	0,180	$p < .001$	[0,073 ; 0,283]
3 Jours groupés	0,369	$p < .001$	[0,253 ; 0,473]

Tableau 30. – Test de Spearman sur le nombre de tentatives selon le nombre de jours avant l'évaluation, groupées par période de 1, 2 ou 3 jours

La corrélation semble moyenne quand on considère les données jour par jour, avec un coefficient de 0,347 et une p-value $p < .001$. Lorsque nous lisons les résultats, en considérant des périodes de révisions regroupées de deux jours, nous observons une corrélation plus faible mais toujours significative, avec un coefficient de 0,180 et une p-value $p < .001$. Enfin, lorsque nous regroupons les révisions par période de trois jours, la corrélation est moyenne, avec un coefficient de 0,369 et une p-value $p < .001$. Ce coefficient est supérieur à celui observé pour les données jour par jour, en revanche, l'intervalle de confiance à 99% est plus large, il commence plus bas et va plus haut, avec celui jour par jour qui est de 0,296 à 0,396 tandis que celui pour les regroupements de trois jours est de 0,253 à 0,473.

Dans tous les cas, on observe une p-value inférieure à .001, ce qui nous permet de rejeter l'hypothèse nulle : le nombre de tentatives des élèves n'est pas indépendant de la proximité à l'évaluation portant sur le même sujet. Si nous pouvons soutenir l'hypothèse alternative selon laquelle il existe une corrélation entre le nombre de jours avant l'évaluation et le nombre de tentatives des élèves sur Konsolidation, il est plus délicat de statuer sur la force de cette corrélation. La corrélation est faible pour les données groupées par période de deux jours, et les intervalles de confiance à 99% des deux autres corrélations qui seraient moyennes incluent aussi des valeurs $< 0,3$. Par conséquent, nous dirons plutôt que la corrélation est faible à moyenne.

Hypothèse H-spacing :

Les élèves révisent plus à l'approche d'une évaluation sommative.

L'hypothèse est **soutenue**.

Justification : avec les trois regroupements proposés on obtient une corrélation entre le nombre de tentatives des élèves et l'approche de la date d'une évaluation sommative associée. Cette corrélation d'effet faible voire moyen montre que le nombre de tentatives des élèves augmente de manière statistiquement significative à l'approche des évaluations, malgré un nombre de tentatives très diversifiés entre les élèves.

5.4. Discussion

Dans cette discussion, nous allons appuyer nos réflexions sur les résultats de l'étude quantitative, mais aussi sur les retours qualitatifs des élèves que nous avons récupérés dans les sondages de fin de phase, avec une visée explicative. Il nous faut rappeler que notre étude a été réalisée dans un établissement à l'IPS supérieur à la moyenne nationale, et donc que la discussion, les pratiques identifiées et les recommandations formulées s'inscrivent dans ce contexte.

Nos analyses ont pour objectif de répondre aux questions de recherches suivantes :

QR 1 : Quelles pratiques effectives de révision des élèves du secondaire peuvent être inférées à partir des traces d'usage d'un système interactif de révision permettant aux élèves de se tester de manière espacée ?

QR 2 : Quelles recommandations, fondées sur l'analyse des pratiques effectives de révision identifiées et s'appuyant sur les effets test et d'espacement, peut-on formuler pour améliorer la conception d'un système interactif destiné aux révisions des élèves du secondaire ?

Par conséquent, nous discutons nos résultats en ayant pour objectif d'identifier au moins une pratique dans chaque thème de recherche et de formuler une recommandation associée à celle-ci.

5.4.1. Équipements utilisés

Dans un premier temps, nous souhaitons revenir sur l'hypothèse **H-Devices 01**, pour expliquer son rejet. Pour rappel, nous avons montré que l'équipement privilégié, malgré une plateforme adaptée au mobile, avait été l'ordinateur.

Pour expliquer cela, on peut s'appuyer sur les retours qualitatifs des élèves dans les sondages de fin de phase. Plusieurs élèves y ont déclaré que leurs parents encadraient leur travail hors-classe, et contraignaient soit à la non utilisation de l'outil, soit parfois de travailler sur ordinateur afin de pouvoir mieux contrôler leur activité. Il nous faut rappeler à ce sujet que nous avons travaillé avec un établissement à l'IPS élevé, et que les parents d'établissements de profils différents pourraient accompagner leurs enfants différemment.

Cette influence parentale n'est pas la seule piste qui a pu inciter les élèves à privilégier l'ordinateur. En effet, dans plusieurs situations, les élèves devaient d'abord passer par Elaastic pour accéder à Konsolidation. Cependant, Elaastic est essentiellement construit pour une utilisation avec ordinateur, comme on peut le constater à travers le faible nombre d'accès via mobile.

Konsolidation s'appuie sur les connexions des élèves à Elaastic pour lier les activités. En considérant que les élèves effectuaient des activités en classe sur Elaastic, le lien entre les outils devait être fait depuis ces activités et ne pas nécessiter d'action supplémentaire de la part des élèves. Malheureusement, nous avons observé des situations qui ont limité l'automatisation du processus, contraignant les élèves à une utilisation plus complexe. Parmi ces cas nous avons eu :

- lorsque l'élève avait travaillé en binôme en classe sur Elaastic, et que seul le compte de son binôme avait été utilisé pour accéder à Elaastic ;
- lorsque le sujet avait été créé spécifiquement pour les révisions via Konsolidation. L'accès à ce sujet sur Konsolidation restait conditionné par « l'inscription » de l'élève au lien Elaastic associé à ce sujet.

Parallèlement, les élèves utilisaient Elaastic en classe uniquement via l'ordinateur. De cette façon, contraints à passer par Elaastic, les élèves ont pu avoir tendance à continuer de privilégier l'ordinateur pour poursuivre les activités dans Konsolidation. Enfin, même si tous ces éléments pouvaient inciter à une plus forte utilisation de l'ordinateur que nous ne l'avions supposée, lors de l'étude qualitative déjà, une partie des élèves de 17 ans interrogés avait indiqué préférer l'ordinateur comme équipement de travail, argumentant que l'utilisation du mobile pouvait entraîner certaines distractions. Constaté cette lucidité chez certains élèves est intéressant, mais nous ne sommes pas en mesure de dire si cet argument venant de lycéens est considéré par les élèves plus jeunes de notre étude. Dans les utilisations, on relève tout de même des écart-types très élevés ($> 40\%$) pour le mobile comme pour l'ordinateur dans les utilisations par élève (Voir Tableau 23). Ces écart-types montrent que d'un élève à un autre le choix de l'équipement varie grandement, ce qui s'accorderait avec l'idée de groupes d'élèves avec des préférences assez marquées, ici pour l'ordinateur. Il est donc essentiel de considérer que ces résultats indiquent peut-être une véritable préférence pour l'ordinateur comme équipement de révision, qu'il serait envisageable de montrer à l'aide d'une nouvelle expérimentation qui mesurerait ces biais par exemple, en incluant un sondage parental sur leurs choix en matière de technologie et de travail hors classe. Une autre piste serait de proposer un accès à des sujets sur Konsolidation qui ne nécessitent pas de passer par Elaastic, pour voir si cela fait évoluer la tendance d'utilisation.

Concernant le rejet de l'hypothèse **H-devices 02**. Nous rejetons l'hypothèse suite à l'inclusion dans les intervalles de confiance du taux de 75% pour l'ordinateur. Cependant, l'utilisation moyenne par élève est de 70,54%. En considérant également les biais évoqués quant à l'utilisation de l'ordinateur, on peut imaginer que cet intervalle de confiance diminuera, et laissera plus de place aux autres équipements.

Pour ce qui concerne le mobile par exemple, si son utilisation n'est pas majoritaire, nous souhaitons souligner les accès Elaastic qui ont été observés. Nous nous attendions à ne voir que des élèves contraint par la seule disponibilité d'un mobile à accéder à Elaastic de cette façon. En définitive, bien que peu nombreux, tous les accès mobiles à Elaastic proviennent pourtant d'élèves disposant également d'un

ordinateur — un constat qui peut laisser penser que le mobile est tout de même préféré par certains élèves.

Parmi les équipements étudiés, l'un d'entre eux semble être particulièrement absent. En effet, d'après les déclarations des élèves (Tableau 18), plus de 80% d'entre eux ont accès à un ordinateur et/ou à un smartphone, pour à peine un tiers qui ont accès à la tablette. En analysant les déclarations des élèves plus finement, nous avons remarqué que parmi tous ceux ayant un accès à une tablette, seuls 3 d'entre eux n'avaient pas d'autres équipements à leur disposition. Avec aussi peu d'élèves ayant accès, et autant d'élèves disposant d'une alternative, on peut comprendre que la tablette soit un équipement qui s'est fait plus discret dans les usages des élèves. Cette utilisation limitée de la tablette peut aussi s'expliquer par l'encadrement des travaux à la maison par les parents évoqué plus tôt.

Suite à ces utilisations, nous pensons qu'un outil conçu dans un contexte institutionnel doit à minima couvrir d'une part le mobile, et d'autre part l'ordinateur qui représentent des extrêmes en terme d'interface. En proposant pour cela un *design responsive*, il couvrira au moins basiquement les besoins à adapter pour une tablette, si on considère que le travail d'adaptation au support qui découle de l'utilisation d'une tablette bénéficie d'une part des interactions tactiles généralement associées au mobile, tout en s'appuyant sur l'écran plus large proposé par l'ordinateur. Ainsi, même si tous les équipements ne sont pas utilisés, les cas minoritaires comme ceux de la tablette qui ne doivent pas être écartés dans un contexte institutionnel, sont couverts tant que l'on s'adapte aux utilisations les plus différentes que sont le mobile et l'ordinateur qui sont les plus fréquentes.

En nous appuyant sur nos résultats et les éléments que nous avons discutés nous observons donc la pratique suivante chez les élèves :

Pratique 1 : Les élèves utilisent de manière significative l'ordinateur et le mobile pour réviser avec un outil numérique, avec une tendance nette en faveur de l'ordinateur.

Pour les concepteurs, cette observation conduit à une recommandation en terme de support :

Recommandation 1 : L'outil doit garantir une accessibilité équivalente sur ordinateur et mobile, en tenant compte de la préférence marquée des élèves pour l'ordinateur dans le cadre des révisions.

Pour finir, si une large majorité d'élèves disposent d'un accès à des équipements numériques, nos sondages révèlent néanmoins que 23 foyers (7,74% des foyers de l'étude) ne mettaient aucun appareil à la disposition de l'élève. Même si les établissements permettent parfois aux élèves d'accéder à des salles informatisées sur des créneaux libres pour faire leurs travaux hors-classe, ces accès restent compliqués et ne permettent pas toujours aux élèves sans équipement d'accéder au support numérique. Cette contrainte d'accès aux équipements représente encore aujourd'hui une source d'inégalités éducatives, susceptibles d'être renforcées à travers le numérique. En ayant travaillé avec un établissement à l'IPS élevé, les familles disposaient potentiellement de plus de moyens pour équiper les élèves, ces inégalités pourraient alors être encore plus marquées dans d'autres établissements. S'il est important de s'intéresser aux atouts du soutien de l'éducation par le numérique, de plus en plus présent, cela reste une piste pertinente sous réserve que les élèves soient équipés. Il est donc essentiel de garder à l'esprit que ces inégalités d'accès aux équipements numériques existent encore aujourd'hui, et représentent une étape essentielle à franchir avant de pouvoir envisager un soutien numérique pour tous les élèves.

5.4.2. Effet test

Concernant le support de l'effet test, nous avons observé des résultats plutôt positifs avec le soutien des hypothèses **H-testing 01** et **H-testing 02**. L'introduction de l'outil de test a permis de constater une augmentation du nombre d'élèves ayant révisé avec un outil numérique. Ces élèves ont privilégié Konsolidation pour réviser ; ils ont ainsi, sans incitation explicite, préféré travailler en se testant plutôt qu'en relisant.

À l'exception des 23 foyers n'ayant pas d'accès aux équipements numériques pour réviser, certains élèves déclarent également effectuer leurs révisions sans recours à un outil numérique (indépendamment d'y avoir accès), comme l'indique le Tableau 31. D'autres élèves ont également expliqué n'avoir simplement pas ressenti le besoin de réviser, ou d'utiliser les outils pour le faire. Même si ce nombre diminue en phase

2, le recueil des sondages ayant été fait indirectement à travers les enseignants a pu inciter les élèves à répondre avec moins de transparence par crainte d'être lu par leurs enseignants. On comprend que malgré un effet positif observé, il reste encore de nombreux élèves à soutenir.

Ce soutien pourrait passer par un accompagnement à la régulation du travail hors classe, à l'aide d'une supervision enseignante renforcée ou même d'un soutien direct par le système interactif qui pourrait notifier les élèves en cas de non-utilisation de l'outil, ou d'un manque de révisions sur une période donnée par exemple. Ce genre de soutien résonnerait avec les demandes enseignantes lors de l'étude qualitative, qui évoquaient alors vouloir soutenir davantage les élèves dans leur travail hors-classe si les outils le leur permettaient. En revanche, il sera nécessaire de mesurer l'impact de ce type de soutien sur la motivation des élèves et bien délimiter les périmètres de visibilité et d'utilisation de ces données, dans la mesure où elles s'inscrivent dans la sphère privée des élèves.

Motifs principaux évoqués de non-utilisation	Sondage 1 Elaastic	Sondage 2 Elaastic	Sondage 2 Konso.
« Oubli d'utiliser / Pas penser à le faire »	57	35	36
« Révisions sans écran »	26	46	25
« Bug d'un outil ou de l'ENT »	26	20	45
« Pas besoin d'un outil/Ne révise pas »	31	19	9
« Je préfère l'autre outil »	/	9	5

Tableau 31. – Synthèse des réponses déclaratives concernant la non-utilisation des outils

Un autre élément est à préciser à propos de l'hypothèse **H-testing 01**, en nous appuyant cette fois-ci sur les retours qualitatifs dans les sondages. Certains élèves qui n'ont pas utilisé l'un ou l'autre outil ont précisé cette non-utilisation par une préférence de l'autre outil. Toutefois, les quelques préférences pour Elaastic peuvent aussi être rapprochées à une préférence pour la relecture comme méthode de révision, ce qui va dans le sens de la littérature et des « illusions méta-cognitives » auxquels

sont sujets les élèves (Yue, 2020). Cette partie des élèves semble toutefois rester minoritaire dans notre étude, ce qui est encourageant, en considérant le soutien de nos hypothèses.

Concernant les pratiques des élèves, nous pouvons nous appuyer sur le soutien de l'hypothèse **H-testing 02** :

Pratique 2 : Lorsque les élèves révisant avec des outils numériques disposent simultanément d'un outil permettant la relecture d'un test et d'un outil de test permettant de refaire ce même test, la majorité d'entre eux utilise l'outil de test.

Cette pratique, associée au soutien de l'hypothèse **H-testing 01** nous permet de proposer la recommandation suivante :

Recommandation 2 : L'outil doit proposer des tests prêts à l'emploi : la simple mise à disposition d'un système proposant des tests prêts à l'emploi sur les notions abordées en classe incite les élèves disposés à réviser avec un outil numérique à privilégier le test à la relecture sur ces mêmes notions.

Il nous faut cependant souligner une des limites de ces résultats : ils ne s'appliquent qu'aux élèves utilisant les outils proposés. Dans la phase 2, Konsolidation n'a été utilisé que par 108 élèves soit 36,36% des élèves de l'étude. Ce résultat peut s'expliquer par différents facteurs, mais on peut considérer que la pratique numérique n'est pas encore la norme, avec la quasi totalité des élèves (281 soit 94,61%) qui déclarent réviser au format papier au moins une fois par semaine. De plus, 185 élèves (62,29%) n'ont mentionné aucune utilisation d'autres outils numériques que ceux proposés dans l'étude pendant leurs révisions. Ces déclarations ne permettent pas d'identifier les stratégies de révisions des élèves, mais on peut supposer qu'une partie de ces révisions consiste en la simple relecture du contenu de cours, et donc que certains de ces élèves ne bénéficient pas non plus de l'effet test. Si l'introduction d'outil comme Konsolidation soutient la stratégie de révisions par les tests elle n'est

peut-être pas encore la solution la plus adaptée compte tenu des usages actuels du numérique pour le travail hors-classe.

Enfin, concernant les élèves qui utilisent le numérique et l'impact éventuel du niveau sur le choix des outils nous souhaitons revenir sur l'hypothèse **H-testing 03**. Même si cette hypothèse n'a pas été soutenue, nous avons tout de même observé des indices sur le fait que les élèves de 4ème ont été significativement plus nombreux à utiliser Konsolidation que les élèves de 6ème.

La différence d'effectif observée peut avoir été influencée par plusieurs facteurs. Une première explication pourrait être que les élèves de 4ème plus avancés dans leur scolarité, ont adopté plus facilement une stratégie de révisions par les tests en identifiant celle-ci comme plus efficace. Une autre explication peut provenir de la quantité de sujets mis à leur disposition dans les outils. Les élèves de 6ème ont eu accès à un sujet sur les deux plateformes, alors que les élèves de 4ème ont eu accès à deux sujets sur Elaastic et trois sur Konsolidation.

Enfin, une dernière explication pourrait être liée à des différences dans le contexte écologique, relatives aux enseignants et leurs interventions en classe. Par exemple, même si nous sommes intervenus dans toutes les classes pour effectuer une démonstration de Konsolidation, celle-ci est survenue tôt (fin mars) et donc peu de temps avant les congés scolaires de printemps. Au retour de ces congés, les élèves de 4ème ont pour beaucoup fait un essai en classe avec un même enseignant pour s'assurer que tous étaient en mesure d'utiliser l'outil, ainsi, ils ont pu se sentir plus à l'aise. Les 6èmes en revanche, n'ont pas essayé l'outil en classe, et l'évaluation qui les a concernés n'a été annoncée que mi-mai. N'ayant pas de sujets à disposition avant, ils ont pu oublier son fonctionnement depuis la présentation et manquer d'aisance pour l'utiliser plus tardivement.

Si toutefois la proportion de 4ème qui a révisé sur Konsolidation est significativement plus élevée, nous n'avons pas pu rejeter l'hypothèse nulle d'indépendance du niveau des élèves avec l'utilisation de l'outil. Le rejet de notre hypothèse pourrait s'expliquer à travers les différents facteurs évoqués plus tôt, tout en restant cohérent avec l'observation d'un plus grand effectif utilisant l'outil. Cependant, lors du test de l'hypothèse d'indépendance entre l'outil et le niveau des élèves la p-value résultante

de 0,068 a été très proche de 0,05. De plus, les intervalles de confiance à 99% des effectifs théoriques en cas d'indépendance sont très larges. En considérant que de nombreux facteurs ont pu influencer l'utilisation de l'outil mais qu'on observe pourtant des résultats aussi proches d'être significatifs, nous pensons que l'hypothèse devrait être testée de nouveau avec un plus grand effectif d'élèves et d'enseignants afin d'observer les comportements sur un échantillon plus représentatif et dans des conditions davantage comparables.

5.4.3. Effet d'espacement

Conformément à la littérature (Blasiman et al., 2017; Silvestre et al., 2015), l'hypothèse **H-spacing 01** a été soutenue, répliquant les observations des études passées sur les révisions à l'approche d'une évaluation sommative. En revanche, on observe que la corrélation de cet effet est faible à moyen, et que l'intervalle de confiance à 99% est assez large, ce qui laisse une place importante à la variabilité des élèves dans leurs révisions. Compte-tenu du contexte écologique de l'observation, ciblée sur du travail hors-classe, l'intervention d'autres facteurs n'est pas surprenante, et on peut considérer qu'il est d'autant plus important de prêter attention à un effet déjà visible, même s'il est faible.

En terme d'anticipation, nous avons identifié assez peu d'élèves travaillant longtemps en avance. Déjà, nous rappelons que nous avons effectué une intervention de correction logicielle sur Konsolidation neuf jours avant une évaluation, les enseignants ont incité à l'utilisation de Konsolidation dont les « bugs » avaient été corrigés. Si cette action a pu inciter les élèves à réviser, une autre explication possible à ce pic pourrait être liée à un groupe d'élèves qui utilise déjà des stratégies d'espacement pour réviser. S'il existe un groupe d'élèves qui révisent longtemps à l'avance, nous ne pouvons le mesurer et il est difficile de savoir si ce pic est dû à une stratégie d'espacement ou à une simple coïncidence avec la date d'intervention de notre part.

Ensuite, nous avons détaillé que pour 65 élèves ayant démarré au moins deux tentatives, seuls 18 d'entre eux ont révisé plusieurs fois un même sujet à des dates différentes. Ce nombre montre que la stratégie d'espacement n'est pas dans les habitudes des élèves qui ont révisé sur Konsolidation. De plus, même si nous avons filtré certaines données pour ne garder que les tentatives en session de travail unique,

avant filtrage il s'agissait de 68 élèves qui avaient démarré au moins deux tentatives, pour 26 élèves qui auraient été considérés comme ayant révisé plusieurs fois un même sujet à des dates différentes. Même si cela réintégrerait quelques élèves, il faut rappeler que 112 élèves ont utilisé Konsolidation, donc il resterait une majeure partie des élèves qui n'ont pas révisé plusieurs fois un même sujet à des dates différentes. Il nous paraît raisonnable de supposer que cette observation d'un faible nombre d'élève espaçant déjà leurs révisions ne relève pas de la faute du filtrage, mais bien d'une tendance générale des élèves à ne pas espacer leurs révisions.

En repartant des données filtrées, nous avons identifié que seuls 10 des 18 élèves ayant espacé des tentatives ont révisé au-delà de trois jours avant leur évaluation. Parmi ces 10 révisions, sept tombent un mercredi ou un weekend. Sans être en mesure d'effectuer des statistiques sur un effectif aussi peu élevé, on constate que ces révisions éloignées correspondent pour beaucoup à des périodes avec une disponibilité plus importante. Toutefois, nous ne sommes pas aptes à savoir s'il s'agit là de quelques élèves ayant déjà l'espacement comme stratégie d'apprentissage, ou s'il s'agit d'une stratégie induite par l'accompagnement d'un parent qui serait disponible sur ces créneaux privilégiés de temps hors-classe.

Si ces éléments suggèrent que les élèves tirent relativement peu profit de l'effet d'espacement, d'autres indiquent que les élèves du collège pourraient même avoir besoin d'un accompagnement encore plus structuré. Tout d'abord, durant l'expérimentation, plusieurs enseignants ont exprimé la nécessité de formuler des consignes plus détaillées (voir « consigne détaillée » dans le Chapitre 5.2.2.1.), afin de mieux guider les élèves dans l'usage d'outils pourtant clairement identifiés. Par ailleurs, les retours d'élèves recueillis dans le Tableau 31 montrent que nombre d'entre eux déclarent avoir simplement « oublié » d'utiliser l'outil, alors même que les enseignants en avaient précisé l'usage dans les agendas numériques. Avec ces éléments, nous avons finalement résumé l'observation suivante :

Pratique 3 : En l'absence d'incitation, les élèves privilégient une stratégie de travail massé proche d'une évaluation sommative, et ne bénéficient pas ou peu de l'effet d'espacement.

En faisant écho aux différences d'utilisation entre les 6ème et les 4ème, on peut également rappeler que sur les trois explications proposées dans la discussion, deux d'entre elles sont associées à une action enseignante, à savoir la mise à disposition de sujets et l'accompagnement à l'utilisation par un test en classe. Ces éléments ajoutés aux difficultés des élèves à mettre en place des stratégies de révisions adaptées montre d'après nous le besoin d'un accompagnement à la régulation en général, d'où la recommandation suivante :

Recommandation 3 : L'outil devrait aider à réguler l'activité de l'élève.

Chapitre 6

Conclusion

Contenu

6.1. Synthèse	126
6.2. Travaux futurs	128
6.2.1. Court terme : analyse des données restantes	128
6.2.2. Moyen terme : nouvelle itération sur l’outil	129
6.2.3. Long terme : analyser le système à plus grande échelle	130

6.1. Synthèse

Nous avons d’abord introduit les révisions comme une activité pouvant s’appuyer sur les effets test et d’espacement. Après avoir présenté ces effets, nous avons souligné les difficultés qu’ont les élèves à en bénéficier. À partir de ce constat, nous avons évoqué l’existence d’outils numériques soutenant ces effets dans différents contextes, mais n’étant pas conçus pour un travail de révisions en contexte institutionnalisé. Afin d’apporter de nouvelles connaissances sur la conception de systèmes interactifs utilisés dans un contexte écologique, nous avons souhaité analyser les pratiques des élèves dans leurs révisions à travers un système numérique. Nos travaux ont alors étudié les questions de recherche suivantes :

QR 1 : Quelles pratiques effectives de révision des élèves du secondaire peuvent être inférées à partir des traces d’usage d’un système interactif de révision permettant aux élèves de se tester de manière espacée ?

QR 2 : Quelles recommandations, fondées sur l'analyse des pratiques effectives de révision identifiées et s'appuyant sur les effets test et d'espacement, peut-on formuler pour améliorer la conception d'un système interactif destiné aux révisions des élèves du secondaire ?

Pour répondre aux questions de recherche proposées, nous nous sommes appuyés sur une approche de recherche orientée par la conception. Cette approche s'est d'abord concrétisée par la réalisation d'une étude qualitative exploratoire, permettant de cadrer la conception d'un système interactif et son évaluation, à travers la formulation d'hypothèses. Nous avons ensuite développé ce système et l'avons évalué en contexte écologique avec 297 élèves, à travers une étude quantitative s'appuyant sur un protocole quasi-expérimental. Les analyses effectuées au terme de cette étude ont permis d'identifier des pratiques d'élèves en réponse à la QR1, et nous avons déterminé de ces pratiques des recommandations pour les concepteurs en réponse à la QR2.

Pratique 1 : Les élèves utilisent de manière significative l'ordinateur et le mobile pour réviser avec un outil numérique, avec une tendance nette en faveur de l'ordinateur.

Recommandation 1 : L'outil doit garantir une accessibilité équivalente sur ordinateur et mobile, en tenant compte de la préférence marquée des élèves pour l'ordinateur dans le cadre des révisions.

Pratique 2 : Lorsque les élèves révisant avec des outils numériques disposent simultanément d'un outil permettant la relecture d'un test et d'un outil de test permettant de refaire ce même test, la majorité d'entre eux utilise l'outil de test.

Recommandation 2 : L'outil doit proposer des tests prêts à l'emploi : la simple mise à disposition d'un système proposant des tests prêts à l'emploi sur les notions abordées en classe incite les élèves disposés à réviser avec un outil numérique à privilégier le test à la relecture sur ces mêmes notions.

Pratique 3 : En l'absence d'incitation, les élèves privilégient une stratégie de travail massé proche d'une évaluation sommative, et ne bénéficient pas ou peu de l'effet d'espacement.

Recommandation 3 : L'outil devrait aider à réguler l'activité de l'élève.

Pour approfondir ces travaux, nous identifions plusieurs pistes de recherche à court, moyen et long terme.

6.2. Travaux futurs

6.2.1. Court terme : analyse des données restantes

Suite à ces travaux, il reste un certain nombre de données que nous n'avons pas eu le temps d'analyser. L'une des perspectives à court terme serait d'approfondir les analyses de données en nous appuyant sur celles qui n'ont pas encore été exploitées.

Nous souhaiterions, par exemple, analyser les résultats obtenus par les élèves dans les évaluations sommatives, et comparer leur réussite aux accès aux outils. Comme nous disposons d'une note globale, d'une note partielle liée à la partie associée aux outils, et des accès à Elaastic, nous pourrions qualifier la réussite des élèves selon leur accès à l'outil relativement à leur réussite globale à l'évaluation. Nous pourrions également comparer les résultats des élèves aux tentatives sur Konsolidation à leurs résultats aux évaluations sommatives. L'objectif de ces comparaisons serait de déterminer si l'utilisation des outils a aidé les élèves à obtenir de meilleurs résultats.

En terme d'évaluation de l'outil, nous aimerions par ailleurs analyser les utilisations des élèves par rapport aux types des questions travaillées. En effet, nous aimerions déterminer s'il existe des tendances dans l'utilisation de l'outil, selon si les élèves doivent répondre à un QCM ou s'il s'agit d'une question ouverte. En approfondissant cette analyse, nous pourrions aussi essayer de déterminer s'il existe un lien entre l'investissement des élèves sur Konsolidation pour produire des réponses argumentées avec le type de question, ou le contenu proposé dans la correction. En effet, comme les questions n'ayant pas été traitées en classe ne disposent pas d'argumentaires d'autres élèves auxquels se comparer, nous voudrions comparer les réponses des élèves en révision selon les disponibilités de ces argumentaires, et voir s'il peut s'agir d'un facteur incitatif.

6.2.2. Moyen terme : nouvelle itération sur l'outil

En nous appuyant sur nos travaux, nous observons déjà plusieurs pistes qui pourraient faire l'objet de nouvelles études, associées à différentes possibilités d'évolutions de l'outil.

Pour aider les élèves à bénéficier des effets test et d'espacement, nous pensons qu'il faut explorer les pistes sollicitant plus d'engagement sur les outils chez les apprenants. Pour cela, nous pourrions envisager une ludification adaptative de l'outil en considérant les différents profils de joueurs existants afin de contribuer à l'engagement des élèves (Dumas Reyssier et al., 2024). Dans un périmètre plus réduit, nous pourrions aussi simplement renforcer l'aspect social et collaboratif de l'outil, en permettant aux élèves de travailler ensemble sur un sujet donné, en donnant « vie » à cette interface n'ayant pour l'instant que l'apparence d'une messagerie instantanée.

Une autre piste consiste à offrir à travers l'outil de nouveaux leviers de régulation de l'activité hors classe, en accord avec la troisième recommandation. Cette recommandation s'appuie sur l'idée qu'une régulation externe est, pour une grande partie des élèves de collèges, encore nécessaire dans leurs activités d'apprentissage hors classe. D'une part, cette régulation peut venir du système, en proposant une planification automatique du travail par exemple, avec des rappels réguliers pour inciter les élèves à se connecter. D'autre part, cette régulation peut être apportée par les enseignants, en

leur fournissant des outils pour leur permettre réguler l'activité hors classe de leurs élèves. Pour permettre cette régulation de manière soutenable, il serait intéressant de proposer et d'étudier les effets des outils qui assistent les enseignants dans l'analyse de l'activité des élèves ainsi que dans des actions de régulation.

En ce sens, ces travaux se poursuivent désormais dans le cadre d'une nouvelle thèse sur le développement de tableaux de bord d'apprentissage soutenus par l'intelligence artificielle pour soutenir les enseignants dans la régulation des apprentissages sur les activités hors classe.

6.2.3. Long terme : analyser le système à plus grande échelle

Enfin, à plus long terme, nous pensons qu'il serait particulièrement intéressant de comparer les diverses études qui auront été produites autour de ce système, et de déterminer les facteurs accompagnant au mieux les enseignants comme les élèves.

En comparant ces éléments, on pourrait également envisager une étude portant sur tous les niveaux simultanément, dont l'objectif serait d'analyser les comportements des élèves selon leur niveau, en s'appuyant sur une plus large échelle. En effectuant une telle étude, si on observe un effet du niveau sur l'investissement dans les outils, on pourrait envisager de déterminer une courbe de progression de l'activité hors classe tout au long du parcours scolaire. Cette courbe aurait pour objectif d'aider à déterminer des seuils d'activité pertinents pour guider praticiens et concepteurs dans le choix des actions de régulation à mettre en place pour accompagner les élèves dans leur apprentissage selon leur classe.

La détermination d'une telle régulation, modulée selon le niveau de l'élève, ouvrirait les portes à un travail sur l'acquisition des compétences d'auto-régulation de l'élève au fil de sa scolarité. Il serait alors possible de maîtriser le curseur de la régulation externe, en transférant progressivement de l'enseignant à l'élève la responsabilité des différentes étapes de la régulation du travail hors classe. Ce transfert s'appuierait sur le niveau de l'élève, les attentes associées ainsi que les compétences d'auto-régulation qu'il a acquises dans le temps. De cette façon, l'élève pourrait développer ses compétences d'auto-régulation de manière progressive, en bénéficiant toujours de l'accompagnement adapté à son niveau.

Enfin, nos travaux se sont appuyés sur une échelle locale et un échantillon restreint d'élèves, mais il serait intéressant de les étendre à d'autres contextes d'apprentissage. Les études futures pourraient s'appuyer sur une plus grande échelle, en effectuant des tests d'ampleur nationale voire internationale, afin de déterminer si les résultats obtenus sont généralisables à d'autres contextes d'apprentissage.

Bibliographie

- Amadiou, F., Mulet, J., Linden, J. Van der, Lombard, J., & Leemput, C. Van de. (2019). Acceptabilité des technologies d'apprentissage mobile: le cas des tablettes. *Éducation permanente*, 2, 31-40.
- Amhag, L., Hellström, L., & Stigmar, M. (2019). Teacher educators' use of digital tools and needs for digital competence in higher education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(4), 203-220.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, 41(1), 16-25.
- Armstrong, M., Dopp, C., & Welsh, J. (2020). Design-based research. *The Students' Guide to Learning Design and Research*, 1-6.
- Bae, C. L., Therriault, D. J., & Redifer, J. L. (2019). Investigating the testing effect: Retrieval as a characteristic of effective study strategies. *Learning and Instruction*, 60, 206-214.
- Bai, H. (2019). Pedagogical practices of mobile learning in K-12 and higher education settings. *TechTrends*, 63(5), 611-620.
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, 32(3), 347-364.
- Bird, S. (2011). Effects of distributed practice on the acquisition of second language English syntax—ERRATUM. *Applied Psycholinguistics*, 32(2), 435-452.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability (formerly: Journal of personnel evaluation in education)*, 21, 5-31.
- Blasiman, R. N., Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2017). The what, how much, and when of study strategies: Comparing intended versus actual study behaviour. *Memory*, 25(6), 784-792.
- Browder, D. M., & Roberts, M. L. (1993). Guidelines for flash card instruction. *Journal of Behavioral Education*, 3, 235-245.

- Carpenter, S. K., Cepeda, N. J., Rohrer, D., Kang, S. H., & Pashler, H. (2012). Using spacing to enhance diverse forms of learning: Review of recent research and implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 24(3), 369-378.
- Carvalho, P. F., Sana, F., & Yan, V. X. (2020). Self-regulated spacing in a massive open online course is related to better learning. *NPJ science of learning*, 5(1), 1-7.
- Cavanaugh, C., Maor, D., & McCarthy, A. (2014). *K-12 mobile learning*. ETC Press.
- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological bulletin*, 132(3), 354.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). Advanced mixed methods research designs. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 209(240), 209-240.
- Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcázar, Á., & Luján-Mora, S. (2021). Mobile learning technologies for education: Benefits and pending issues. *Applied Sciences*, 11(9), 4111.
- Dumas Reyssier, S., Serna, A., Hallifax, S., Marty, J.-C., Simonian, S., & Lavoué, E. (2024). How does adaptive gamification impact different types of student motivation over time?. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6043-6062.
- Farrah, M., & Abu-Dawood, A. (2018). *Using mobile phone applications in teaching and learning process*.
- Gauci, S. A., Dantas, A. M., Williams, D. A., & Kemm, R. E. (2009). Promoting student-centered active learning in lectures with a personal response system. *Advances in physiology education*, 33(1), 60-71.
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772-775.
- Kornell, N. (2009). Optimising learning using flashcards: Spacing is more effective than cramming. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 23(9), 1297-1317.

- Latimier, A. (2019). *Optimisation de l'apprentissage par récupération en mémoire pour promouvoir la rétention à long terme de nouvelles connaissances* (p. 144-147).
- Lyle, K. B., Bego, C. R., Hopkins, R. F., Hieb, J. L., & Ralston, P. A. (2020). How the amount and spacing of retrieval practice affect the short-and long-term retention of mathematics knowledge. *Educational Psychology Review*, 32(1), 277-295.
- Mandran, N., Vermeulen, M., & Prior, E. (2021). Comment guider les doctorants dans l'utilisation du Design-Based Research?. *10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, 130-141.
- Meltzer, D. E., & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70(6), 639-654.
- Nakata, T. (2011). Computer-assisted second language vocabulary learning in a paired-associate paradigm: A critical investigation of flashcard software. *Computer Assisted Language Learning*, 24(1), 17-38.
- Phelps, R. P. (2012). The effect of testing on student achievement, 1910–2010. *International Journal of Testing*, 12(1), 21-43.
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 17(3), 249-255.
- Rohrer, D., & Taylor, K. (2006). The effects of overlearning and distributed practise on the retention of mathematics knowledge. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 20(9), 1209-1224.
- Rowland, C. A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: a meta-analytic review of the testing effect. *Psychological bulletin*, 140(6), 1432.
- Ruan, S., Jiang, L., Xu, J., Tham, B. J.-K., Qiu, Z., Zhu, Y., Murnane, E. L., Brunskill, E., & Landay, J. A. (2019). Quizbot: A dialogue-based adaptive learning system for factual knowledge. *Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems*, 1-13.

- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, 18(2), 119-144.
- Silvestre, F. (2015). *Conception et mise en oeuvre d'un système d'évaluation formative pour les cours en face à face dans l'enseignement supérieur*.
- Silvestre, F., Vidal, P., & Broisin, J. (2015). Online Tests Based on Contributions Provided by Teachers and Students during Face to Face Lectures. *2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 29-33.
- Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! for learning—A literature review. *Computers & Education*, 149, 103818.
- Willis, J. E., Slade, S., & Prinsloo, P. (2016). Ethical oversight of student data in learning analytics: A typology derived from a cross-continental, cross-institutional perspective. *Educational Technology Research and Development*, 64, 881-901.
- Wissman, K. T., Rawson, K. A., & Pyc, M. A. (2012). How and when do students use flashcards?. *Memory*, 20(6), 568-579.
- Yue, C. L. (2020). Improving learner metacognition and self-regulation. *TM, Ober, E., Che, JE, Brodsky, C., Raffaele, PJ Brooks, (Eds.), How we teach now: The GSTA guide to transformative teaching*, 95-103.
- Zaromb, F. M., & Roediger, H. L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory & cognition*, 38(8), 995-1008.

Annexes

Annexe 1 : Formulaire de consentement et notice d'information transmis aux parents et aux élèves

Annexe 1. – Formulaire de consentement et notice d'information transmis aux parents
et aux élèves



APPEL À PARTICIPER À UNE ÉTUDE

« Étude des stratégies de révisions des élèves avec des outils numériques »

« Université Toulouse Capitole » - Institut de Recherche en Informatique de Toulouse UMR 5505

NOTE D'INFORMATION POUR LES PARTICIPANTS

Madame, Monsieur,

Vous êtes invité(e) à participer à une étude

- menée par Denis OLLIVIER dans le cadre de sa thèse intitulée *Conception d'un Système Interactif pour la mise en œuvre des effets testing et spacing* dans un contexte de travail scolaire hors classe (Responsable de l'étude)
- encadrée par Franck SILVESTRE, Jean-Baptiste RACLET et Julien BROISIN chercheurs au sein de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, Unité Mixte de Recherche n° 5505 du CNRS, de l'UT3, de l'UT2J, de l'UT1 et de l'INPT (Directeur de recherche).

Le présent document décrit l'étude à laquelle il vous est proposé de participer et répond aux questions que vous êtes susceptible de vous poser à partir des informations actuellement disponibles.

Avant de choisir d'y participer ou non, il est important que vous preniez connaissance du but de cette étude et de ce qu'elle implique.

1) Pourquoi vous propose-t-on de participer à cette étude ?

Cette étude est proposée à votre enfant car il est élève du secondaire, et certains de ses enseignants participent à la recherche autour d'outils pour l'éducation.

2) Quels sont les objectifs de l'étude ?

L'objectif principal de cette étude est d'identifier les stratégies de révisions des élèves en fonction des outils mis à leur disposition.

3) Quels sont les bénéfices attendus de votre participation à l'étude ?

Cette étude doit permettre l'identification et le recueil de nouvelles connaissances concernant les stratégies de révisions des élèves. Les stratégies identifiées permettront l'adaptation de l'outil de révisions proposé, en recentrant son usage sur un accompagnement personnalisé soutenu par les enseignants.

4) Votre participation à l'étude comporte-t-elle des risques et/ou des contraintes particulières ?

La participation à l'étude est sans risques. L'étude nécessite que l'enfant ait accès à deux outils en ligne qui seront mis à disposition par son enseignant. Pour accéder à ces outils l'élève devra être en mesure d'accéder à son ENT durant son temps libre.

5) Comment va se dérouler l'étude ?

Dans le cadre de cette étude, votre enfant sera amené à utiliser deux outils numériques, avec son enseignant et en autonomie.

- Dans une première phase seul l'outil Elaastic sera utilisé, d'abord en classe avec l'enseignant puis librement pour réviser.
- Dans une seconde phase l'élève pourra également réviser avec le second outil les notions travaillées en classe sur le premier.
- Durant les deux phases, l'élève aura des contrôles notés portant sur les mêmes notions.
- A la fin de chaque phase, quelques informations complémentaires seront demandées par questionnaires aux élèves sur leur façon de réviser avec et sans les outils proposés dans l'étude.

6) Quels sont vos droits en tant que participant à la recherche ?

Vous êtes totalement libre d'accepter ou de refuser de participer à cette étude sans avoir à vous justifier, et sans que cela n'entraîne de conséquences pour vous.

Vous disposez du temps que vous estimez nécessaire pour prendre votre décision, si le délai associé à la prise de rendez-vous ne vous permet pas de réfléchir suffisamment, nous pouvons reprogrammer l'entretien à une date ultérieure.

En cas d'acceptation, vous pourrez à tout moment revenir sur votre décision, sans nous en préciser la raison, par simple courriel adressé à **contact-elaastic@irit.fr** ou par courrier postal à l'adresse suivante : **118 Route de Narbonne, F-31062 TOULOUSE CEDEX 9**.

7) Cette étude implique-t-elle un traitement de vos données à caractère personnel ?

Votre participation implique la réalisation d'un traitement de données à caractère personnel à partir des informations qui vous concernent et qui seront produites dans le cadre de cette étude.

Ce traitement poursuit une finalité de recherche scientifique et a pour base légale l'exécution d'une mission d'intérêt public (art. 6.1.e du Règlement général sur la protection des données) - à adapter : *ainsi que votre consentement (si un formulaire de consentement éclairé est signé)*.

Le responsable de traitement est l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (UMR 5505).

8) Quels sont vos droits à l'égard de vos données à caractère personnel ?

Vous pouvez accéder aux données vous concernant ou demander leur effacement. Vous disposez également d'un droit d'opposition, d'un droit de rectification et d'un droit à la limitation du traitement de vos données.

Ces droits ne pourront pas s'exercer s'ils sont susceptibles de rendre impossible ou de compromettre gravement la réalisation des objectifs de la recherche.

Pour exercer ces droits ou poser des questions au sujet de cette recherche, vous pouvez vous adresser directement au Directeur de recherche: franck.silvestre@irit.fr .

Vous pouvez contacter également le Délégué à la Protection des Données de l'IRIT à l'adresse suivante : DPD - Université Toulouse III - Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9 dpo@univ-tlse3.fr .

Après nous avoir contactés, si vous estimez que vos droits Informatique et Libertés ne sont pas respectés, vous avez la possibilité d'introduire une réclamation en ligne auprès de la CNIL ou par courrier postal. CNIL, 3 Place de Fontenoy, TSA 80715 - 75334 Paris Cedex 07 (<https://www.cnil.fr/>).

9) Comment sont gérées vos données personnelles ?

Dans le cadre de cette étude, les informations suivantes sont collectées et analysées : (sélectionner les mentions nécessaires)

- *Nom, prénom*
- *Genre*
- *Âge*
- *Vie scolaire : résultats aux évaluations concernées, résultats sur les outils*
- *Données d'identification ENT (pour le suivi)*

Ces données sont traitées par :

- Le responsable de l'étude et son directeur de thèse
- Les membres de l'équipe de recherche impliqués dans l'étude

Transfert de données hors de l'Espace Économique Européen : **NON**

Pour garantir la sécurité et la confidentialité de vos données, les mesures suivantes sont mises en place :

- La collecte et l'accès aux données personnelles sont limités à l'utilisation exclusive de l'équipe de recherche du projet Konsolidation, dans le cadre des finalités précisées ci-dessus ;
- Aucune des données personnelles collectées par l'équipe de recherche ne peut être publiée ou rendue publique de telles sortes que l'on puisse identifier les participants ;
- Les données personnelles nominatives des participants sont supprimées deux ans après la dernière activité de l'élève sur la plateforme
- Les données sont exportées dans une base de données anonymisées pour les études, et seules les données anonymisées seront utilisées pour la publication des résultats de la recherche.
- Les droits d'accès aux données seront :
 - o sécurisés par un identifiant personnel et un mot de passe.
 - o Les données de recherche sont chiffrées (dès la collecte des données et pendant toute la durée du projet, jusqu'à leur anonymisation définitive).

Seules des données ne permettant pas de vous identifier seront publiées sous la forme d'un manuscrit de thèse et/ou d'un article dans une revue scientifique, afin d'améliorer les connaissances de la recherche. Les résultats de la recherche pourraient également être diffusés dans des colloques professionnels et scientifiques.

Les données directement identifiantes (formulaire de consentement, tables de correspondance, etc.) seront conservées par Denis OLLIVIER jusqu'à deux ans à compter de la date de soutenance de la thèse.

Nous vous remercions, Madame, Monsieur, de votre participation.

Contacts :

Responsable de l'Étude :
M. OLLIVIER Denis
Doctorant - KOSMOS Education - UT1
Coordonnées : denis.ollivier@irit.fr

Directeur de Thèse :
M.Franck SILVESTRE
Maître de conférence - UT1
Coordonnées : franck.silvestre@irit.fr



Formulaire de consentement dans le cadre de la collecte de données personnelles

« Étude auprès des enseignants sur la mise en place d'une application de révisions utilisables par leur élèves »

« Université Toulouse Capitole » - Institut de Recherche en Informatique de Toulouse UMR 5505

CI-JOINT LA NOTE D'INFORMATION POUR LES PARTICIPANTS

Madame, Monsieur,

Ce formulaire est destiné à recueillir votre consentement pour la collecte de données vous concernant dans le cadre de l'étude « Étude auprès des enseignants sur la mise en place d'une application de révisions utilisables par leur élèves » (ci-après désignée par l'étude) :

- menée par Denis OLLIVIER dans le cadre de sa thèse intitulée « Conception d'un Système Interactif pour la mise en œuvre des effets testing et spacing dans un contexte de travail scolaire hors classe » (Responsable de l'étude)
- encadrée par Franck SILVESTRE, Jean-Baptiste RACLET et Julien BROISIN chercheurs au sein de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, Unité Mixte de Recherche n° 5505 du CNRS, de l'UT3, de l'UT2J, de l'UT1 et de l'INPT (Directeur de thèse).

En signant ce formulaire de consentement, vous certifiez :

- que vous avez lu et compris les renseignements communiqués **dans la notice d'information ci-jointe**,
- qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante,
- qu'on vous a informé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche en tout temps, sans préjudice.



Informations sur le participant (Responsable légal):

Nom :

Prénom :

Adresse

A remplir par le responsable légal:

- J'ai lu et compris les renseignements fournis dans la notice d'informations et j'accepte de plein gré que l'enfant dont je suis responsable participe à cette recherche

OUI NON

- J'accepte que les données personnelles de l'enfant dont je suis responsable soient réutilisées dans le cadre de projets de recherche ayant les mêmes objectifs que l'étude.

OUI NON

- J'accepte que les réponses aux questions posées à l'enfant soient exploitées dans le cadre de l'étude

OUI NON

Non, Prénom - Date - Signature

Informations sur le participant (élève):

Nom :

Prénom :

Adresse

A remplir par le participant :

- J'ai lu et compris les renseignements fournis dans la notice d'informations et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche

OUI NON

- J'accepte que mes données personnelles soient réutilisées dans le cadre de projets de recherche ayant les mêmes objectifs que l'étude.

OUI NON

- J'accepte que les réponses aux questions qui me sont posées soient exploitées dans le cadre de l'étude

OUI NON

Non, Prénom - Date - Signature

Un exemplaire de ce document vous est remis, un autre exemplaire est conservé par le Directeur de Recherche